



TESIS - RC 185401

ANALISIS RISIKO PADA PROYEK KONSTRUKSI BERKELANJUTAN DI SURABAYA

SONY SUSANTO
03111750030014

Dosen Pembimbing
Ir. I Putu Artama Wiguna, M. T. Ph.D.

Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan Dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



TESIS - RC 185401

**ANALISIS RISIKO PADA PROYEK KONSTRUKSI
BERKELANJUTAN DI SURABAYA**

**SONY SUSANTO
03111750030014**

**Dosen Pembimbing
Ir. I Putu Artama Wiguna, M. T. Ph.D.**

**Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019**



THESIS - RC 185401

ANALYSING RISK OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION PROJECT IN SURABAYA

SONY SUSANTO
03111750030014

Advisor
Ir. I Putu Artama Wiguna, M. T. Ph.D.

Department Of Civil Engineering
Faculty Of Civil Environmental And Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T.)
di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Sony Susanto
NRP. 03111750030014

Tanggal Ujian : 2 July 2019

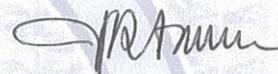
Periode Wisuda : September 2019

Disetujui oleh:

Pembimbing :

1. Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T, Ph.D

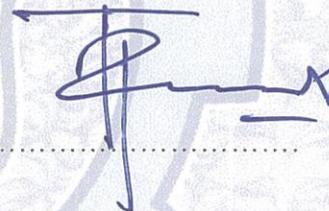
NIP.196911251999031 001



Penguji :

1. Tri Joko Wahyu Adi, S.T. M.T. Ph.D.

NIP. 197404202002121003



2. Christiono Utomo, S.T. M.T. Ph.D.

NIP. 196703192002121005



Kepala Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan



Tri Joko Wahyu Adi, S.T. M.T. Ph.D

NIP. 19740420 200212 1 003

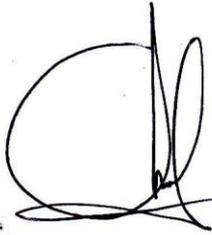
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

Tesis yang berjudul: “**Analisis Risiko Pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan di Surabaya.**” ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya /tulis untuk memperoleh gelar akademik maupun karya ilmiah/tulis yang pernah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dijadikan kutipan dari bagian karya ilmiah/tulis orang lain dengan menyebutkan sumbernya, baik dalam naskah disertasi maupun daftar pustaka.

Apabila ternyata ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur plagiasi di dalam naskah **tesis** ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan akademik ITS dan/atau perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, July 2019



Sony Susanto

NRP: 03111750030014

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISIS RISIKO PADA PROYEK KONSTRUKSI BERKELANJUTAN DI SURABAYA

Nama mahasiswa : Sony Susanto
NRP : 03111750030014
Pembimbing : Ir. I Putu Artama Wiguna, MT, PhD

ABSTRAK

Industri konstruksi merupakan salah satu penyumbang terbesar konsumsi energi dan menjadi permasalahan pembuangan sampah padat dunia. Maka berbagai negara telah mengambil langkah-langkah penerapan prinsip konstruksi berkelanjutan dengan menempatkan bangunan hijau sebagai bangunan yang ramah lingkungan. Berkembangnya bangunan hijau telah banyak dimunculkan tentang kemanfaatannya di media massa dan penelitian, risiko yang akan dihadapi kontraktor masih sedikit dalam pembahasannya. Risiko tersebut adalah biaya yang mahal dan ketidakpastian hasil. Surabaya merupakan kota terbesar ke 2 di Indonesia, banyak pembangunan yang kian meningkat. Diperlukan upaya bersama di dunia, kota Surabaya ikut andil dalam mengurangi konsumsi energi dunia, maka diperlukannya analisis risiko proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya dan pemilihan mitigasi risiko terbaik apa saja yang dapat diterapkan.

Populasi pada penelitian ini adalah tim manajemen proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya dan sampling diperoleh menggunakan metode non-probability sampling dengan teknik cross sectional sampling. Teknik pengumpulan data berupa kuisioner dan wawancara untuk mendapatkan variabel linguistik risiko proyek konstruksi berkelanjutan. Data yang diambil dari responden adalah data probabilitas, dampak. Proses pengolahan data menggunakan metode fuzzy logic untuk menentukan level risiko.

Berdasarkan decision tree analysis dan expected monetary value, pemilihan mitigasi terbaik untuk pengurangan risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal fase konstruksi adalah redesign. Sedangkan pemilihan mitigasi risiko terbaik kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah fase konstruksi adalah negoisasi adendum kontrak.

Kata kunci: Proyek Konstruksi Berkelanjutan, Fuzzy Logic, Level Risiko, Risk Respon

Halaman ini sengaja dikosongkan

RISK ANALYSIS OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION PROJECTS IN SURABAYA

Student name : Sony Susanto
NRP : 03111750030014
Advisor : Ir. I Putu Artama Wiguna, MT, PhD

ABSTRACT

The construction industry is one of the biggest contributors to energy consumption and is a problem of world solid waste disposal. So various countries have taken steps to implement the principle of sustainable construction by placing green buildings as environmentally friendly buildings. The development of green buildings has been raised a lot about its usefulness in mass media and research, the risks faced by contractors are still little in the discussion. These risks are expensive and uncertain results. Surabaya is the second-largest city in Indonesia, a lot of development is increasing. A joint effort is needed in the world, the city of Surabaya contributes to reducing world energy consumption, so the need for risk analysis of sustainable construction projects in Surabaya and the selection of the best risk mitigation that can be applied.

The population in this study was a sustainable construction project management team in Surabaya and sampling was obtained using a non-probability sampling method with a cross-sectional sampling technique. The technique of collecting data in the form of questionnaires and interviews to obtain the linguistic variables of risk for sustainable construction projects. Data taken from respondents is probability data, impact. Data processing uses the fuzzy logic method to determine the level of risk.

Based on the decision tree analysis and expected monetary value, the best reduction risk mitigation selection of using green materials and tools to be an expensive construction phase is redesign. While the best risk mitigation selection for low performance using green products in the construction phase is contract addendum negotiation.

Keywords: Sustainable Construction Project, Fuzzy Logic, Risk Level, Risk Response

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil alamin, segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tesis dengan judul “*Analisis Risiko pada Proyek Konstruksi Berkeanjutan di Surabaya*”. Laporan tesis ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pasca sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Tak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Nian sebagai istri yang tercinta dan juga anak-anakku Naura; Azka serta ibu Sri yang selalu memberikan dukungan dengan penuh suka cita dan doa sepanjang hidup penulis,
2. Bapak I Putu Artama Wiguna, selaku dosen pembimbing yang telah dengan begitu baik dan penuh kesabaran memberikan bimbingan yang tiada lelah, selalu menyediakan waktu;tempat siang dan malam, tenaga, serta pikiran demi mengarahkan penulis dalam menyelesaikan kepada penulis. Kenangan yang tak terlupakan adalah sepanjang hari berada dilab MK, konsultasi siang di kampus reguler dan konsultasi lagi waktu malam di MMT, konsultasi di hari libur, selalu memberikan semangat dan menanyakan perkembangan tesis saat semangat mengerjakan mulai berkurang dan masih banyak lagi, sekali lagi terima kasih bapak telah banyak membantu tidak hanya terbatas pada selesainya tesis ini, akan tetapi juga proses kelanjutan setelah kulaih nanti..
4. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, selaku dosen penguji dan dosen pengajar yang telah memberikan masukan agar tesis ini dapat disusun dengan baik, dan kata kata yang memberikan inspiratif adalah kerjakan yang baik apa yang menjadi bagian pekerjaanmu.
5. Bapak Data Iranata, yang telah memberikan bantuan kemudahan administrasi kepada penulis dalam proses laporan tesis ini, terkait kemudahan penyelesaian proposal tesis.
6. Bapak M. Arif Rohman, yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam penyusunan laporan tesis,

7. Bapak Aditya Sutanto, yang selalu ada meluangkan waktu untuk berdiskusi dan memberikan bantuan arahan kepada penulis,
8. Teman-teman Manajemen Proyek Konstruksi angkatan 2017 yang selalu memberikan inspirasi, dan bantuan kepada penulis yaitu Wanda, Zulfikar, Icha, Oryza, Tri sony, Wida, Domi, Orys, Rezky, Yano, Andry, Heppy, Panji, Adnan, Diah, Arif, Niko, Putra.
9. Proyek manager/wakil proyek proyek konstruksi di Surabaya dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan tesis ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Terimakasih atas segala bantuan yang telah diberikan, semoga mendapatkan balasan dari Allah SWT. Amin.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian... ..	6
1.5. Batasan Studi	6
1.6. Sistematika Penulisan... ..	6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	9
2.1. Definisi Manajemen Risiko	9
2.1.1 Definisi Risiko Proyek.....	9
2.1.2 Manajemen Risiko Proyek.....	9
2.1.2.1. Identifikasi Risiko.....	10
2.1.2.1.1 Risiko dalam konstruksi hijau.....	10
2.1.2.1.2 Pengertian dalam proyek konstruksi berkelanjutan... ..	12
2.1.2.2. Analisa Kualitatif Risiko.....	15
2.1.2.2.1 Fuzzy logic.....	20
2.1.2.3. Analisa Risiko Kuantitatif dan Teknik Pemodelan.....	23
2.1.2.3.1 Analisa Sensitifitas.....	23
2.1.2.3.2 Expected Monetary Value Analysis.....	23
2.1.2.3.3 Pemodelan dan Simulasi	25

2.1.2.4. Perencanaan Respon / Mitigasi Risiko...	25
2.2. Fase Proyek.....	26
2.3. Keberlanjutan.....	26
2.3.1. Proyek Konstruksi Berkelanjutan.....	26
2.3.2. Definisi Manajemen Proyek Berkelanjutan.....	28
2.3.3. Pengantar Bangunan Hijau.....	29
2.3.4. Konstruksi Hijau.....	32
2.4 Literatur Penelitian yang Terdahulu.....	34
2.5. Posisi Penelitian.....	40
BAB 3 METODE PENELITIAN	43
3.1. Jenis Penelitian.....	43
3.2. Data Penelitian.....	43
3.2.1. Jenis Data.....	43
3.2.2. Metode Pengumpulan Data.....	43
3.3. Populasi, Sampel dan Responden Penelitian	44
3.4. Variabel Penelitian.....	44
3.5. Alur Teknik Analisa Data	46
3.5.1. Fuzzifikasi (Pembentukan Membership Function.....	46
3.5.2. Inferen.....	52
3.5.3. Defuzzifikasi	53
3.6. Risk Respon	57
3.6.1. Decition Tree Analysis	57
3.6.2. Expected Monetary Value.....	58
3.7. Skema Proses Data.....	59
3.8. Alur Penelitian.....	63
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN	67
4.1. Identifikasi Variabel Risiko pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan	67
4.1.1. Gambaran Objek dan Responden Penelitian	67
4.1.2. Proses Analisis Survey Pendahuluan.....	70
4.1.3. Hasil Survey Pendahuluan.....	71
4.2. Analisis Risiko	74
4.2.1. Gambaran Umum Responden Proyek	74
4.2.2. Analisa Fuzzy Logic.....	75

4.2.2.1. Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzifikasi).....	75
4.2.2.2. Inferensi	80
4.2.2.3. Penggunaan Fuzzy Logic dengan Program Matlab (Proses Defuzzifikasi).....	82
4.3 Risk Respon.....	95
4.3.1 Mitigasi Risiko untuk Risiko Biaya Penggunaan Bahan dan Alat yang Ramah Lingkungan tergolong Mahal Fase konstruksi.....	96
4.3.1.1 Analisis life cycle cost.....	98
4.3.1.1.1 Parameter biaya analisis life cycle cost.....	101
4.3.1.2 Perhitungan Life cycle cost	106
4.3.1.3 Decision Tree Analysis dan Expected Monetary Value untuk risiko biaya penggunaan bahan dan alat ramah lingkungan yang mahal.....	108
4.3.2 Mitigasi Risiko untuk Kinerja Pemakaian Produk Ramah Lingkungan yang Rendah	110
4.4. Diskusi Hasil Penelitian.....	114
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	119
5.1. Kesimpulan	119
5.2. Saran	119
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN.....	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Decision Tree Diagram	24
Gambar 3.1. Contoh Fungsi Segitiga pada Matlab	51
Gambar 3.2. Contoh pemilihan tipe defuzzification pada variabel risiko.....	54
Gambar 3.3. Contoh input defuzzification pada matlab... ..	55
Gambar 3.4. Alur analisa risiko... ..	56
Gambar 3.5. Alur Analisa Pemilihan Alternatif Mitigasi Risiko.....	57
Gambar 3.7. Skema Proses Data Penelitian... ..	60
Gambar 3.8. Bagan Alir Penelitian... ..	63
Gambar 4.1. Pemodelan Variabel Risiko A1 Probabilitas.....	79
Gambar 4.2. Pemodelan Variable Risiko A1 Dampak Ekonomi	79
Gambar 4.3. Pemodelan Variable Risiko A1 Dampak Sosial	79
Gambar 4.4. Pemodelan Variable Risiko A1 Dampak Lingkungan.....	80
Gambar 4.5. Pemodelan Output Variable Risiko A1 Level Risiko	80
Gambar 4.6. Command Windows pada Matlab.....	83
Gambar 4.7. Tampilan Awal Fuzzy Logic.....	83
Gambar 4.8. Pemodelan Fuzzy Logic untuk Penelitian.....	84
Gambar 4.9. Gambar Membership Function A1 Tingkat Probabilitas	84
Gambar 4.10. Membership Function A1 Dampak Ekonomi	85
Gambar 4.11. Membership Function A1 Level Risiko.....	85
Gambar 4.12. Rule Inference	86
Gambar 4.13. Defuzzifikasi Risiko A1 Probabilitas-Dampak Ekonomi	88
Gambar 4.14. Hasil Matlab Fuzzifikasi-Inference-Defuzzifikasi Risiko A1 pada Probabilitas-Dampak Sosial.....	89
Gambar 4.15. Hasil Matlab Fuzzifikasi-Inference-Defuzzifikasi Risiko A1 pada Probabilitas-Dampak Lingkungan... ..	90
Gambar 4.16. Penilaian Risiko pada Membership Function Output	91
Gambar 4.17 Flow Diagram STP.....	97
Gambar 4.18 Diagram Sistem Air Siram Taman	97
Gambar 4.19 Stp berkonsep komunal.....	99

Gambar 4.20 bak pemisah lemak dan bak ekuivalensi perencanaan proyek klaska.....	100
Gambar 4.21 tampak atas dan potongan STP proyek klaska.....	100
Gambar 4.22 bak pemisahan lemak dan bak ekuivalensi	100
Gambar 4.23 tampak atas dan potongan STP 513 m3.....	101
Gambar 4.19 Decition Tree Analysis I.....	109
Gambar 4.20 Decition Tree Analysis II.....	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Risiko dalam proyek konstruksi berkelanjutan dari literature	10
Tabel 2.2 Tingkatan Frekuensi/Probabilitas	16
Tabel 2.3 Tingkatan Dampak Ekonomi	17
Tabel 2.4 Tingkatan Dampak Sosial	18
Tabel 2.5 Tingkatan Dampak Lingkungan... ..	19
Tabel 2.6 Faktor risiko dan Peringkat Frekuensi dan Dampak.....	20
Tabel 2.7 Tabel Literatur Penelitian Sebelumnya	34
Tabel 2.8 Risiko dalam Proyek Knstruksi Berkelanjutan dari literature	38
Tabel 2.9 Posisi Penelitian... ..	40
Tabel 3.1 Tabel risiko dalam proyek konstruksi berkelanjutan... ..	44
Tabel 3.2 Contoh pengisian survey pendahuluan... ..	46
Tabel 3.3 Pengertian input probabilitas risiko yang akan terjadi.....	47
Tabel 3.4 Pengertian input skala dampak risiko ekonomi yang akan terjadi.....	47
Tabel 3.5 Pengertian input skala dampak risiko sosial yang akan terjadi	48
Tabel 3.6 Pengertian input skala dampak risiko lingkungan yang akan terjadi.....	49
Tabel 3.7 Tabel Output level risiko... ..	49
Tabel 3.8 Contoh Pengisian Kuisoner Interval Membership Function untuk Risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal Fase : <u>Konstruksi</u>)	50
Tabel 3.9 Frekuensi dan Dampak menurut Maloney untuk penentuan tingkat Risiko	52
Tabel 3.10 Contoh Kuisoner Penilaian Risiko	55
Tabel 3.11 Contoh Kuisoner Mitigasi Risiko... ..	58
Tabel 4.1 Profil Responden pada Survey Identifikasi Survey Pendahuluan.....	69
Tabel 4.2 Contoh pengisian survey pendahuluan	70
Tabel 4.3 Survei Pendahuluan Variabel Risiko pada proyek Konstruksi Berkelanjutan	71
Tabel 4.4 Rekapitulasi Variabel Risiko pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan	72
Tabel 4.5 Profil Responden pada Survei Identifikasi Survey Pendahuluan	74
Tabel 4.6 Contoh Pengisian Kuisoner Interval Membership Function untuk Risiko	

Biaya Penggunaan Bahan dan Alat yang Ramah Lingkungan Tergolong Mahal (Fase : <u>Konstruksi</u>)	76
Tabel 4.7 Contoh Rekap Input Membership Function pada risiko Biaya pengguna bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal	77
Tabel 4.8 Profil Responden pada Survei Penilaian Risiko	87
Tabel 4.9 Kuisisioner Penilaian Risiko	88
Tabel 4.10 Contoh Input Penilaian Penilaian Variabel Risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal.....	91
Tabel 4.11 Contoh Lengkap Input Penilaian Rekap Penilaian Variabel Risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal	92
Tabel 4.12 Urutan Level Risiko.....	92
Tabel 4.13 Profil Responden pada Survey pada Suvey Mitigasi Risiko.....	98
Tabel 4.14 Biaya replacement.....	102
Tabel 4.15 initial cost 3 STP	103
Tabel 4.16 tarif listrik untuk keperluan bisnis... ..	104
Tabel 4.17 Biaya maintenance	105
Tabel 4.18 Operation untuk listrik STP	106
Tabel 4.19 LCC STP Biofill filter tank	106
Tabel 4.20 LCC Redesign drawing STP Biofill Filter tank... ..	107
Tabel 4.21 LCC STP konsep Komunal.....	107
Tabel 4.22 Kuisisioner Mitigasi Risiko untuk Biaya Penggunaan Bahan dan Alat yang Ramah Lingkungan tergolong Mahal pada Fase Konstruksi.....	99
Tabel 4.23 Kuisisioner Mitigasi Risiko Kinerja Pemakaian Produk Ramah Lingkungan yang Rendah Fase Konstruksi	111

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuisisioner 1 Identifikasi Risiko pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan.....	125
Lampiran 2 Kuisisioner 2 Membership Function.....	133
Lampiran 3 Kuisisioner 3 Aturan Logika Fuzzy.....	167
Lampiran 4 Kuisisioner 4 Penilaian Risiko.....	183
Lampiran 5 Kuisisioner 5 Mitigasi Risiko.....	195
Lampiran 6. Daftar Proyek Konstruksi Gedung yang menjadi Objek Penelitian.....	199
Lampiran 7. Tabel Survey Pendahuluan.....	201
Lampiran 8 Penilaian Risiko.....	205
Lampiran 9 Data Input Matlab Membership Function.....	217
Lampiran 10 Input Penilaian Variabel risiko pada Matlab.....	229
Lampiran 11 Perencanaan dan Pembangunan Ipal Domestik kapasitas 517m ³	231

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi merupakan salah satu penyumbang terbesar konsumsi energi dan menjadi permasalahan pembuangan sampah padat dunia (Hwang 2017, Ismael dan Shealy 2018). Maka berbagai negara telah mengambil langkah- langkah penerapan prinsip konstruksi berkelanjutan dengan menempatkan bangunan hijau sebagai bangunan yang ramah lingkungan (Hwang 2017, Payloff dkk 2009). Berkembangnya bangunan hijau telah banyak dimunculkan tentang kemanfaatannya di media massa dan penelitian, akan tetapi risiko yang ditimbulkannya tidak banyak pembahasan yang dilakukan. Risiko itu dapat terjadi tanpa disadari lebih mahal daripada menerapkan proyek pada umumnya dan ketidakpastian dalam untuk mendapatkan hasil yang diharapkan dan berbagai risiko lainnya (Ismael dan shealy, 2017), sehingga muncul kekhawatiran untuk mewujudkan pelaksanaan konstruksi berkelanjutan. Surabaya merupakan kota terbesar ke 2 di Indonesia, banyak pembangunan yang kian meningkat (Wresniwira, 2017). Diperlukan upaya bersama di dunia, kota Surabaya ikut andil dalam mengurangi konsumsi energi dunia, maka diperlukannya analisis risiko proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya dan mitigasi apa saja yang dapat dilakukannya.

Peranan kontraktor dalam melakukan praktik konstruksi berkelanjutan sangat besar peranannya dalam mewujudkan sebuah bangunan yang diinginkan oleh owner dari awal sampai akhir proyek (Koe dkk 2014). Kontraktor dipimpin oleh seorang project manager yang menentukan keberhasilan proyek, harus mempunyai kemampuan dan pengalaman yang tinggi dalam setiap pengambilan keputusan (Hwang dan Wei, 2012). Akan tetapi dengan berkembangnya teknologi baru dalam penerapan konstruksi berkelanjutan (apine, 2016) , ada beberapa tantangan kontraktor dalam mewujudkannya. Tantangan itu adalah kurangnya kesadaran dalam memahami praktik konstruksi berkelanjutan (Ismael dan Shealy, 2018), kurangnya pengalaman (Ismael dan Shealy 2018, Hwang

2017) dan kurangnya komunikasi antar tim (Hwang 2017), cenderung melepaskan praktik konstruksi berkelanjutan saat ada deadline penyelesaian proyek (Hwang dan Tan, 2012).

Aktivitas pekerja yang berkaitan dengan proyek konstruksi, tidak terlepas dari penggunaan sumber daya alam sekitarnya. Sumber daya alam yang dipakai terus menerus akan mempengaruhi kebutuhan di masa mendatang, apabila tidak diatur penggunaannya kebutuhan sumber daya alam akan semakin menipis. Daur Hidup proyek tentang penggunaan sumber daya alam dari tahap perencanaan, kemudian perancangan, konstruksi, operasi, pemeliharaan hingga dekonstruksi akan mengonsumsi sumberdaya alam dan menghasilkan limbah dalam jumlah yang cukup besar (Abduh dan Fauzy, 2012). Hal ini mendorong praktik konstruksi saat ini berkembang untuk melakukan efisiensi dan tepat guna pemakaian sumber daya alam. Maka konsep praktik tersebut yang muncul adalah konsep konstruksi berkelanjutan, bangunan hijau dan bangunan berkinerja tinggi. (Apine, 2016).

Ketiga konsep berkelanjutan dalam proyek konstruksi tersebut menimbulkan pemahaman yang berbeda-beda, sehingga beberapa penulis dalam literatur menggunakan istilah yang tidak membedakan istilah yang terjadi. Konsep keberlanjutan yang dimaksud adalah tentang ekologis, sosial dan ekonomi. Dalam pendefinisian konstruksi berkelanjutan adalah Konsep untuk menciptakan dan mengoperasikan di lingkungan tersebut secara efisiensi sumber daya dan desain ekologis (Apine, 2016).

Green building atau bangunan hijau yang merupakan bagian dalam tahapan proyek berkelanjutan di Indonesia, merupakan bentuk dalam implementasi konstruksi berkelanjutan yang baik. Karakteristik terpenting dari bangunan hijau yang ideal, dalam hal kinerja tinggi, didasarkan pada peningkatan di berbagai bidang seperti: energi, air, bahan, antarmuka sistem alami, desain, kesehatan manusia; dengan menggunakan teknologi yang sudah tersedia atau mengembangkan yang baru. (Apine, 2016).

Dalam proyek konstruksi terdapat aktivitas yang banyak berpengaruh terhadap lingkungan. Aktivitas tersebut dapat menimbulkan dampak yang negatif seperti lahan bebas yang berkurang, pemakaian material yang didapat dari sumber

daya alam, pemakaian alat berat dan alat transportasi selama pelaksanaan konstruksi yang berdampak pada polusi. Maka tim proyek diperlukan dalam pengembangan konsep konstruksi berkelanjutan yang dikenal dengan konsep konstruksi hijau. Jadi selain dalam perencanaan, pelaksanaan diutamakan kualitas bangunan kuat tetapi perlu memperhatikan aspek lingkungan yang berdampak masyarakat sekitar dan ada penggunaan efisiensi sumber daya (Koe dkk, 2014).

Proyek yang dikerjakan di Surabaya pada umumnya sudah menerapkan konsep konstruksi berkelanjutan dengan baik, akan tetapi masih ada beberapa hal-hal yang perlu diperhatikan agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan dengan baik (Koe dkk., 2014). Ada beberapa tantangan dalam mewujudkan sebuah bangunan hijau atau green building yang mengakibatkan penerapannya di Indonesia menjadi lambat. Terdapat dua tantangan terbesar yang sudah terdefiniskan dalam literatur sebelumnya yaitu kurangnya permintaan dan ketertarikan dari klien, serta kurangnya pengetahuan akan bangunan hijau. (Abduh dan Fauzy, 2012).

Ada beberapa tantangan lain yang membuat terhambatnya pemilik perusahaan tidak memiliki keinginan dalam mengambil proyek yang menerapkan konstruksi berkelanjutan diantaranya : (1) Biayanya Meningkat dibandingkan proyek biasa/konvensional; (2) Kurangnya komunikasi dan keinginan antara anggota tim proyek; (3) Kurangnya penelitian yang mampu meyakinkan pemilik proyek; (4) Kurangnya minat klien. Sehingga tantangan tersebut membutuhkan solusi dalam hal komunikasi yang lebih besar di tim proyek, manajemen lingkungan yang terpadu untuk mengurangi dampak negatif di lingkungan sekitarnya, penggunaan material konstruksi baru yang lebih efisien, peningkatan latihan kerja bagi pekerja secara berkala.(Hwang dkk, 2012).

Selain itu dalam pelaksanaannya juga dapat menimbulkan efek negatif keselamatan terkait dengan teknologi, pelaksanaan dan produknya. Contoh dalam Pekerjaan diketinggian untuk pemasangan panel fotovoltaik dengan menggunakan skylight/alat khusus di ketinggian. Pekerjaan tersebut dapat memiliki risiko besar seperti seperti jatuh, luka bakar yang parah, kesetrum listrik, yang dapat berakibat pada kematian dan cedera serius (Kleiner, 2013).

Dikarenakan dengan adanya tantangan diatas, setiap bahan dan aplikasi yang baru yang digunakan dalam lapangan, maka risiko juga akan tumbuh. Diperlukan manajemen risiko dalam mengelola risiko pada proyek berkelanjutan yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dalam pembangunannya. agar tidak berdampak yang lebih luas lagi (Apine, 2016). Beberapa penelitian mengenai tantangan dan hambatan konstruksi berkelanjutan sudah dilakukan namun masih sedikit penelitian yang menganalisis risiko dan dampak serta mitigasi yang harus dilakukan agar konstruksi berkelanjutan dapat diterapkan.

Beberapa penelitian mengenai analisis risiko proyek yang telah dilakukan sebelumnya yang menggunakan berbagai metodologi yang berbeda. Penelitian tersebut ada yang menggunakan analisis Realibilitas dan validitas (Darda dkk, 2014), one way anova (Ismael dan Shealy., 2018), mean (Hwang dkk., 2017), metode perkalian kemungkinan dan dampak. Metode diatas memiliki keterbatasan karena bersifat tertentu dan tidak valid untuk tujuan yang lain atau bahkan untuk tujuan yang sama pada kelompok yang lain, untuk mean kelemahannya adalah sangat peka terhadap data yang banyak. Jika data ekstrimnya banyak, rata-rata menjadi kurang mewakili (representatif) tidak dapat digunakan untuk data kualitatif, tidak cocok untuk data yang beragam, sedangkan perkalian kemungkinan dan dampak untuk menentukan peringkat risiko bersifat umum.

Di dalam penelitian ini metodologi penelitian teknik yang digunakan untuk mengetahui tingkat risiko adalah teknik Fuzzy Logic. Teknik ini mulai diterapkan dalam penilaian keberlanjutan. Dalam penilaian keberlanjutan terdapat variabel linguistik yang membuat penilaian masing masing manusia akan berbeda dan tidak tepat. keberlanjutan memiliki persepsi probabilitas (jarang, sedikit, sedang, sedikit sering, sering) dan dampak (sangat rendah, rendah, sedang, besar, bencana) (payloff, dkk 2009). Apabila persepsi sering ditanyakan kepada orang lain, akan menimbulkan perbedaan persepsi jumlah yang berbedaa-beda, demikian halnya persepsi keberlanjutan lainnnya. Maka Fuzzy logic diambil dalam metodologi penelitian ini. Teknik ini mampu mewakili data yang tidak pasti, mampu mewakili pemikiran manusia dan menangani situasi yang tidak jelas (Andriantiatsaholiniaina, 2004). Teknik fuzzy menggunakan banyak indikator yang banyak untuk menganalisis faktor

risiko yang telah disusun, subjek diperlakukan dengan fuzzy logic dalam menangani ambiguitas, subjektivitas dan ketidaktepatan dalam penalaran manusia saat memproses volume data yang besar dan kompleks. Keuntungan dari fuzzy dalam penelitian ini adalah memperhitungkan ketidakpastian dan mengingat konsep fuzzy merupakan konsep non linear yang secara samar samar dalam pendefinisianya. Penggunaan mitigasinya dicontohkan dalam case study proyek yang menerapkan konstruksi berkelanjutan menggunakan Expected Monetary Value (menurut PMI 2013 definisinya adalah konsep statistik dalam manajemen risiko untuk menghitung cadangan kontingensi dan bertujuan untuk menentukan nilai moneter yang diharapkan dari risiko atau keputusan) dan alat pemodelan menggunakan untuk decision tree analysis yaitu salah satu Teknik yang digunakan dalam melakukan quantitative risk analysis yang bertujuan menentukan nilai moneter yang diharapkan dengan beberapa alternatif. Diharapkan dengan adanya mitigasi risiko dapat mengurangi risiko yang akan terjadi.

Berdasarkan permasalahan dan penelitian terdahulu maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis risiko konstruksi yang berkelanjutan serta mitigasi yang tepat yang perlu dilakukan agar proyek konstruksi berkelanjutan dapat dilaksanakan dengan baik dan dapat bermanfaat sesuai dengan konsep proyek konstruksi berkelanjutan.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, adapun permasalahan yang dihadapi yaitu:

1. Risiko apa yang menjadi dominan dalam proyek konstruksi berkelanjutan
2. Apa bentuk mitigasi terbaik dalam mengurangi risiko tersebut agar proyek konstruksi berkelanjutan dapat berjalan dengan baik.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan permasalahan diatas, penelitian bertujuan, sebagai berikut:

1. Menganalisis risiko dominan pada proyek konstruksi berkelanjutan.

2. Menganalisis mitigasi risiko yang terbaik untuk mengurangi risiko, agar proyek konstruksi berkelanjutan dapat diterapkan dengan baik.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat digunakan bagi manajer proyek dalam mengelola manajerial proyek. Dengan mengetahui risiko apa saja yang terjadi dalam penerapan proyek konstruksi berkelanjutan dan solusi untuk meminimalisir risiko tersebut. Diharapkan manajer proyek mempunyai cara pandang yang semakin luas dan nyata dalam penerapan proyek yang dipimpinnya.

1.5. Batasan Studi

Berdasarkan tujuan penelitian tersebut, diuraikan batasan studi pada penelitian, yaitu sebagai berikut:

1. Objek penelitian pada proyek konstruksi berkelanjutan
2. Lokasi pemilihan di Surabaya, Jawa timur

1.6. Sistematikan Penulisan

Beberapa hal yang dibahas dalam sistematikan pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN, berisi latar belakang dari dilakukannya penelitian berisi tentang analisis risiko pada proyek konstruksi berkekelanjutan di Surabaya. Selain itu dikemukakan tentang permasalahan, tujuan, manfaat, batasan studi penelitian ini.

BAB II KAJIAN PUSTAKA, berisi teori-teori pendukung yang menjadi landasan dari penyusunan penelitian ini. Selain itu dijelaskan tentang teori pengertian konstruksi berkelanjutan, teori tentang metode yang digunakan dalam metode ini, dan juga penelitian sebelumnya dalam mendukung dilakukannya penelitian ini.

BAB III METODOLOGI, membahas metodologi penelitian yang dilakukan pada penelitian ini, mulai dari jenis data penelitian, metode dalam mengumpulkan data penelitian, sampai alur untuk menganalisa data hingga didapatkan suatu kesimpulan.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN berisi tentang Analisa data yang telah didapatkan dengan menggunakan metodologi yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, sehingga didapatkan level risiko yang tinggi. Selanjutnya juga dibahas bagaimana mitigasi yang dilakukan dari beberapa alternatif.

BAB V KESIMPULAN, berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil analisa data yaitu risiko apa saja yang tergolong level risiko yang tinggi dan bagaimana bentuk mitigasinya.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Definisi Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah tindakan atau praktek yang berhubungan dengan risiko. Diantaranya adalah perencanaan untuk risiko, mengidentifikasi risiko, menganalisis risiko, mengembangkan strategi untuk merespon risiko serta monitoring dan pengendalian untuk menentukan bagaimana risiko tersebut telah berubah (PMI, 2013).

2.1.1 Definisi Risiko Proyek

Risiko adalah kejadian / peristiwa akibat dari suatu ketidakpastian yang akan berdampak positif dan negatif pada kejadian di masa depan, sebagai pengukuran probabilitas dan dampak akibat tercapainya sasaran yang telah ditentukan. Apabila berdampak pada hal yang positif, hal itu merupakan kesempatan yang perlu diambil dan yang berdampak negatif atau buruk / kerugian merupakan risiko yang mungkin akan terjadi (PMI 2013, Fitria 2017, Fauzy dkk 2016, Suwandi 2010, Rumimper dkk 2015, Tjakra dan Sangari 2011).

Risiko proyek adalah risiko yang terjadi pada proyek dengan memperhatikan ruang lingkup, jadwal, biaya dan mutu (PMI 2013).

2.1.2. Manajemen Risiko Proyek

Manajemen Risiko proyek adalah mengatur proses-proses yang berkaitan dengan risiko agar dapat mengurangi risiko atau dapat meningkatkan probabilitas dan dampak yang baik bagi proyek. Kegiatan dalam manajemen risiko diantaranya identifikasi, analisis, tanggapan, dan pemantauan dan pengendalian pada sebuah proyek. (PMI 2013, Fitria 2017, Fauzy dkk 2016, Suwandi 2010, Rumimper dkk 2015, Tjakra dan Sangari 2011).

2.1.2.1 Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko adalah mengumpulkan daftar risiko yang ada dan pengetahuan serta keterampilan yang ditawarkan oleh tim proyek mengantisipasi kejadian risiko (PMI 2013, Fitria 2017, Fauzy dkk 2016, Suwandi 2010, Rumimper dkk 2015, Tjakra dan Sangari 2011).

Praktek yang umum dilakukan dalam memperoleh identifikasi risiko adalah wawancara terhadap pihak yang terkait. Apabila ada yang mengklarifikasi untuk menambah atau mengurangi daftar risiko dapat dilakukan. Diharapkan dengan melakukan identifikasi risiko memperoleh daftar risiko (Fauzy dkk, 2016).

2.1.2.1.1. Risiko dalam Konstruksi Hijau

Banyak risiko yang terkait dengan konstruksi hijau sangat mirip dengan masalah yang secara tradisional terkait dengan proyek-proyek konstruksi seperti gambar yang tidak terkoordinasi, penundaan konstruksi, dan konstruksi yang tidak patuh terhadap peraturan. Tapi risiko lain dengan praktik desain dan konstruksi berkelanjutan karena penggunaan bahan, sistem, dan prosedur hijau (Apine, 2016). (Penjelasan konstruksi hijau diuraikan selanjutnya dalam bab sama)

Dibawah ini rekapan risiko dari literatur review untuk proyek konstruksi berkelanjutan sebagai berikut (lihat tabel 2.1. risiko dalam proyek konstruksi berkelanjutan dari literatur) ;

Tabel 2.1. Risiko dalam Proyek Konstruksi Berkelanjutan dari literatur

Kode	Risiko	Sumber (Hwang, Shan, dkk 2017)	Sumber (Ismael dan Shealy, 2018)	Sumber (Pavloff,dkk, 2009)	Sumber (Darda dkk., 2014)	Sumber (Apine, 2016)
A	Keuangan					
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal		√			
A2	Kontingensi Investor tinggi		√			
A3	Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang					√

Tabel 2.1. Risiko dalam Proyek Konstruksi Berkelanjutan dari literature (lanjutan)

Kode	Risiko	Sumber (Hwang, Shan, dkk 2017)	Sumber (Ismael dan Shealy, 2018)	Sumber (Pavloff,dkk, 2009)	Sumber (Darda dkk., 2014)	Sumber (Apine, 2016)
	direncanakan					
B	Standar Perawatan / Legal					
B1	Tidak ada intensif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan			√		
B2	Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah	√				
B3	Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi	√		√		
B4	Pembatasan impor/ekspor	√				
B5	Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman			√		
C	Kinerja					
C1	Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah			√		
C2	Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan.			√		
C3	Kinerja yang rendah selama paska konstruksi			√		
C4	Ketidakpercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik			√		
D	Konsultan, Subkonsultan, & Subkontraktor					
D1	Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka			√		
D2	Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka			√		
E	Teknologi					

Tabel 2.1. Risiko dalam Proyek Konstruksi Berkelanjutan dari literature (lanjutan)

Kode	Risiko	Sumber (Hwang, Shan, dkk 2017)	Sumber (Ismael dan Shealy, 2018)	Sumber (Pavloff,dkk, 2009)	Sumber (Darda dkk., 2014)	Sumber (Apine, 2016)
E1	Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang	√	√	√		
E2	Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan	√			√	
E3	Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan	√				
F	Tenaga Kerja dan Peralatan Material					
F1	Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan	√	√			
F2	Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak					√
G	Lain-lain					
G1	Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan					√

(Sumber : Daftar Pustaka Tertentu)

2.1.2.1.2 Pengertian Risiko dalam Proyek Konstruksi Berkelanjutan

Berdasarkan definisi diatas dapat disimpulkan bahwa risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan adalah peristiwa dari suatu ketidakpastian yang akan berdampak positif maupun negatif dalam melakukan proses proyek konstruksi dengan menekankan peningkatan efisiensi dalam penggunaan air, energi, bangunan dan prinsip-prinsip berkelanjutan (reduce, reuse, recycle, nature, toxics, economics, quality) mulai dari desain, pembangunan, hingga pemeliharaan pembangunan dengan tetap memelihara kelestarian lingkungan, sosial dan ekonomi.

Setelah didapatkan risiko risiko dalam proyek konstruksi berkelanjutan dari literatur diatas, berikut ini pengertian dari risiko tersebut ;

1. Kategori Keuangan

1a Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal

Artinya adalah bahan dan alat ramah lingkungan apabila dibandingkan dengan bahan dan alat yang bukan ramah lingkungan lebih mahal.

1b Kontingensi Investor tinggi

Artinya adalah Investor tidak dapat menghitung secara akurat, keuntungan yang akan didapat, dikarenakan kurang berpengalaman dan ketidakyakinan proyek yang menerapkan ramah lingkungan dapat menguntungkan.

1c Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan

Artinya Pengiriman material terlambat dikarenakan persetujuan untuk mendapatkan persetujuan lama, membutuhkan sertifikasi sehingga lebih lama dibandingkan yang tidak menerapkan sertifikasi (khusus green building), kekurangan ketersediaan material, menunggu tahapan tahapan green proyek lainnya dikarenakan kekurangan perencanaan yang akurat tentang penerapan green proyek, jadi dalam proyek dapat mengakibatkan keterlambatan yang menimbulkan biaya lebih mahal dari yang direncanakan (Apine dkk, 2016)

2. Standar Perawatan / Legal

2a Tidak ada intensif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan

Artinya pekerjaan penerapan ramah lingkungan dilakukan secara cuma-cuma / tidak ada pembayaran.

2b Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah

Artinya apabila proyek menerapkan dalam persiapan green building, maka peraturan yang digunakan sering berubah-ubah/ganti peraturan dalam beberapa tahun, sehingga dapat menimbulkan ketidakpercayaan diri / ketidakpercayaan dalam melanjutkan sertifikasi green building.

2c Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi

Artinya tim manajemen proyek yang terbiasa dengan peraturan dalam efisiensi kerja akan merasa terbebani karena harus berfikir dengan menerapkan berbagai strategi dan biaya yang tidak sedikit. Menurut Hwang

(2017) 40%-50% konsumsi energi dihabiskan untuk pekerjaan konstruksi dan 40% sampah padat yang dihasilkannya. Jadi dalam pengertian global, perusahaan konstruksi menghabiskan sampah dan konsumsi energi yang tidak sedikit (Hwang dkk,2017) .

2d Pembatasan impor/ekspor

Artinya konsep green lewat pemerintah agar tidak banyak melakukan import, karena import akan banyak kehilangan energi yang dibutuhkan, seperti transportasi, pengangkutan material dll (Hwang dkk, 2017)

2e Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman

Artinya apabila peraturan memasukkan menjadi regulasi dan akan memberikan hukuman apabila ada pelanggaran(Paylof dkk, 2009)

3. Kinerja

3a Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah

Artinya Pemakaian produk ramah lingkungan hanya bertahan sementara atau digunakan dalam periode waktu tertentu (Paylof dkk, 2009) dikarenakan kurangnya pengalaman dalam pengoperasian yang mengakibatkan cepat rusak.

3b Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan.

Artinya spesifikasi bahan ramah lingkungan tidak tahu karena kurangnya pelatihan dan pengalaman staff operasi yang akan disiapkan (Payloff dkk, 2009).

3c Kinerja yang rendah selama paska konstruksi

Artinya Pada saat fase operasi, alat, bahan, system tidak dapat dioperasikan secara maksimal / rusak karena pelatihan dan pengalaman staff operasi yang akan disiapkan (Payloff dkk, 2009).

3.d. Ketidakpercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik

Artinya Risiko ini akibat dari pemikiran bahwa sertifikasi green buiding tidak dicapai dikarenakan kemampuan produk hanya bersifat sementara, sehingga berakibat ketidakpercayaan adanya perjanjian sewa pemilik, kemampuan membayar hutang dan kepatuhan terhadap peraturan (Payloff dkk, 2009).

4. Konsultan, Subkonsultan, & Subkontraktor

4a Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka

Artinya kurangnya kontrol kualitas didalam internal, mengakibatkan masuknya kontraktor yang masuk kedalam proyek (Payloff dkk, 2009)

- 4b Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka
Artinya kurangnya kontrol kualitas didalam internal, mengakibatkan masuknya subkontraktor yang masuk kedalam proyek (Payloff dkk, 2009)

5. Teknologi

- 5a Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang
Artinya potensi penggunaan saat digunakan tidak bisa digunakan secara maksimal, tidal sesuai dengan kapasitas yang tertera. Hal ini dikarenakan kurangnya kecanggihan teknologi dan kurangnya pengalaman (Payloff dkk 2009, Ismael dkk 2018, Hwang dkk 2017)
- 5b Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan
Artinya kurangnya atau tidak ada untuk pelatihan dalam operasi dan pemeliharaan menjadi penyebab kuranya pengalaman dalam mengoperasikan lingkungan.
- 5c Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan
Artinya kurang pengalaman dan kurangnya pelatihan, ketidaktersediaan greenmaterial yang mengakibatkan tidak terbiasanya pemakaian produk ramah lingkungan.

6. Tenaga Kerja dan Peralatan Material

- 6.a. Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan
- 6.b. Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak
Artinya bahan dan peralatan hanya bertahan sementara, tidak dapat digunakan terus menerus.

7. Lain-lain

- 7.a. Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan
Artinya akibat ketidaksediaan material yang ada, harus menunggu lama persetujuan green material, harus menunggu tahapan tahapan dan perencanaan yang tidak baik mengakibatkan terlambatnya jadwal proyek.

2.1.2.2 Analisa Kualitatif Risiko

Tujuan dari Kualitatif Analisis Risiko adalah Proses dalam menentukan peringkat level risiko dalam mengklasifikasikan risiko tinggi, risiko sedang, dan risiko rendah melalui tingkatan probabilitas dan tingkatan dampaknya. Biasanya penilaian ini ditentukan sebelum proyek (PMI 2013, Fitria 2017, Fauzy dkk 2016, Suwandi 2010, Rumimper dkk 2015, Tjakra dan Sangari 2011).

Pada penelitian ini membahas tentang proyek konstruksi berkelanjutan yang tidak terlepas dari pembahasan dampak ekonomi, sosial, lingkungan, maka dibawah ini diuraikan tingkatan probabilitas (lihat Tabel 2.2. tingkatan frekuensi/probabilitas), tingkatan ekonomi dan tingkatan lingkungan pada analisa kualitatif risiko sebagai berikut ;

Tabel 2.2. Tingkatan Frekuensi/Probabilitas

Level	Deskripsi	Sumber Literatur						
		Ismael dan Shealy, 2018	Bainley, 2015	Hwang, 2017	Payloff dkk 2009	PMI, 2013	AS/NZS, 1999	Imansari, 2017
1	Sering	√	√	√	√	√	√	√
2	Sedikit sering	√	√	√	√	√	√	√
3	Sedang	√	√	√	√	√	√	√
4	Sedikit	√	√	√	√	√	√	√
5	Jarang	√	√	√	√	√	√	√

Sumber : Daftar Pustaka Tertentu

Arti Probabilitas diatas sebagai berikut ;

1. Sering adalah hampir pasti akan terjadi beberapa kali (Bainley, 2015) selama periode tiga tahun (Payloff, 2009), terjadi di sebagian besar keadaan (AS/NZS 1999).
2. Sedikit sering adalah terjadi setidaknya sekali setiap tiga tahun (Payloff, 2009), akan terjadi di beberapa besar keadaan (AS/NZS 1999).

3. Sedang adalah mungkin terjadi setidaknya sekali setiap tiga tahun (Payloff, 2009), mungkin terjadi di beberapa waktu (AS/NZS 1999).
4. Sedikit adalah mungkin terjadi dalam periode tiga tahun (Payloff, 2009), dapat terjadi di beberapa waktu (AS/NZS 1999).
5. Jarang adalah langka (Bainley, 2015), sangat tidak mungkin terjadi selama periode tiga tahun (Payloff, 2009), mungkin terjadi di tertentu saja (AS/NZS 1999).

Dibawah ini diuraikan tentang tingkatan dampak ekonomi (lihat tabel 2.3. tingkatan dampak ekonomi) ;

Tabel 2.3. Tingkatan Dampak Ekonomi

Level	Deskripsi	Sumber Literatur					
		Ismael dan Shealy, 2018	Bainley, 2015	Hwang, 2017	Payloff dkk 2009	Suharto, 2008	PMI, 2013
1	Bencana	√	√	√	√	√	√
2	Besar	√	√	√	√	√	√
3	Sedang	√	√	√	√	√	√
4	Rendah	√	√	√	√	√	√
5	Sangat rendah	√	√	√	√	√	√

Sumber : Daftar Pustaka Tertentu

Arti dampak ekonomi diatas sebagai berikut ;

1. Bencana adalah dampaknya sangat besar (Suharto, 2008), kehilangan finansial yang sangat besar (AS/NZS 1999, payoff dkk 2009).
2. Besar adalah dampaknya besar (Suharto, 2008), kehilangan finansial yang besar (AS/NZS 1999, payoff dkk 2009).
3. Sedang adalah dampaknya cukup besar (Suharto, 2008), kehilangan finansial yang tinggi (AS/NZS 1999, payoff dkk 2009).
4. Rendah adalah dampaknya kecil (Suharto, 2008), kehilangan finansial yang tergolong sedang (AS/NZS 1999, payoff dkk 2009).

5. Sangat Rendah adalah dampaknya sangat kecil (Suharto, 2008), kehilangan finansial yang masih rendah (AS/NZS 1999, payoff dkk 2009).

Dibawah ini diuraikan tentang tingkatan dampak sosial (lihat tabel 2.4. tingkatan dampak sosial) ;

Tabel 2.4. Tingkatan Dampak Sosial

Level	Deskripsi	Sumber Literatur					
		Ismael dan Shealy, 2018	Bainley, 2015	Hwang, 2017	Payloff dkk 2009	Suharto, 2008	PMI, 2013
1	Bencana	√	√	√	√	√	√
2	Besar	√	√	√	√	√	√
3	Sedang	√	√	√	√	√	√
4	Rendah	√	√	√	√	√	√
5	Sangat rendah	√	√	√	√	√	√

Sumber : Daftar Pustaka Tertentu

Arti dampak sosial diatas sebagai berikut ;

1. Bencana adalah kerusakan total tatanan sosial, penodaan item-item yang memiliki signifikansi budaya global, perusahaan langsung bertanggung jawab atau terlibat secara penuh dan luas (Bainley, 2015), dampaknya sangat besar (Suharto, 2008).
2. Besar adalah dampak besar pada ketertiban sosial, kerusakan besar pada barang-barang yang memiliki signifikansi budaya global, pelanggaran warisan budaya yang sangat ofensif, perusahaan secara langsung bertanggung jawab atau terlibat dalam dampak jangka panjang yang berat terhadap hak asasi manusia (Bainley, 2015), dampaknya besar (Suharto, 2008).
3. Sedang adalah dampak sosial jangka menengah atau seringnya masalah sosial, kerusakan sedang pada struktur / benda peninggalan budaya local, dampak hak asasi manusia sementara (Bainley, 2015), dampaknya sedang (Suharto, 2008).

4. Rendah adalah dampak sosial dalam jangka menengah, kerusakan yang dapat diperbaiki atau gangguan pada properti, struktur atau barang, pelanggaran kecil terhadap warisan budaya, dampak minor, sementara terhadap hak asasi manusia (Bainley, 2015), dampaknya kecil (Suharto, 2008).
5. Sangat Rendah adalah dampak sosial dengan level yang rendah, tidak berdampak pada pelanggaran /gangguan warisan budaya, berdampak kecil terhadap hak asasi manusia (Bainley, 2015), dampaknya sangat kecil (Suharto, 2008).

Dibawah ini diuraikan tentang tingkatan dampak lingkungan (lihat tabel 2.5. dampak lingkungan) ;

Tabel 2.5. Dampak Lingkungan

Level	Deskripsi	Sumber Literatur				
		Ismael dan Shealy, 2018	Bainley, 2015	Hwang, 2017	Payloff dkk 2009	PMI, 2013
1	Bencana	√	√	√	√	√
2	Besar	√	√	√	√	√
3	Sedang	√	√	√	√	√
4	Rendah	√	√	√	√	√
5	Sangat rendah	√	√	√	√	√

Sumber : Daftar Pustaka Tertentu

Arti dampak lingkungan diatas sebagai berikut ;

1. Bencana adalah dampak risiko permanen terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara (Bainley, 2015), kerusakan lingkungan yang berdampak pada kematian (Payloff, 2009).
2. Besar adalah Dampak signifikan terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara (Bainley, 2015), kerusakan lingkungan berdampak pada masyarakat sekitar (Payloff, 2009).

3. Sedang adalah Dampak Sedang terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara (Bainley, 2015), kerusakan lingkungan mulai terlihat (Payloff, 2009).
4. Rendah adalah dampak kecil terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara (Bainley, 2015), efek lingkungan masih berdampak kecil (Payloff, 2009).
5. Sangat Rendah adalah dampak risiko rendah terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara (Bainley, 2015), lingkungan berdampak sementara (Payloff, 2009).

Dibawah ini tabel untuk penjelasan level risikon (lihat tabel 2.6. faktor risiko dan peringkat frekuensi dan dampak) ;

Tabel 2.6. Faktor Risiko dan Peringkat Frekuensi dan Dampak

Kategori	Langkah Penanganan
Risiko Tinggi	Harus dilakukan penurunan risiko tingkat yang lebih rendah
Risiko Sedang	Langkah Penanganan dalam jangka waktu tertentu
Risiko Rendah	Langkah perbaikan bila memungkinkan

Sumber : (Asmarantaka, 2014)

2.1.2.2.1 Fuzzy Logic

Suatu sistem berbasis aturan *fuzzy* terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *fuzzification*, *inference* dan *defuzzification* (Kusumadewi dkk, 2010).

- a. *Fuzzification* mengubah masukan/ input yang memiliki nilai kebenaran yang bersifat pasti (*crisp input*) menjadi bentuk *fuzzy input*. Fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah bilangan *crisp* menjadi nilai keanggotaan dalam himpunan *fuzzy*.
- b. *Fuzzy Inference System* melakukan penalaran menggunakan *fuzzy input* dan *fuzzy rules* yang telah ditentukan sebagai pengambil kesimpulan (*reasoning*) sehingga menghasilkan keputusan dalam *fuzzy output*. *Defuzzification* mengubah *fuzzy output* menjadi *crisp value*. Defuzzifikasi yang umum dipakai (kusumadewi, 2010) adalah Metode Centroid atau *Composite Moment*

(penyelesaian *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat) dan *Weighted average* (Metode ini mengambil nilai rata-rata dengan pembobotan berupa derajat keanggotaan).

Ada beberapa metode dapat yang digunakan untuk menentukan membership function (fungsi keanggotaan) antara lain (cornelissen A 2002)

1. *Point estimation*

Pada metode ini caranya adalah memberi titik titik setiap item x dalam suatu himpunan. Penilaian pakar untuk derajat keanggotaan hanya memiliki nilai 0 dan 1. Contoh dalam menentukan propety diterima atau tidak, hasilnya 60 % memiliki property. Kemudian setiap pertanyaan akan dievaluasi setiap perbedaan oleh pakar lain dan seterusnya.

Keuntungan utama PE adalah pemrosesan sederhana pengetahuan ahli yang diperoleh. Juga, PE dapat diterapkan pada variabel basis nominal, diskrit dan kontinu. Kerugian utama PE adalah kontradiksi antara kerenyahan mode respons ahli (yaitu tidak atau tidak memiliki properti) dan ketidakjelasan yang melekat dalam interpretasi informasi manusia (yaitu memiliki properti sampai tingkat tertentu) . Juga, para ahli perlu mengevaluasi sejumlah individu dalam kisaran yang relevan dari variabel dasar. Oleh karena itu, jika sejumlah besar kebutuhan perlu dievaluasi, maka aplikasi praktis PE dapat melelahkan dan memakan waktu bagi seorang ahli, dan mempengaruhi keandalan evaluasi ahli.

2. *Interval Estimation*

Para pakar menentukan berapa range dalam setiap item x yang dipertanyakan. Tipe jawaban yang memungkinkan subyek untuk memberikan interval suatu item dalam himpunan. Jenis pertanyaan “ berikan interval umur dalam himpunan A?” misalnya muda umurnya 10-30, paruh baya 30-50, tua diatas 50.

Keuntungan utama IE adalah pemrosesan sederhana dari pengetahuan yang diperoleh. Juga, dengan mendefinisikan interval aplikasi praktis dari IE kurang sulit dan memakan waktu untuk seorang ahli dibandingkan dengan mengevaluasi individu. Seperti pada PE, kelemahan utama IE adalah kerenyahan dari mode

respons yang diperlukan dari para ahli. Juga, rentang aplikasi IE terbatas karena metode tidak dapat diterapkan pada variabel basis nominal.

3. Direct Rating

Penilaian dari pakar dengan menentukan interval, kemudian dari setiap interval tersebut ada penilaian tersendiri, setiap penilaian diberi titik, sehingga akan membentuk pemodelan dari setiap interval. Satu ahli dapat digunakan untuk memodelkan fungsi keanggotaan ini.

Keuntungan utama dari DR adalah memungkinkan kekaburan dan tidak memaksa para ahli untuk menentukan apakah memiliki atau tidak memiliki properti. DR dapat diterapkan pada variabel basis nominal, diskrit, dan kontinu. Kerugian dari DR, apabila dalam memodelkan masih dianggap diterima dengan perbedaan selisih yang sedikit.. Seperti pada PE, jika sejumlah besar kebutuhan harus dievaluasi, maka aplikasi praktis dari DR dapat melelahkan dan menghabiskan waktu bagi seorang ahli, dan memengaruhi keandalan evaluasi para ahli.

4. Transition Interval estimasi

Metode ini merangkum dari ketiga metode sebelumnya PE, IE dan DR. Dalam menggunakan interval bisa digunakan untuk menilai individu / tidak dapat membuat perbedaan yang jelas, pada saat yang sama memungkinkan respons ahli menjadi kabur dengan memakai transisi untuk dibatasi pada nilai tertentu. Jadi penilaian ada titik tengah/terpusat kemudian menurun tajam sesuai dengan penilaian ahli. Transisi tersebut didasarkan pada transisi linear.

Penilaian keseluruhan berarti bahwa, rata-rata, para ahli menentukan bahwa ada dalam interval, yaitu para ahli tidak dapat menentukan secara jelas apakah itu salah atau tidak.

Keuntungan utama dari TIE adalah bahwa para ahli tidak harus menentukan tepat signments as-numerik. Mode respons pakar dapat menjadi kabur dengan mendefinisikan interval yang tanpa harus menentukan secara spesifik. Selain itu, TIE tidak terlalu melelahkan dan menghabiskan waktu bagi seorang ahli. Kelemahan utama TIE adalah bahwa mode evaluasi ahli kurang mudah melalui

penetapan nilai batas dan dibandingkan dengan PE dan IE. Juga, rentang penerapan TIE terbatas karena tidak dapat diterapkan pada variabel basis nominal.

Untuk melihat perbedaan antara fungsi keanggotaan secara *crisp* dan *fuzzy* maka dapat dicontohkan himpunan tinggi badan seseorang. Dengan menggunakan himpunan crisp, misalkan seseorang dikatakan tinggi jika memiliki tinggi badan diatas 165cm dan dapat dikatakan nilai keanggotaan $\mu = 1$ dan jika dibawah dari 165cm maka nilai keanggotaan $\mu = 0$.

2.1.2.3 Analisis Risiko Kuantitatif dan Teknik Pemodelan

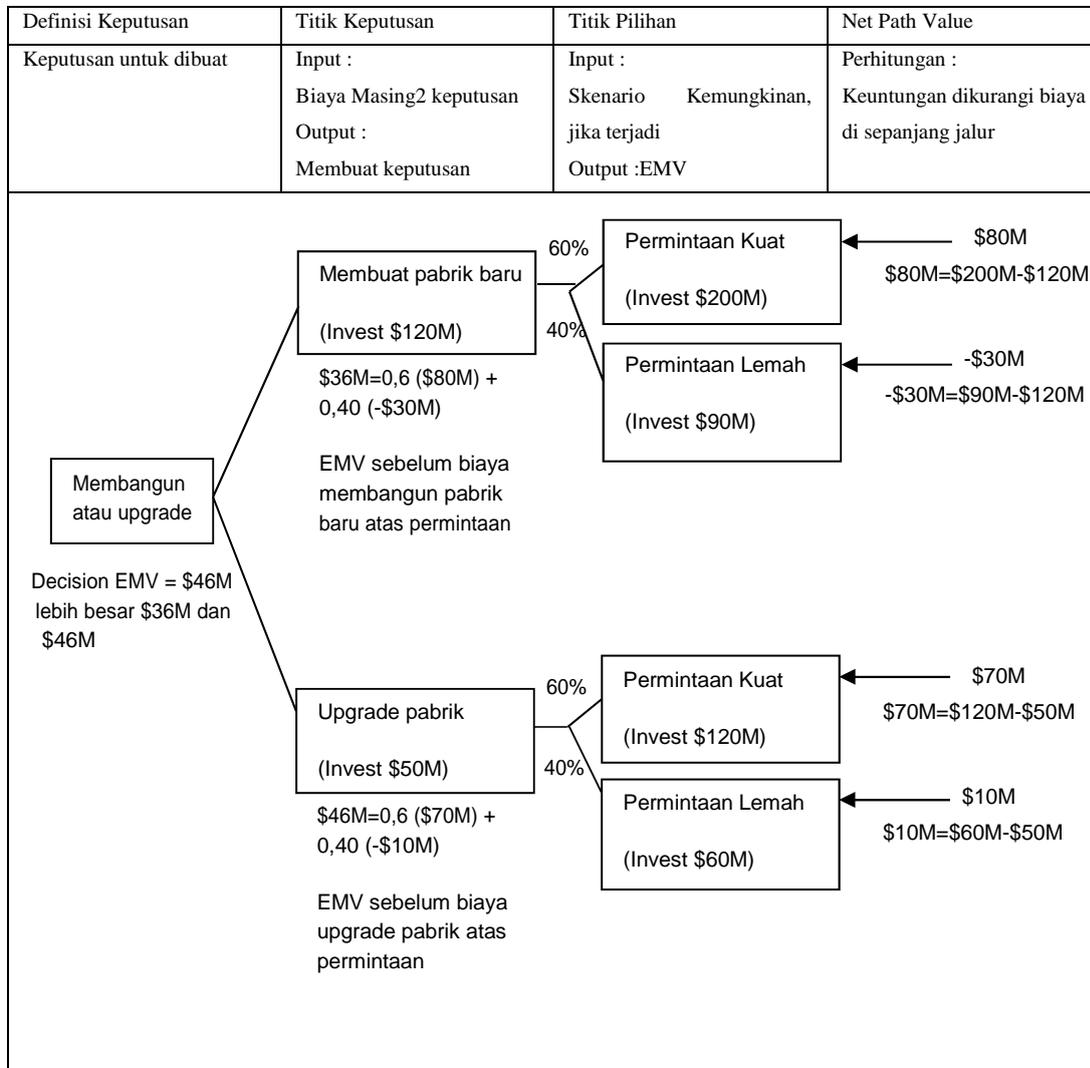
2.1.2.3.1 Analisis Sensitifitas

Teknik yang biasa digunakan menggunakan pendekatan analisis berorientasi peristiwa dan berorientasi proyek, termasuk: analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas membantu menentukan risiko mana yang paling berpotensi berdampak pada proyek. Dengan alat bantu menggunakan diagram tornado akan terlihat variasi ketidak pastian dan variasi elemen lainnya.

2.1.2.3.2 Expected Monetary Value Analysis.

Analisis nilai moneter yang diharapkan (EMV) adalah konsep statistik yang menghitung hasil rata-rata ketika masa depan mencakup skenario yang mungkin atau mungkin tidak terjadi (yaitu, analisis dalam ketidakpastian). Yang dimaksud moneter adalah dampak karena risiko yang akan ditimbulkan dan dimasukkan ke dalam bentuk biaya. EMV peluang secara umum dinyatakan sebagai nilai positif, sementara ancaman dinyatakan sebagai nilai negatif. EMV membutuhkan asumsi risiko netral tidak menolak risiko maupun mencari risiko. EMV untuk suatu proyek dihitung dengan mengalikan nilai setiap hasil yang mungkin dengan probabilitas terjadinya dan menambahkan alternatif bersama-sama. Nilai dari dampak tersebut adalah real biaya yang nyata dalam bentuk rupiah dan probabilitas dinyatakan dalam prosentase. Penggunaan umum dari jenis analisis ini adalah analisis pohon keputusan decision tree analysis.

Dibawah ini dapat dilihat contoh kasus penggunaan decision tree analysis (gambar 2.1. decision tree diagram) ;



Gambar 2.1. Decision Tree Diagram

Sumber : (PMI, 2013).

Keterangan penjelasan diatas ;

Catatan 1: Pohon keputusan menunjukkan bagaimana membuat keputusan antara strategi modal alternatif (direpresentasikan sebagai "keputusan node ") ketika lingkungan mengandung elemen yang tidak pasti (direpresentasikan sebagai" node kesempatan ").

Catatan 2: keputusan sedang dibuat apakah akan berinvestasi \$ 120 juta AS untuk membangun pabrik baru atau sebaliknya hanya berinvestasi \$ 50 juta AS untuk memutakhirkan pabrik yang ada. Untuk setiap keputusan, permintaan harus diperhitungkan. Sebagai contoh, permintaan yang kuat menyebabkan pendapatan \$ 200 juta dengan pabrik baru tetapi hanya US \$ 120 juta untuk pabrik yang ditingkatkan, mungkin karena keterbatasan kapasitas pabrik yang ditingkatkan. Akhir dari setiap cabang menunjukkan efek bersih dari imbalan dikurangi biaya. Untuk setiap cabang keputusan, semua efek ditambahkan untuk menentukan keseluruhan nilai moneter yang Diharapkan (EMV) dari keputusan tersebut. Pabrik yang ditingkatkan memiliki EMV lebih tinggi dari \$ 46 juta dan juga EMV dari keputusan keseluruhan. (Pilihan ini juga merupakan risiko terendah dengan outcome of a loss of \$30M).

2.1.2.3.3 Pemodelan dan simulasi.

Simulasi proyek merupakan model yang menerjemahkan ketidakpastian proyek menjadi dampak potensial mereka pada tujuan proyek. Simulasi biasanya dilakukan dengan menggunakan teknik Monte Carlo. Dalam simulasi, model proyek dihitung berkali-kali (iterated), dengan nilai input (misalnya perkiraan biaya atau durasi aktivitas) kemudian dipilih secara acak untuk masing-masing iterasi dari distribusi probabilitas variabel-variabel.

2.1.2.4 Perencanaan Respon / Mitigasi Risiko

Rencana tanggapan risiko adalah proses pengembangan dari pilihan dan tindakan untuk meningkatkan peluang dan mengurangi ancaman bagi tujuan proyek.

Beberapa cara mengelola risiko termasuk dalam beberapa kategori (PMI 2013, Suwandi 2010, Rumimper dkk 2015, Tjakra dan Sangari 2011, AS/NZS 1999) : 1) Transfer (T) risiko : berarti menyebabkan pihak lain untuk menerima risiko, biasanya melalui kontrak atau dengan batasan; 2) Penghindaran (Avoid) risiko : 3) Menghindari kegiatan yang dapat membawa risiko. Contohnya adalah tidak membeli properti atau bisnis agar tidak mengambil tanggung jawab hutang yang menyertainya; 4) Pengurangan risiko (Reduce : Rd) : Melakukan

pengurangan resiko agar resiko menjadi kecil. Tetapi tidak menghilangkan. Contohnya termasuk alat penyiram yang dirancang untuk memadamkan api untuk mengurangi risiko kebakaran. 5) Penerimaan risiko (Receive : R) melibatkan penerimaan kerugian ketika terjadi. Asuransi diri termasuk dalam kategori ini.

2.2 Fase Proyek

Menurut PMI, 2001 ada beberapa tahapan fase dalam proyek. Tahapan tersebut diantaranya ; konstruksi Tahap I / *Feasibility* : Pada tahap ini diadakan studi kelayakan, pematangan design, persetujuan sebelum proyek dilakukan. Tahap II : Tahap desain dan perencanaan dimana desain dasar, biaya dan penjadwalan, dokumen kontrak kerja dan perencanaan yang lebih mendetail dibuat. Tahap III : Tahap konstruksi dimana pada tahap ini bahan-bahan untuk proyek dibuat, diantarkan ke lokasi, dikerjakan oleh kontraktor, instalasi jaringan dan pengetesan. Pada akhir tahap ini fasilitas yang dikerjakan sudah harus selesai dan dapat dipergunakan dengan baik. Tahap IV : Pada tahap ini sudah ada serah terima, operasi penuh,

2.3. Keberlanjutan

Keberlanjutan didefinisikan sebagai penggunaan solusi, alat dan bahan untuk mengurangi risiko jangka panjang terkait dengan pengurangan sumber daya, konsumsi energi, kewajiban produk, dan polusi serta pengelolaan limbah, memungkinkan pengembangan di masa depan.

Istilah "konstruksi berkelanjutan" pertama kali diusulkan untuk menggambarkan tanggung jawab industri konstruksi dalam mencapai keberlanjutan menurut Hill dalam (Apine, 2016). "Dengan meningkatnya kebutuhan akan efisiensi sumber daya dan adaptasi perubahan iklim, ada kebutuhan untuk menerapkan prinsip dan praktik berkelanjutan dalam proyek konstruksi" menurut maduka dalam (Apine, 2016)

2.3.1. Proyek Konstruksi Berkelanjutan

Efisiensi sumberdaya mendorong pengembangan teknologi baru, dari desain modern hingga material revolusioner dan praktik konstruksi baru; dengan

cara itu, konsep-konsep baru di lingkungan binaan telah diperkenalkan seperti: konstruksi berkelanjutan, bangunan hijau dan bangunan berkinerja tinggi (Apine, 2016, Karlinasari dan Surjokusumo, 2009)

Penting untuk membuat beberapa perbedaan dalam konsep yang umum digunakan dalam lingkungan binaan terkait dengan keberlanjutan. Menurut Karlinasari dan Surjokusumo (2009) Istilah: bangunan berkinerja tinggi, bangunan hijau, dan konstruksi berkelanjutan, sering digunakan secara bergantian dan karena itu, kebingungan di antara istilah terjadi. Banyak penulis di bidang konstruksi berkelanjutan tidak membedakan istilah-istilah ini, karenanya menggunakannya sebagai satu. Kibert dalam Apine, (2016) dan Karlinasari dan Surjokusumo (2009) membuat perbedaan ini; istilah *konstruksi berkelanjutan* membahas masalah ekologis, sosial dan ekonomi bangunan dalam konteks komunitasnya . Pada tahun 1994, Conseil International du Bâtiment (CIB), sebuah organisasi jejaring penelitian konstruksi internasional, mendefinisikan konstruksi berkelanjutan sebagai “menciptakan dan mengoperasikan lingkungan binaan yang sehat berdasarkan efisiensi sumber daya dan desain ekologis”. (Apine, 2016)

Ada 7 prinsip dalam konstruksi berkelanjutan yaitu 1) Mengurangi konsumsi bahan baku (reduce), 2) Penggunaan kembali (reuse) 3), Penggunaan bahan baku yang mudah didaur ulang (recycle) 4) Perlindungan alami (nature), 5) Mengurangi bahaya racun (toxics), 6) Aplikasi biaya masa pakai (Economics) dan 7) Fokus terhadap kualitas (quality). Konstruksi berkelanjutan dianggap menyeluruh karena meliputi ekologi, sosial ekonomi (Karlinasari dan Surjokusumo, 2009).

Gedung komersial berkinerja tinggi gedung komersial“menggunakan desain seluruh bangunan untuk mencapai kinerja energi, ekonomi, dan lingkungan yang jauh lebih baik daripada praktik standar ” Ini membutuhkan kolaborasi penuh antara spesialisasi desain sejak awal proyek, sehingga menciptakan desain yang terintegrasi. Seluruh bangunan, atau desain terpadu mempertimbangkan lokasi, energi, bahan, kualitas udara dalam ruangan, akustik, dan sumber daya alam, serta keterkaitan mereka satu sama lain menurut Kibert dalam (Apine, 2016).

Bangunan hijau sangat terkait dengan proses konstruksi, dan bagaimana tujuan keberlanjutan dapat diatasi selama proses tersebut. Di sisi lain, bangunan

berkinerja tinggi adalah produk akhir, yang sepanjang siklus hidupnya, menangani tujuan keberlanjutan tidak hanya selama proses konstruksi tetapi juga setelah penutupan proyek ketika mulai beroperasi. Akhirnya, konstruksi berkelanjutan mencakup bangunan hijau dan bangunan berkinerja tinggi di tingkat tujuan perusahaan menuju berkelanjutan. (Apine, 2016)

Konstruksi berkelanjutan memberikan respons terhadap masalah dampak lingkungan dan konsumsi sumber daya. Organisasi untuk Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan (OECD) memperkirakan bahwa bangunan di negara-negara maju mencakup lebih dari empat puluh persen dari konsumsi energi selama masa hidup mereka termasuk bahan, konstruksi, operasi, pemeliharaan dan penonaktifan. Ini memberikan peluang bagi lingkungan buatan untuk memberikan kontribusi besar bagi masa depan yang lebih berkelanjutan. (Apine, 2016)

Menurut Karlinasari dan Surjokusumo (2009) Target konstruksi berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan pembangunan saat ini tanpa lebih merusak lingkungan, karena konstruksi telah diidentifikasi sebagai sangat penting karena dampak lingkungan dan sosial yang signifikan yang dimiliki oleh lingkungan terbangun menurut Petri dalam (Apine, 2016). Konstruksi berkelanjutan idealnya menggabungkan unsur efisiensi ekonomi, kinerja lingkungan dan tanggung jawab sosial, semua ini digabungkan dalam desain kualitas dan efisiensi arsitektur.

2.3.2 Definisi Manajemen Proyek berkelanjutan

Menurut Deland dalam Silvius dkk (2014), definisi manajemen proyek berkelanjutan adalah Manajemen Proyek Berkelanjutan meminimalkan sumber daya yang Anda dan tim Anda gunakan untuk mengerjakan proyek mulai dari inisiasi proyek hingga penutupan. Menurut deland ning dkk dalam Silvius (2014), Manajemen Proyek Berkelanjutan bertujuan untuk menerapkan prinsip memenuhi kebutuhan hari itu tanpa mengurangi manfaat generasi masa depan, untuk industri konstruksi dengan menyediakan cara bangunan yang menggunakan lebih sedikit bahan perawan dan lebih sedikit energi, menyebabkan lebih sedikit polusi dan lebih sedikit limbah tetapi tetap memberikan manfaat yang dibawa proyek konstruksi sepanjang sejarah. Menurut tam dalam Silvius (2014), Manajemen

Proyek Berkelanjutan adalah mempromosikan dampak positif dan meminimalkan dampak keberlanjutan yang negatif (ekonomi; lingkungan; dan sosial) dalam proses di mana proyek didefinisikan, direncanakan, dipantau, dikendalikan dan disampaikan sedemikian rupa sehingga manfaat yang disepakati direalisasikan dan berkontribusi pada masyarakat yang berkelanjutan. Sedangkan pandangan lain dari Silvius (2014), Keberlanjutan dalam proyek dan manajemen proyek adalah pengembangan, penyampaian dan pengelolaan perubahan yang diatur proyek dalam kebijakan, proses, sumber daya, aset atau organisasi, dengan pertimbangan Enam prinsip ini adalah: (1) menyeimbangkan atau menyelaraskan kepentingan sosial, lingkungan dan ekonomi; (2) baik orientasi jangka pendek dan jangka panjang; (3) orientasi lokal dan global; (4) nilai dan etika; (5) transparansi dan akuntabilitas; dan (6) mengkonsumsi pendapatan, bukan modal.

2.3.3. Pengantar Bangunan Hijau

Menurut Karlinasari dan Surjokusumo (2009) istilah *bangunan hijau* mengacu pada kualitas dan karakteristik dari struktur aktual yang dibuat menggunakan prinsip dan metodologi konstruksi berkelanjutan. Bangunan hijau dapat didefinisikan sebagai "fasilitas sehat yang dirancang dan dibangun dengan cara yang efisien sumber daya, menggunakan prinsip-prinsip berbasis ekologis" menurut Kibert dalam (Apine, 2016).

Konsep konstruksi hijau atau berkelanjutan dapat mencakup banyak istilah termasuk bangunan hijau berkelanjutan; Desain lingkungan; Konstruksi yang bertanggung jawab terhadap lingkungan; atau "bangunan hijau. Istilah yang berbeda mungkin menekankan unsur-unsur tertentu dari green building tetapi mereka semua menggambarkan upaya untuk mengatasi dampak bahwa lingkungan yang dibangun terhadap kesehatan manusia dan ekologi (bcca, 2011).

Keberlanjutan adalah konsep kompleks dan berkembang yang didefinisikan melalui kemajuan teknologi dan lingkungan serta posisi orang yang menggunakan istilah tersebut. Penggunaan istilah "bangunan hijau" untuk merujuk pada tren dalam desain dan konstruksi yang berusaha untuk mempertimbangkan masalah lingkungan dan kesehatan manusia di samping masalah tradisional industri konstruksi (bcca, 2011).

Bangunan hijau dapat dianggap sebagai desain, konstruksi, pemeliharaan, operasi, dan pembongkaran utama lingkungan binaan yang berupaya meminimalkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Ini sering melibatkan fokus pada pengurangan konsumsi energi dan air, penggunaan material, pengelolaan limbah, dan penggunaan lahan di seluruh siklus hidup bangunan (bcca, 2011).

Konsep *green building* hadir dan menjadi suatu kebutuhan di tengah fenomena global warming dan isu kerusakan lingkungan yang sedang melanda umat manusia. Berdasarkan data *World Green building Council*, di seluruh dunia, bangunan menyumbang 33% emisi CO₂, mengonsumsi 17% air bersih, 25% produk kayu, 30-40% penggunaan energi dan 40-50% penggunaan bahan mentah untuk pembangunan dan pengoperasiannya. Konsep *green building* dianggap sebagai salah satu solusi untuk mengurangi kerusakan lingkungan dan meminimalkan emisi karbon, penyebab utama *global warming*, dari sektor konstruksi (Abduh dan Fauzy, 2012).

Green building tidak memiliki definisi yang baku. Istilah *green* pada dasarnya hampir sama dengan istilah *sustainable, environmental, dan high performance*. Menurut Prof. Jong-jin Kim dkk dari *College of Architecture and Urban Planning University of Michigan*, prinsip-prinsip desain berkelanjutan (*sustainable design*) dalam konteks rancangan meliputi (a) Penghematan sumber daya alam (*economy resources*); (b) Daur hidup (*life cycle design*); dan (c) Rancangan yang manusiawi (*human design*) (Abduh dan Fauzy, 2012).

Berangkat dari filosofi sustainable design, *green building* adalah konsep bangunan yang memfokuskan pada penghematan lahan, material, energi, air, kualitas udara dan manajemen pengelolaan limbah. Elemen elemen *green building* antara lain

- a. Lahan : Pembangunan lahan yang tepat guna tidak menggunakan seluruh lahan yang ada untuk bangunan melainkan menyediakan 30% dari total lahan untuk daerah resapan.
- b. Material : Material diperoleh secara lokal untuk mengurangi biaya transportasi. Material dipakai menggunakan *green specification* yang termasuk ke dalam daftar *life cycle analysis* seperti energi yang dihasilkan, daya tahan material,

minimalisasi limbah, penggunaan kayu bersertifikat, dan kemampuan untuk dapat didaur ulang.

- c. Energi : Perencanaan dalam pengaturan sirkulasi udara yang optimal untuk mengurangi penggunaan AC dengan cara mengoptimalkan cahaya matahari sebagai penerangan di siang hari. *Green building* juga menggunakan tenaga surya dan turbin angin sebagai penghasil listrik alternatif.
- d. Air : *Green building* mengurangi penggunaan air dengan menggunakan STP (*Sewerage Treatment Plant*) untuk mendaur ulang air dari limbah rumah tangga sehingga bisa digunakan kembali untuk toilet, penyiraman tanaman dan lainnya. *Green building* juga menggunakan peralatan penghemat air seperti shower bertekanan rendah, kran otomatis (*self-closing* atau *spay tubs*), dan tanki toilet yang *low-flush* toilet yang intinya dapat mengatur penggunaan air dalam bangunan sehemat mungkin.
- e. Udara : *Green building* menggunakan material dan produk-produk *non-toxic* yang akan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan dan mengurangi tingkat asma, alergi dan *sick building syndrome*. *Green building* menggunakan material yang bebas emisi dan tahan untuk mencegah kelembaban yang menghasilkan spora dan mikroba lainnya. Kualitas udara dalam ruangan juga harus didukung dengan menggunakan sistem ventilasi yang efektif dan bahan- bahan pengontrol kelembaban yang memungkinkan bangunan untuk bernapas.
- f. Limbah dan Manajemen Lingkungan : *Green building* juga meliputi aspek manajemen lingkungan dan pengolahan limbah secara lokal. Beberapa kriteria desainnya antara lain penggunaan material kayu (Abduh dan Fauzy, 2012)

Secara khusus di dalam Peraturan Menteri LH No. 8 tahun 2010, bangunan dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah lingkungan apabila memenuhi kriteria (a) menggunakan material bangunan yang ramah lingkungan; (b) terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana untuk konservasi sumber daya air dalam bangunan gedung; (c) terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana konservasi dan diversifikasi energi; (d) menggunakan bahan yang bukan bahan perusak ozon dalam bangunan gedung; (e) terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana pengelolaan air limbah domestik pada bangunan gedung; (f) terdapat fasilitas pemilahan sampah; (g) memperhatikan aspek

kesehatan bagi penghuni bangunan; (h) terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana pengelolaan tapak berkelanjutan; dan (i) terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana untuk mengantisipasi bencana. (Abduh dan Fauzy, 2012).

2.3.4. Konstruksi Hijau

Green construction atau konstruksi hijau merupakan konstruksi dengan menekankan peningkatan efisiensi dalam penggunaan air, energi, dan material bangunan mulai dari desain, pembangunan, hingga pemeliharaan pembangunan itu ke depan. Secara umum, konstruksi hijau (*green construction*) merupakan proses konstruksi dengan menekankan peningkatan efisiensi dalam penggunaan air, energi, dan material bangunan mulai dari desain, pembangunan, hingga pemeliharaan pembangunan itu ke depan (Abduh dan Fauzy, 2012). Dalam aktivitas konstruksi harus ditekankan kelestarian lingkungan, keseimbangan ekologis (memaksimalkan sumber daya dan efisiensi energi, memanfaatkan jasa alam bebas, mendaur ulang limbah) untuk peningkatan kualitas kehidupan segenap lapisan warga yang harus menjadi acuan dan landasan utama dalam pembangunan. Berikut akan ditampilkan beberapa definisi dari *green construction*.

Menurut *United States Environment Protection Agency* (2010), *green construction* merupakan praktik membuat struktur dan menggunakan proses yang memperhatikan keadaan lingkungan dan efisiensi sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan dari tapak untuk desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi, dan dekonstruksi. Praktik ini memperluas dan melengkapi desain bangunan klasik dengan memperhatikan aspek ekonomi, utilitas, daya tahan, dan kenyamanan. Sedangkan produk dari *green construction* adalah *green building* (gedung hijau) yang juga dikenal sebagai bangunan yang berkelanjutan atau berkinerja tinggi.

Konstruksi Hijau dapat diinterpretasikan sebagai konstruksi yang berdasarkan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Pembangunan berkelanjutan sendiri adalah pembangunan yang ditujukan untuk menyediakan kualitas kehidupan yang lebih baik untuk semua orang saat ini dan

zgenerasi yang akan datang, yang meliputi tiga tema penting, yaitu sosial, ekonomi, dan lingkungan. (Apine, 2016)

Konstruksi Hijau merupakan bagian dari konstruksi berkelanjutan (*sustainable construction*) yang merupakan proses holistik yang bertujuan untuk mengembalikan dan menjaga keseimbangan atau harmoni antara lingkungan alami dan buatan, dan membuat tempat tinggal yang menegaskan martabat manusia dan mendorong persamaan ekonomi menurut du Plessis dalam (Apine, 2016)

Berdasarkan definisi-definisi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa konstruksi hijau merupakan bagian dari *konstruksi* berkelanjutan, dimana *konstruksi hijau* merupakan penyelenggaraan proses konstruksi yang memperhatikan aspek lingkungan (*green process*) dan efisiensi sumber daya (*green supply chain*) serta pelaksanaan konstruksi yang efektif agar tidak menimbulkan *waste* dalam proyek (*green behaviour*) (Abduh dan Fauzy, 2012)

Dalam pelaksanaannya, *green construction* selain harus memperhatikan lingkungan, juga harus memperhatikan siklus hidup dari bangunan. Hal ini sudah dimulai dari proses perencanaan, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi, sampai dengan dekonstruksi. Selain itu, *green construction* juga memperhatikan berbagai macam aspek seperti penghematan energi selama proses konstruksi itu berlangsung, efisiensi penggunaan air di proyek konstruksi, penggunaan material yang dapat didaur ulang ataupun berasal dari dekat proyek, dan pengelolaan limbah konstruksi yang baik (Abduh dan Fauzy, 2012).

Beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan Konstruksi Hijau (Koe dkk, 2014):

a. Konservasi Tenaga Kerja

Konstraktor menyediakan tempat yang aman dalam bekerja, jika memungkinkan memakai tenaga kerja lokal.

b. Siklus dan Penyimpanan Material

Material dan peralatan harus dilindungi agar tidak rusak. Pengadaan material juga perlu diperhatikan dengan menggunakan bahan baku kayu dan bersertifikat.

Penggunaan material lokal yang berada di dalam radius 1.000 km dari lokasi proyek untuk mengurangi jejak karbon dari moda transportasi untuk distribusi.

c. *Site Layout*

Mengurangi gangguan tanah selama proses konstruksi untuk melestarikan kondisi lingkungan di sekitar proyek.

d. *Manajemen Limbah Konstruksi*

Mengurangi *waste* dengan cara meminimalkan jumlah Pemesanan dan kemasan material.

e. Menyediakan Lingkungan Kerja yang Sehat

Mengurangi polusi dan meningkatkan kualitas lingkungan baik di lokasi proyek maupun di lingkungan sekitar. Memasang tanda dilarang merokok

f. Pemilihan dan Operasi Peralatan Konstruksi

Meningkatkan kualitas lingkungan, produktivitas, dan mengurangi biaya adalah penyebaran alat untuk meminimalkan *cycle time*, menghindari peralatan yang tidak beroperasi, dan menganjurkan pekerja untuk menggunakan transportasi umum.

2.4. Literatur Penelitian yang Terdahulu

Dibawah ini merupakan penelitian yang berhubungan dengan penelitian terhadap konstruksi berkelanjutan yang disusun ke dalam bentuk tabel dan selanjutnya diberikan penjelasan singkatnya sebagai berikut (lihat 2.7. tabel literatur penelitian sebelumnya) ;

2.7. Tabel Literatur Penelitian sebelumnya

No	Judul Penelitian dan P Judul dan Penulis	Pengumpulan data	SamplePenelitian	Metodologi	Tujuan Peneltian
1	Global Perception of Sustainable Construction Project Risks (Darda dkk, 2014)	Kuisisioner, Telephone	Proyek konstruksi 56 negara	Realibilitas, Validitas	Perbandingan peringkat tradisional dan peringkat risiko proyek konstruksi berkelanjutan
2	Risk Management in Sustainable Projects in the Construction Industry (Apine, 2016)	Wawancara, skype, telephone	Perusahaan yang peduli terhadap lingkungan + berkelanjutan	Realibilitas, Validitas	Pemodelan proyek berkelanjutan dengan konsep manajemen risiko dalam menerapkan proyek berkelanjutan

2.7. Tabel Literatur Penelitian sebelumnya (lanjutan)

No	Judul Penelitian dan P Judul dan Penulis	Pengumpulan data	Sample Penelitian	Metodologi	Tujuan Penelitian
3	Sustainable Construction Risk Perceptions in the Kuwaiti Construction Industry (Ismael dan Shealy, 2018)	Kuisisioner	Industri konstruksi di Kuwait	P x I (probabilitas x Dampak) , Anova	Peringkat probabilitas, peringkat dampak, peringkat probabilitas dan dampak dalam menerapkan konstruksi berkelanjutan
4	A Study on the Risks and Liabilities of Green Building (bccca, 2011)	Kontrak	Proyek di Kanada	Globe green, BIM	Solusi risiko gugatan dan kontrak dalam menerapkan green building
5	Green Building : Assesing the risks Feedback from the construction industry (Pavloff dkk., 2009)	Wawancara direktur, CEO	55 industri konstruksi di USA	P x i = tingkat risiko	Peringkat risiko dan solusi dalam menerapkan green building
6	An Exploratory Analysis of Risks in Green Residential Building Construction Projects: The Case of Singapore (Hwang dkk., 2017)	kuisisioner	Bangunan hijau di residential	Mean	Peringkat risiko dalam meberapkan proyek konstruksi hijau

Sumber : Pustaka tertentu

Penelitian yang dilakukan oleh Ismael dkk (2018) yang merupakan bagian dari penelitian yang mengkombinasikan antara probabilitas dan dampak dalam menentukan level risiko penerapan konstruksi berkelanjutan di negara Kuwait. Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan menggunakan media survey kuisisioner. Survei ini didistribusikan kepada sampel profesional nasional yang saat ini bekerja di industri konstruksi di Kuwait. Profesional dipilih secara acak dari daftar semua perusahaan konstruksi di negara ini. Sebanyak 195 survei dikirim ke profesional konstruksi dan 131 survei dikembalikan (tingkat respons 67%). Penelitian ini mengidentifikasi 52 risiko dengan disusun menjadi 9 kategori. Variabel risiko di penelitian tersebut diambil yang sesuai untuk penelitian ini, diantaranya ; Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal, Kontingensi Investor tinggi, Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang, Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan.

Penelitian yang dilakukan bcca (2011) bersifat deskriptif, lebih banyak membahas antisipasi penerapan kontrak proyek green building. Penelitian ini dilakukan terhadap masalah kontrak hukum yang berpotensi terhadap gugatan apabila menerapkan green buiding. Didalam penerapannya proyek ini ditangani oleh banyak pihak kearah sertifikasi. Jadi mengakibatkan kontrak yang dapat melebihi dari biaya yang disepakati.

Penelitian yang dilakukan oleh Payloff dkk (2009) di 55 Industri konstruksi USA untuk menentukan level risiko penerapan green building. Hasil dari penelitian ini muncul 5 kategori (dalam 1 kategori ada beberapa risiko yang terdefinisi) atas level risiko yang sering muncul, diantaranya 1) Keuangan 2) Standard hukum/Legal 3) Performa 4. Konsultan/kontraktor/subkontraktor 5. Regulasi. Penelitian tersebut diambil beberapa risiko yang sesuai, diantaranya ; Tidak ada intensif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan

Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah ,Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan., Kinerja yang rendah selama paska konstruksi, Ketidakpercayaaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik , kontraktor dan Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang. Kemudian memaparkan solusi dari risiko tersbut melalui ketersediaan asuransi komersial dan solusi penjaminan, atau dalam beberapa kasus dikurangi melalui perjanjian kontrak.

Penelitian Hwang dan Shan 2017 juga merupakan bagian penelitian perumahan residential dengan menerapkan aturan green building. Penelitian ini dilakukan menggunakan kuisisioner ke 30 perusahaan konstruksi di Singapura. Metode yang digunakan menggunakan mean. Hasil dari penelitian ini mendapatkan level variabel risiko yang tinggi dan diguakan dalam enelitian ini adalah kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan hijau. Selain itu dalam daftar 28 risiko yang terdaftar di penelitian tersebut, tidak semuanya terambil. Dari dari terssebut yg terambil dalam penelitian ini adalah Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah, Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi, Pembatasan impor/ekspor,

Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang, Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan, Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan, Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan.

Penelitian yang dilakukan oleh Darda dkk (2014) juga melakukan penelitian tentang penerapan risiko konstruksi berkelanjutan. Metode yang digunakan probabilitas dan dampak, kemudian di validitas dan realibilitas. Dalam mendistribusikan kuesioner, profesional dan ahli dari bidang manajemen proyek konstruksi dan bidang terkait dihubungi secara langsung dan melalui asosiasi ilmiah dan profesional. Karena maksudnya adalah untuk menguji persepsi global para pemangku kepentingan, peserta survei terdiri dari insinyur konstruksi atau sipil, insinyur mesin, insinyur listrik, arsitek, ekonom, pengacara dan yang lainnya yang memiliki hubungan profesional dengan proyek konstruksi dari 56 negara, dari semua benua. 311 responden dihubungi secara langsung. Survei ini masih berlangsung, tetapi sejauh ini, 146 tanggapan diterima secara total dalam periode dua bulan. 115 tanggapan lengkap, diterima dari 56 negara dan hanya tanggapan lengkap dianalisis. Salah satu yang dapat diambil dalam penelitian adalah variable risiko Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan.

Penelitian yang dilakukan oleh Apine dkk (2016), mengkaji tentang proses manajemen risiko dan proyek berkelanjutan dengan menyoroti tren dalam Industri di Swedia. Tujuan dari penelitian untuk mengidentifikasi dan menangani risiko dalam penerapan konstruksi berkelanjutan. Dari beberapa variabel risiko yang digunakan dalam penelitian dan diambil dalam penelitian ini adalah Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan , Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak, Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan.

Dari beberapa penelitian diatas, maka variabel risiko konstruksi keberlanjutan yang digunakan dalam penelitian disini akan dijabarkan dalam bentuk daftar risiko, dengan menampilkan variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan dengan sumbernya dari beberapa kumpulan literature yang dikumpulkan.

Terlampir variabel risiko yang dimaksudkan untuk keperluan penelitian (lihat tabel 2.8. risiko dalam proyek konstruksi berkelanjutan dari literatur) adalah

Tabel 2.8. Risiko dalam Proyek Konstruksi Berkelanjutan dari literatur

Kode	Risiko	Sumber (Hwang, Shan, dkk 2017)	Sumber (Ismael dan Shealy, 2018)	Sumber (Pavloff,dkk, 2009)	Sumber (Darda dkk., 2014)	Sumber (Apine, 2016)
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal		√			
A2	Kontingensi Investor tinggi		√			
A3	Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan					√
B	Standar Perawatan / Legal					
B1	Tidak ada intensif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan			√		
B2	Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah	√				
B3	Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi	√				
B4	Pembatasan impor/ekspor	√				
B5	Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman			√		
C	Kinerja					
C1	Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah			√		
C2	Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan.			√		
C3	Kinerja yang rendah selama paska konstruksi			√		
C4	Ketidapercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik			√		
D	Konsultan, Subkonsultan, & Subkontraktor					

Tabel 2.8. Risiko dalam Proyek Konstruksi Berkelanjutan dari literatur (lanjutan)

Kode	Risiko	Sumber (Hwang, Shan, dkk 2017)	Sumber (Ismael dan Shealy, 2018)	Sumber (Pavloff,dkk, 2009)	Sumber (Darda dkk., 2014)	Sumber (Apine, 2016)
D1	Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka			√		
D2	Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka			√		
E	Teknologi					
E1	Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang	√	√	√		
E2	Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan	√			√	
E3	Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan	√				
F	Tenaga Kerja dan Peralatan Material					
F1	Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan	√	√			
F2	Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak					√
G	Lain-lain					
G1	Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan					√

(Sumber : Pustaka tertentu)

Dari hasil identifikasi risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan oleh penelitian yang terdahulu, peneliti menjadikan risiko dalam literature variabel penelitian. Variabel tersebut kemudian akan diolah dengan menggunakan metode fuzzy logic. Dalam pengolahan fuzzy logic akan diolah dengan beberapa tahapan sesuai peruntukan fungsinya. Yang pertama fuzzifikasi untuk menentukan fungsi keanggotaan variabel linguistic tiap tiap variabel risiko. Yang kedua menentukan aturan rule system fuzzy logic. Yang ketiga defuzzifikasi digunakan untuk penilaian risiko.

2.5. Posisi Penelitian

Dibawah ini tabel posisi penelitian terhadap penelitian terdahulu (lihat tabel 2.9 posisi penelitian) ;

Tabel 2.9 posisi Penelitian

No	Judul Penelitian dan Judul dan Penulis	Input Data Penelitian							Metode	Tujuan Penelitian
		Probabilitas	Dampak	Dampak Ekonomi	Dampak sosial	Dampak Lingkungan	Dampak ekonomi, sosial, lingkungan jadi satu	Mitigasi		
1	Global Perception of Sustainable Construction Project Risks (Darda dkk, 2014)	-	-	-	-	-	-	-	Realibilitas, Validitas	Perbandingan peringkat tradisional dan peringkat risiko proyek konstruksi berkelanjutan
2	Risk Management in Sustainable Projects in the Construction Industry (Apine, 2016)	-	-	-	-	-	-	-	Realibilitas, Validitas	Pemodelan proyek berkelanjutan dengan konsep manajemen risiko dalam menerapkan proyek berkelanjutan
3	Sustainable Construction Risk Perceptions in the Kuwaiti Construction Industry (Ismael dan Shealy, 2018)	√	√	-	-	-	-	√	P x I (probabilitas x Dampak) , Anova	Peringkat probabilitas, peringkat dampak, peringkat probabilitas dan dampak dalam menerapkan konstruksi berkelanjutan
4	A Study on the Risks and Liabilities of Green Building(bcca, 2011)	-	√	-	-	-	-	√	Analisis Kontrak dan gugatan	Solusi risiko gugatan dan kontrak dalam menerapkan green building
5	Green Building : Assesing the risks Feedback from the construction industry (Pavloff dkk., 2009)	√	-	-	-	-	√	√	P x i = tingkat risiko	Peringkat risiko dan solusi dalam menerapkan green building

Tabel 2.9 Posisi Penelitian (lanjutan)

No	Judul Penelitian dan Judul dan Penulis	Input Data Penelitian						Metode	Tujuan Penelitian	
		Probabilitas	Dampak	Dampak Ekonomi	Dampak sosial	Dampak Lingkungan	Dampak ekonomi, sosial, lingkungan jadi satu			Mitigasi
6	An Exploratory Analysis of Risks in Green Residential Building Construction Projects: The Case of Singapore (Hwang dkk., 2017)	√	√	-	-	-		√	Mean	Peringkat risiko dan Peringkat mitigasi dalam menerapkan green building
7	Posisi Penelitian	√		√	√	√		√	Fuzzy logic, EMV, Decition tree analysis	Variabel risiko level tinggi dan pemilihan mitigasi terbaik

Sumber : Daftar Pustaka Tertentu

Keterangan posisi penelitian ;

Berdasarkan tabel 2.9. posisi peneitian, penelitian sebelumnya tentang keberlanjutan lebih banyak yang membahas tentang risiko dalam penerapan bangunan hijau dan objeknya industri proyek. Selain itu dalam tabel yang diberi centang pada input penelitian, terlihat belum ada yang memproses penelitian dengan input skala probabilitas, skala dampak ekonomi, skala dampak lingkungan, metode yang digunakan juga berbeda yaitu decition tree analysis dan expected monetary value. Penelitian sebelumnya menggunakan metodologi mean, realibilitas dan validitas, anova. Jadi penggunaan menggunakan fuzzy masih belum didapatkan untuk penelitian yang sejenis.

Penelitian ini menggunakan fuzzy logic menggunakan bahasa manusia yang cenderung tidak presisi dan masih sedikit digunakan dalam keberlanjutan. Penelitian sebelumnya tentang analisis risiko dalam proyek konstruksi berkelanjutan banyak yang membahas tentang tantangan dan hambatan. Akan

tetapi analisis risiko di konstruksi berkelanjutan masih sedikit dalam pembahasan jurnal.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Berdasarkan latar belakang, perumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, maka jenis penelitian ini termasuk jenis penelitian cross sectional yang mengacu pada berbagai faktor risiko konstruksi berkelanjutan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui risiko pada Konstruksi berkelanjutan di Surabaya.

3.1 Data Penelitian

3.1.1 Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer tersebut meliputi data probabilitas dan data dampak yang didapat dari responden melalui kuesioner dengan petunjuk pengisiannya. Wawancara juga dilakukan untuk mendapatkan alternatif pengurangan risiko yang dominan dan sebagai acuan untuk menganalisis mitigasi yang terbaik.

Selain data primer, data sekunder yang didapatkan dari literature akan digunakan sebagai acuan awal risiko yang mungkin terjadi pada proyek konstruksi berkelanjutan.

3.2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam memperoleh data-data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

1. Kuisisioner

Kuisisioner digunakan untuk mendapacka data-data langsung dari narasumber yaitu responden kuisisioner penelitian. Responden tersebut adalah project manager / wakil proyek konstruksi gedung di kota Surabaya. Kuisisioner digunakan untuk memberikan penilaian probabilitas dan dampak ekonomi, dampak sosial, dampak lingkungan terhadap masing-masing variable risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk memperdalam informasi yang dibutuhkan sebagai penunjang jawaban yang diberikan oleh responden mengenai pertanyaan yang ada dalam kuisisioner. Wawancara dilakukan setelah responden mengisi kuisisioner sehingga informasi yang dibutuhkan dari kuisisioner dapat diperdalam lagi.

3.3 Populasi, Sampel, dan Responden Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah tim manajemen proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya dan sampling menggunakan metode non-probability sampling dengan teknik purposive sampling, karena tidak diketahui jumlah populasi dalam penelitian ini dan hanya beberapa proyek yang dapat ditemui respondennya.

Responden untuk risk assessment adalah project manager/wakil proyek konstruksi gedung yang memiliki pengalaman minimal 5 tahun dalam proyek konstruksi pada umumnya atau memiliki pengalaman penerapan green building dalam beberapa tahun.

3.4 Variabel Penelitian

Berdasarkan literatur yang dijelaskan pada bab 2 mengenai sumber dan penjelasannya, variabel risiko pada proyek berkelanjutan (lihat tabel 3.1.tabel risiko dalam proyek konstruksi berkelanjutan) adalah;

Tabel 3.1. Tabel risiko dalam proyek konstruksi berkelanjutan .

Kode	Risiko
A	Keuangan
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal
A2	Kontingensi Investor tinggi
A3	Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan
B	Standar Perawatan / Legal
B1	Tidak ada intensif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan
B2	Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah

Tabel 3.1. Tabel risiko dalam proyek konstruksi berkelanjutan (Lanjutan) .

Kode	Risiko
B3	Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi
B4	Pembatasan impor/ekspor
B5	Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman
C	Kinerja
C1	Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah
C2	Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan.
C3	Kinerja yang rendah selama paska konstruksi
C4	Ketidakpercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik
D	Konsultan, Subkonsultan, & Subkontraktor
D1	Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka
D2	Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka
E	Teknologi
E1	Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang
E2	Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan
E3	Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan
F	Tenaga Kerja dan Peralatan Material
F1	Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan
F2	Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak
G	Lain-lain
G1	Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan

(Sumber : Daftar Pustaka tertentu)

Daftar variabel risiko tersebut dimasukkan ke dalam kuisisioner untuk dikonfirmasi oleh para ahli/praktisi konstruksi/tim green building council indonesia kedalam bentuk kuisisioner lampiran 1.

Dibawah ini contoh pengisian kuisisioner variabel risiko

Didalam kuisisioner 1 responden diminta untuk memberi centang (✓) pada kolom jawaban “**Ya/Tidak**” untuk masing-masing variabel risiko, dimana jawaban “**Ya**” mengindikasikan bahwa menganggap faktor-faktor risiko tersebut relevan/signifikan. Kemudian memberi centang apabila iya variable tersebut

berada di fase proyek apa. Setelah itu responden apabila berkenan dapat memberikan penjelasan deskripsinya

Berikut ini contoh kuisisioner lampiran 1 (lihat tabel 3.2. contoh pengisian survey pendahuluan) ;

Tabel 3.2. Contoh pengisian survey pendahuluan

No	Risiko	Jawaban		Fase Proyek				Deskripsi Risiko
		Ya	Tidak	Feasibility	Design,	Konstruksi	Operasi/Pemeliharaan	
Kode	Risiko							
A	Keuangan							

Sumber : Olahan Peneliti (2019)

Selanjutnya dapat dilanjutkan pada variabel variabel berikutnya sesuai tabel 3.1. dengan kuisisioner pada lampiran 1. Setelah selesai semua variabel di rekap kedalam excel.

3.5 Alur Teknik Analisa Data

Dalam penelitian ini, analisa risiko menggunakan teknik fuzzy untuk menganalisis variabel risiko yang telah disusun, subjek diperlakukan dengan fuzzy logic dalam menangani ambiguitas, subjektivitas dan ketidaktepatan dalam penalaran manusia saat memproses volume data yang besar dan kompleks. Tahapan tahapan fuzzy logic dalam penelitian ini diantaranya ;

3.5.1. Fuzzifikasi (Pembentukan Membership Function)

Dilakukan input data Fuzzification mengubah masukan/ input yang memiliki nilai kebenaran yang bersifat pasti (*crisp input*) menjadi bentuk *fuzzy input*. Fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah bilangan crisp menjadi nilai keanggotaan dalam himpunan fuzzy.

Sebelum membentuk fungsi segitiga, maka perlu disebutkan apa saja yang menjadi pengertian input skala tingkatan probabilitas, input skala tingkatan dampak ekonomi, input skala tingkatan dampak sosial, input skala dampak lingkungan dan output level risiko.

Dibawah ini contoh merupakan pengertian skala dari tingkatan probabilitas tersebut yang sudah dijelaskan pada bab 2 (Tabel 3.3. pengertian skala input probabilitas risiko yang akan terjadi) ;

Tabel 3.3. Pengertian Skala Input Probabilitas Risiko yang akan terjadi

N0	Peringkat	Penjelasan
1	Jarang	Langka, sangat tidak mungkin terjadi selama periode tiga tahun.
2	Sedikit	mungkin terjadi dalam periode tiga tahun.
3	Sedang	Mungkin terjadi setidaknya sekali setiap tiga tahun.
4	Sedikit sering	terjadi setidaknya sekali setiap tiga tahun.
5	Sering	Hampir pasti akan terjadi beberapa kali selama periode tiga tahun.

Sumber : (Daftar Pustaka Tertentu)

Dibawah ini skala dampak ekonomi risiko (lihat tabel 3.5. pengertian input skala dampak risiko sosial yang akan terjadi)

Tabel 3. 4 Pengertian Input Skala Dampak Risiko Ekonomi yang akan terjadi

N0	Nama Skala	Objektif
1	Sangat Rendah	Dampaknya sangat kecil
2	Rendah	Dampaknya kecil
3	Moderate	Dampaknya acukup besar
4	Major	Dampaknya besar
5	Bencana	Dampaknya sangat besar

Sumber : (Daftar Pustaka Tertentu)

Dibawah ini skala dampak sosial oleh risiko (lihat Tabel 3.5. pengertian input skala dampak risiko sosial yang akan terjadi) ;

Tabel 3.5. Pengertian Input Skala Dampak Risiko Sosial yang akan terjadi

No	Nama Skala	Objektif
1	Sangat Rendah	Dampak sosial level rendah. Level rendah pelanggaran /gangguan warisan budaya, dampak kecil terhadap hak asasi manusia
2	Rendah	Dampak sosial jangka menengah kecil pada sejumlah kecil orang. Kerusakan yang dapat diperbaiki atau gangguan pada properti, struktur atau barang. Pelanggaran kecil terhadap warisan budaya. Dampak minor, sementara terhadap hak asasi manusia
3	Sedang	Dampak sosial jangka menengah menengah atau seringnya masalah sosial. Kerusakan sedang pada struktur / benda peninggalan budaya lokal / lokasi sakral. Dampak hak asasi manusia sementara
4	Besar	Kerusakan ketertiban sosial. Kerusakan luas pada barang-barang yang memiliki signifikansi budaya global. Pelanggaran warisan budaya yang sangat ofensif. Perusahaan secara langsung bertanggung jawab atau terlibat dalam dampak jangka panjang yang berat terhadap hak asasi manusia
5	Bencana	Kerusakan total tatanan sosial. Penodaan item-item yang memiliki signifikansi budaya global. Perusahaan langsung bertanggung jawab atau terlibat secara parah dan luas

Sumber : (Daftar Pustaka Tertentu))

Dibawah ini definisi level risiko setelah yang ditentukan (lihat tabel 3.6. pengertian input skala dampak risiko lingkungan yang terjadi) ;

Tabel 3.6. Pengertian Input Skala Dampak Risiko Lingkungan yang terjadi

N0	Nama Skala	Objektif
1	Sangat Rendah	Dampak Risiko rendah terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
2	Rendah	Dampak Kecil terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara

Tabel 3.6. Pengertian Input Skala Dampak Risiko Lingkungan yang terjadi (lanjutan)

N0	Nama Skala	Objektif
3	Moderat	Dampak Sedang terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
4	Mayor	Dampak signifikan (> 20 tahun) tanah, keanekaragaman hayati, jasa ekosistem, sumber daya air atau udara
5	Bencana	Dampak permanen, parah pada tanah, keanekaragaman hayati, layanan ekosistem, sumber daya air, atau udara

Sumber : (Daftar Pustaka Tertentu)

Dibawah ini definisi level risiko setelah yang ditentukan (lihat tabel 3.7. tabel output level risiko) ;

Tabel 3.7. Tabel Output Level Risiko

Kategori	Langkah Penanganan
Risiko Tinggi	Harus dilakukan penurunan risiko tingkat yang lebih rendah
Risiko Sedang	Langkah Penanganan dalam jangka waktu tertentu
Risiko Rendah	Langkah perbaikan bila memungkinkan

Sumber : (Asmarantaka, 2014)

Pembentukan himpunan fuzzy dilakukan dengan metode interval dengan cara menanyakan langsung kepada tim praktisi/tim manajemen konstruksi/project manager yang berada di lapangan/lokasi proyek masing masing. Dari beberapa responden. Metode interval dipilih karena input data banyak dan lebih efektif mendapatkan data wawancara daripada menggunakan direct rating yang memerlukan waktu lebih lama. Sedangkan pembentukan membership function dipilih menggunakan fungsi segitiga.

Dibawah ini contoh untuk pengisian 1 variabel risiko dengan 1 responden (lihat tabel 3.8) ;

Tabel 3.8. Contoh Pengisian Kuisoner Interval Membership Function untuk Risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal (Fase : Konstruksi)

Blok biru merupakan arsiran responden

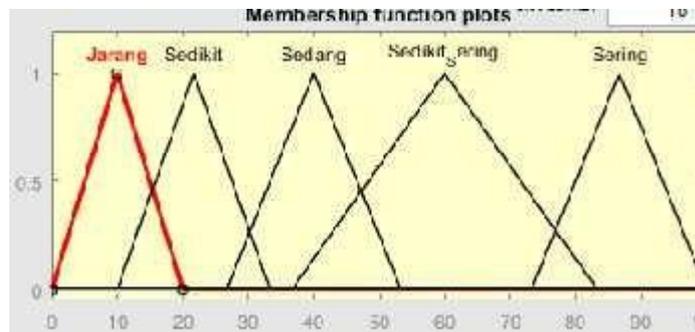
Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											0-20
Sedikit											10-30
Sedang											20-50
Sedikit Sering											40-80
Sering											70-100

Sumber : olah data peneliti (2019)

Setelah dilakukan pengisian oleh semua responden, nilai range yang berada di sebelah kanan di rata ratakan. Contoh apabila rata-rata semua responden pada tingkat probabilitas jarang (0-20), sedikit (10-33,3), sedang (26,7-53,3), sedikit sering (43,3-83,3), sering (73,3-100), kemudian pada program matlab buka fuzzy logic.

Setelah itu dengan memilih bentuk membership function dengan menggunakan fungsi segitiga. Kemudian skala probabilitas, skala dampak ekonomi, skala dampak sosial, skala dampak lingkungan dan evel risiko dapat digambarkan sebagai input data fuzzy logic dalam matlab.

Fungsi segitiga pada tingkat probabilitas dapat digambarkan seperti dibawah ini (lihat gambar 3.1. contoh fungsi segitiga pada matlab) ;



Gambar 3.1. contoh fungsi segitiga pada matlab

Sumber : (contoh olah data peneliti, 2019)

Dengan cara yang sama dapat dilakukan skala dampak ekonomi, skala dampak sosial, skala dampak lingkungan. Kemudian dilanjutkan untuk variabel risiko lainnya.

Pada proses melakukan pengisian range pada program matlab tersebut, input data dimasukkan secara terpisah. Yang dimaksud terpisah adalah pada satu variabel risiko memiliki 3 perhitungan dengan proses 2 input data dan 1 output, contoh Variabel Risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal (Fase : Konstruksi), dimana ;

- a. 2 input data (Input tingkatan probabilitas dengan input dampak ekonomi) dan 1 output (level risiko)
- b. 2 input data (Input tingkatan probabilitas dengan input dampak sosial) dan 1 output (level risiko)
- c. 2 input data (Input tingkatan probabilitas dengan input dampak lingkungan) dan 1 output (level risiko)

Kemudian dilanjutkan dengan input data pada matlab sesuai dengan variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan lainnya. Dalam tiap tiap input skala tersebut dimasukkan sesuai variabel linguistik yang sudah terdefiniskan. Input skala probabilitas dengan variabel linguistik yaitu jarang, sedikit, sedang, sedikit sering, sedang.

3.5.2. Inferen

Pada proses inferen ini dilakukan untuk menentukan aturan rule inferensi ke dalam fuzzy logic. Caranya adaalah dengan melakukan wawancara responden oleh tim praktisi konstruksi proyek di Surabaya. Saat wawancara, diberikan pemahaman tentang penjelasan tingkat probabilitas, penjelasan skala dampak ekonomi, penjelasan dampak sosial dan dampak lingkungan seperti pada tabel sebelumnya. Aturan rule ada 3 untuk 1) probabilitas x dampak ekonomi, 2) probabilitas x dampak social, 3) probabilitas x dampak lingkungan.

Untuk mempermudah dalam menggambarkan aturan rule yang digunakan. Peneliti menggunakan tabel dibawah ini sebagai acuan apabila ada perubahan dalam wawancara dengan praktisi konstruksi di surabaya ;

Dibawah ini contoh frekuensi dan dampak yang digunakan dalam menentukan aturan rule fuzzy logic (lihat tabel 3.9 contoh Tingkatan frekuensi dan dampak untuk penentuan tingkat risiko) ;

Tabel 3.9. Contoh Tingkatan Frekuensi dan Dampak untuk penentuan tingkat risiko

Potential Impact	Tinggi	10	M	M	M	M	H	H	H	H	H	H
		9	M	M	M	M	H	H	H	H	H	H
		8	M	M	M	M	M	M	H	H	H	H
		7	M	M	M	M	M	M	H	H	H	H
		6	L	L	M	M	M	M	H	H	H	H
		5	L	L	M	M	M	M	H	H	H	H
		4	L	L	L	L	M	M	M	M	H	H
		3	L	L	L	L	M	M	M	M	H	H
		2	L	L	L	L	L	L	M	M	H	H
	Rendah	1	L	L	L	L	L	L	M	M	H	H
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Rare	Unlikely			Moderate	Likely			Almost Certain	
			Low				Likelihood				High	

Note : H - Tinggi; M - Tinggi; L - Rendah.

Sumber : (Hwang dkk, 2017)

Dibawah ini jelaskan tentang kuisisioner aturan rule pada lampiran 3 ;

Contoh pengisian dengan memberi centang tentang aturan rule yang dipilih

Probabilitas x Dampak Ekonomi

1. Jika Tingkat probabilitas *Jarang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya

Rendah Sedang Tinggi

Demikian juga untuk pengisian untuk probabilitas x dampak sosial dan probabilitas x dampak lingkungan.

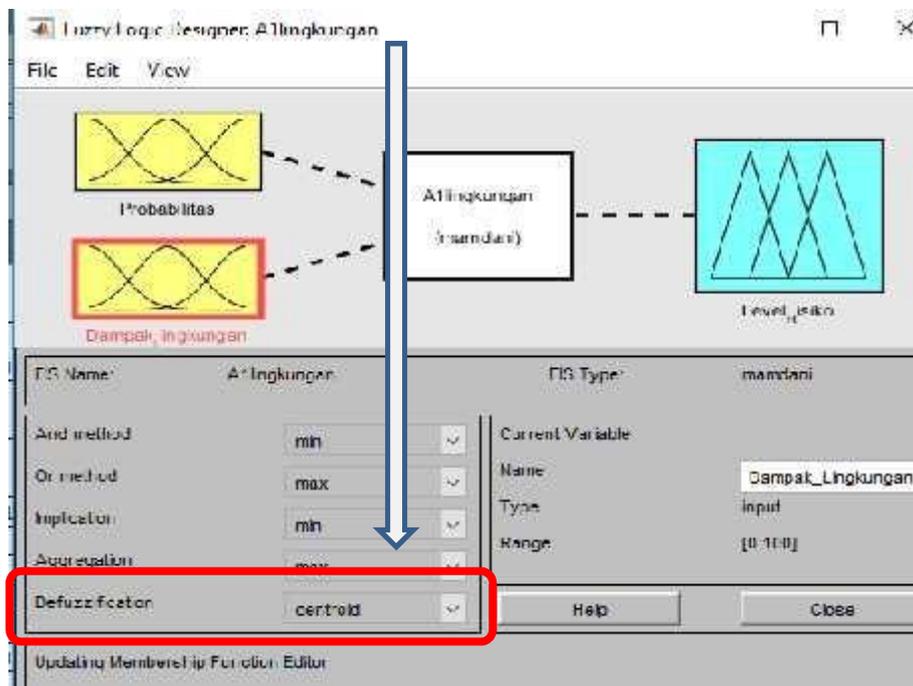
Dibawah ini contoh kemungkinan aturan logis yang digunakan sebagai berikut ;

1. If probabilitas JARANG, AND dampak ekonomi SANGAT RENDAH, THEN level risiko RENDAH
2. If probabilitas JARANG, AND dampak ekonomi RENDAH, THEN level risiko RENDAH
3. If probabilitas JARANG, AND dampak ekonomi SEDANG, THEN level risiko RENDAH
4. If probabilitas JARANG, AND dampak ekonomi BESAR, THEN level risiko SEDANG dan seterusnya

3.5.3 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan kebalikan dari fuzzifikasi. Kalau masukan dari fuzzifikasi adalah sebuah bilangan tunggal yaitu harga variabel masukan dan keluarannya adalah derajat keanggotaan dalam suatu fuzzy set dalam suatu fuzzy set antecedent, maka masukan dan keluaran defuzzifikasi adalah kebalikannya. Masukan defuzzifikasi adalah sebuah fuzzy set (dalam hal ini fuzzy set hasil agregasi) dan keluarannya adalah sebuah bilangan tunggal untuk diisikan ke sebuah keluaran FIS. Ada beberapa versi jenis bilangan tunggal yang dimaksud. Penelitian ini memakai center of area / centroid. Cara menghitungnya sama seperti menghitung pusat massa dari suatu kurva tertutup. Karena menggunakan program matlab, maka proses centroid ini tinggal memilih dari daftar yang ada. Pemilihan centroid dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini. Perhitungan type akan berpengaruh hasil dan penngunaannya sesuai dengan peruntukannya. Type centroid dipilih karena lebih presisi kea arah persepsi pemikiran manusiawinya.

Berikut ini contoh pemilihan tipe defuzzification pada matlab (lihat gambar 3.2. contoh pemilihan tipe defuzzification pada variabel risiko) ;



Gambar 3.2. contoh pemilihan tipe defuzzification pada variabel risiko
Sumber (Contoh olah data peneliti, 2019)

Proses defuzzifikasi dalam penelitian ini digunakan untuk menilai risiko. Penilaian risiko tersebut dari nilai 0-100 memiliki nilai dalam angka angka. Proses penilaian didapat dari memberikan pendampingan kepada responden tim manajemen konstruksi di. Untuk menilai risiko ini, responden diminta untuk melakukan pengisian kuisisioner lampiran 4. Dari rentang 0-100, responden ditunjukkan pemodelan membership function, kemudian responden mengisi nilai sesuai dengan variable risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan yang sudah ada. Tiap tiap defuzzifikasi akan menghasilkan nilai defuzzifikasi sendiri dalam 1 variabel risiko. Dalam 1 variabel risiko mempunyai 3 input data yaitu penelitian skala probabilitas dengan skala dampak ekonomi, skala probabilitas dengan dampak sosial, skala probabilitas dengan dampak lingkungan. Dari ketiga input itu akan memiliki nilai defuzzifikasi yang berbeda-beda dan dicatat dalam satu tabel (lihat lampiran 9)

Dibawah ini contoh pengisian kuisioner tersebut (lihat Tabel 3.10. Contoh kuisioner penilaian risiko) ;

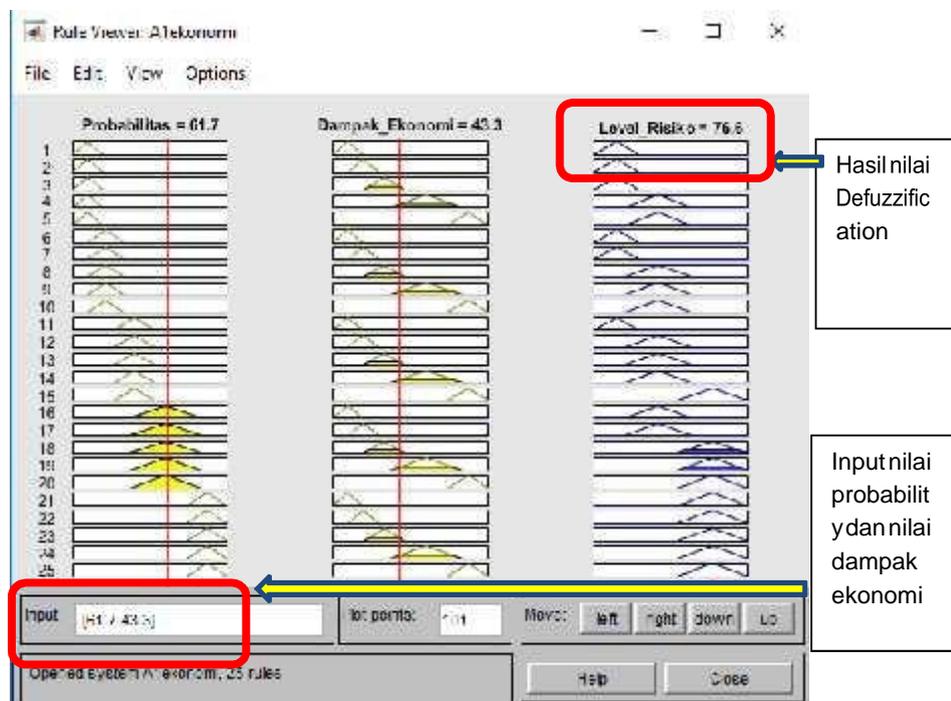
Tabel 3.10. Contoh Kuisioner Penilaian Risiko

No	Nama Risiko	Fase	N.Prob.	Nilai Dampak	Note
A	Keuangan				

Sumber : olah data peneliti (2019)

Setelah proses pengisian kuisioner selesai, dilanjutkan pengisian angka dalam kuisioner tersebut dimasukkan ke dalam input fuzzy logic dalam matlab seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

Di bawah ini contoh input defuzzification pada matlab (lihat gambar 3.3. contoh input defuzzification pada matlab) ;



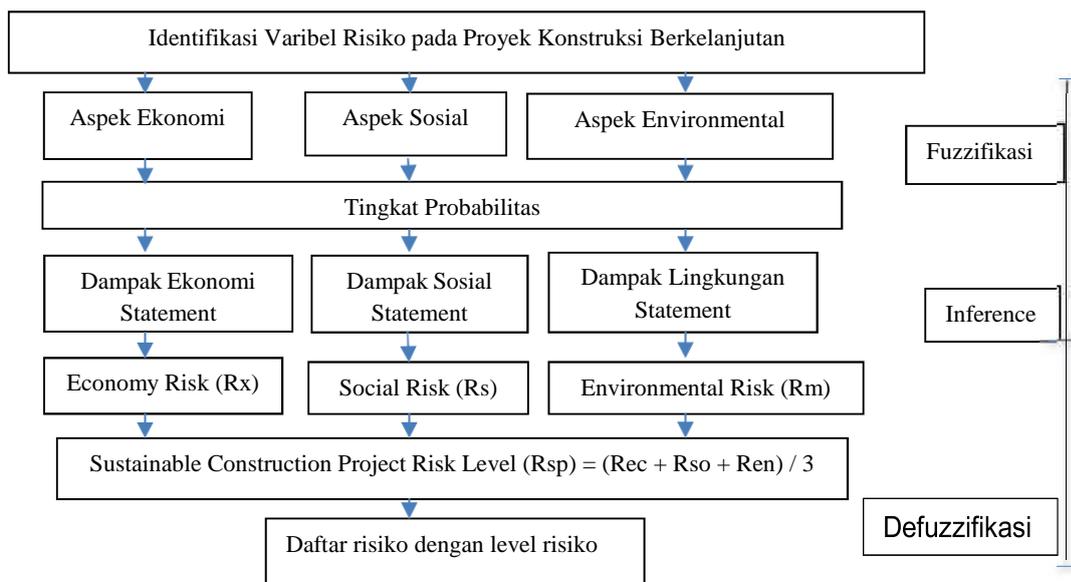
Gambar 3.3. contoh input defuzzification pada matlab

Contoh diatas merupakan cara melakukan input data pada proses matlab untuk memperoleh nilai defuzzification. Kemudian contoh tersebut diterapkan ke variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan lainnya. Dalam pengisian input prosesnya sama dengan tahapan sebelumnya untuk 1 variabel risiko, yaitu ;

- a. 2 input data (Input tingkatan probabilitas dengan input dampak ekonomi) dan akan didapat 1 output (nilai defuzzifikasi dampak ekonomi).
- b. 2 input data (Input tingkatan probabilitas dengan input dampak sosial) dan akan didapat 1 output (nilai defuzzifikasi dampak sosial).
- c. 2 input data (Input tingkatan probabilitas dengan input dampak lingkungan) dan akan didapat 1 output (nilai defuzzifikasi dampak lingkungan).

Kemudian nilai masing-masing nilai defuzzifikasi di rata-ratakan ((Nilai defuzzifikasi dampak ekonomi + Nilai defuzzifikasi dampak social + Nilai defuzzifikasi dampak lingkungan) / 3). Setelah di rata-ratakan diplotkan pada output membership function level risiko yang sudah terbentuk, sehingga didapatkan level risiko tinggi, sedang ataupun rendah. Kemudian dengan cara yang sama dapat dilanjutkan pada variabel risiko lainnya.

Dibawah ini alur analisis risiko sesuai penjelasan diatas untuk mendapatkan peringkat risiko dengan teknik fuzzy diatas (lihat gambar 3.4.alur analisa risiko) ;



Gambar 3.4. Alur Analisa Risiko

Note :

Rsp : Nilai risiko proyek konstruksi berkelanjutan

Rec : Nilai Risiko ekonomi

Rso : Nilai Risiko social

Ren : Nilai Risiko lingkungan

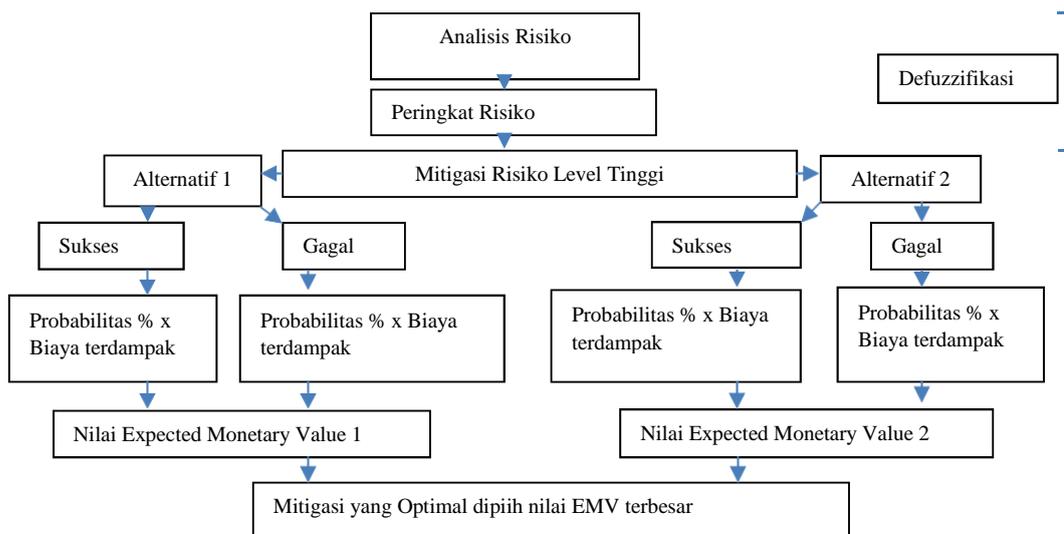
3.6. Risk Respon

Pada Analisis mitigasi ini dipilih 1 proyek untuk contoh pelaksanaan proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya. Risiko yang menjadi contoh untuk proses mitigasi berasal dari nilai risiko level tinggi dengan menggunakan fuzzy logic pada perhitungan sebelumnya. Setelah mendapatkan tingkat risiko tersebut, selanjutnya risiko tersebut dikurangi dengan menggunakan Decision Tree Analysis. Didalamnya terdapat perhitungan expected monetary dalam perkalian probabilitas dan dampak biayanya.

3.6.1 Decision Tree Analysis

Dari hasil expected monetary value, dalam skema penelitian dijelaskan dalam bentuk Decision tree. Akan terlihat gambar dari beberapa alternatif yang dijadikan keputusan yang diambil. Konsep dapat dilihat berikut ini (lihat gambar

3.5. alur analisa pemilihan alternatif mitigasi risiko) ;



Gambar 3.5. Alur Analisa Pemilihan Alternatif Mitigasi Risiko

3.6.2 Expected Monetary Value

Dari skema penelitian dijelaskan bahwa mitigasi menggunakan expected Monetary value untuk menentukan pilihan alternatif yang terbaik dari segi sukses dan gagal, sehingga mendapatkan nilai EMV terbesar dari beberapa alternatif yang didapat dengan cara perkalian nilai probabilitas dengan nilai dampak. EMV peluang secara umum dinyatakan sebagai nilai positif, sementara ancaman dinyatakan sebagai nilai negatif. Berikut ini contoh kuisioner dan wawancara untuk risiko dengan level tinggi. Selanjutnya responden disebutkan risiko terbesar dari hasil perhitungan fuzzy logic, kemudian responden diminta untuk mengisi : bentuk pencegahan atau mitigasi dari setiap faktor risiko proyek berkelanjutan, besarnya biaya yang dibutuhkan untuk melakukan mitigasi tersebut, probabilitas keberhasilan dari bentuk mitigasi tersebut. (0,00% - 100%).

Dibawah ini contoh kuisioner mitigasi (lihat tabel 3.11. kuisioner mitigasi risiko) ;

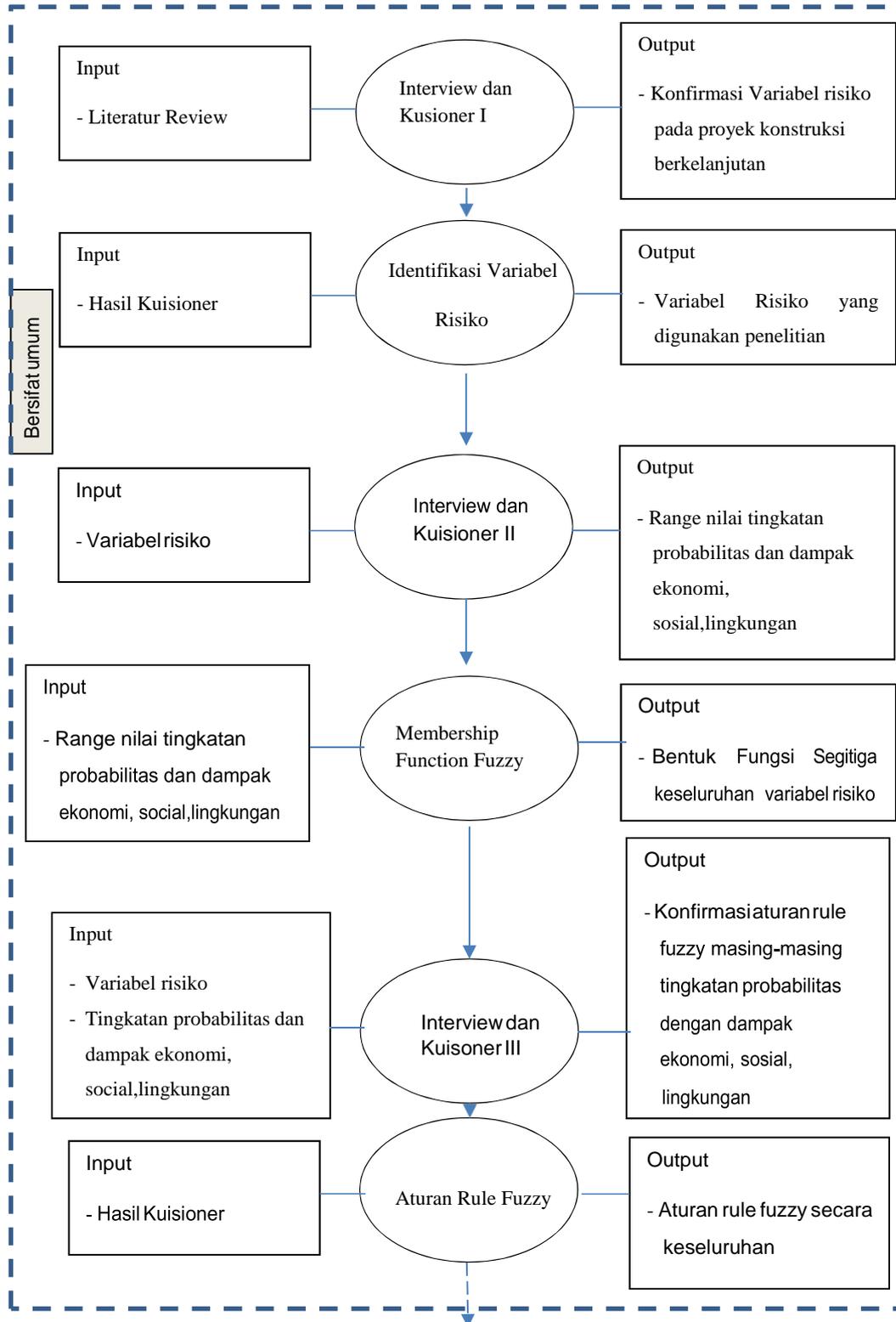
Tabel 3.11. Kuisioner Mitigasi Risiko

Risiko dan biayanya	
Dengan kemungkinan keberhasilan dan biaya yang akan dicapai	
Dengan kemungkinan kegagalandan kerugian biaya yang akan dikeluarkan	
Alternatif A :..... dan biayanya	
Dengan kemungkinan keberhasilan dan biaya yang akan dicapai Rp	
Dengan kemungkinan kegagalan dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan	
Bentuk Kegiatannya :	Biaya Kegiatan
Alternatif B : dan biayanya	
Dengan kemungkinan keberhasilan dan biaya yang dicapai	
Dengan kemungkinan kegagalan..... dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan	
Bentuk Kegiatannya :	Biaya Kegiatan

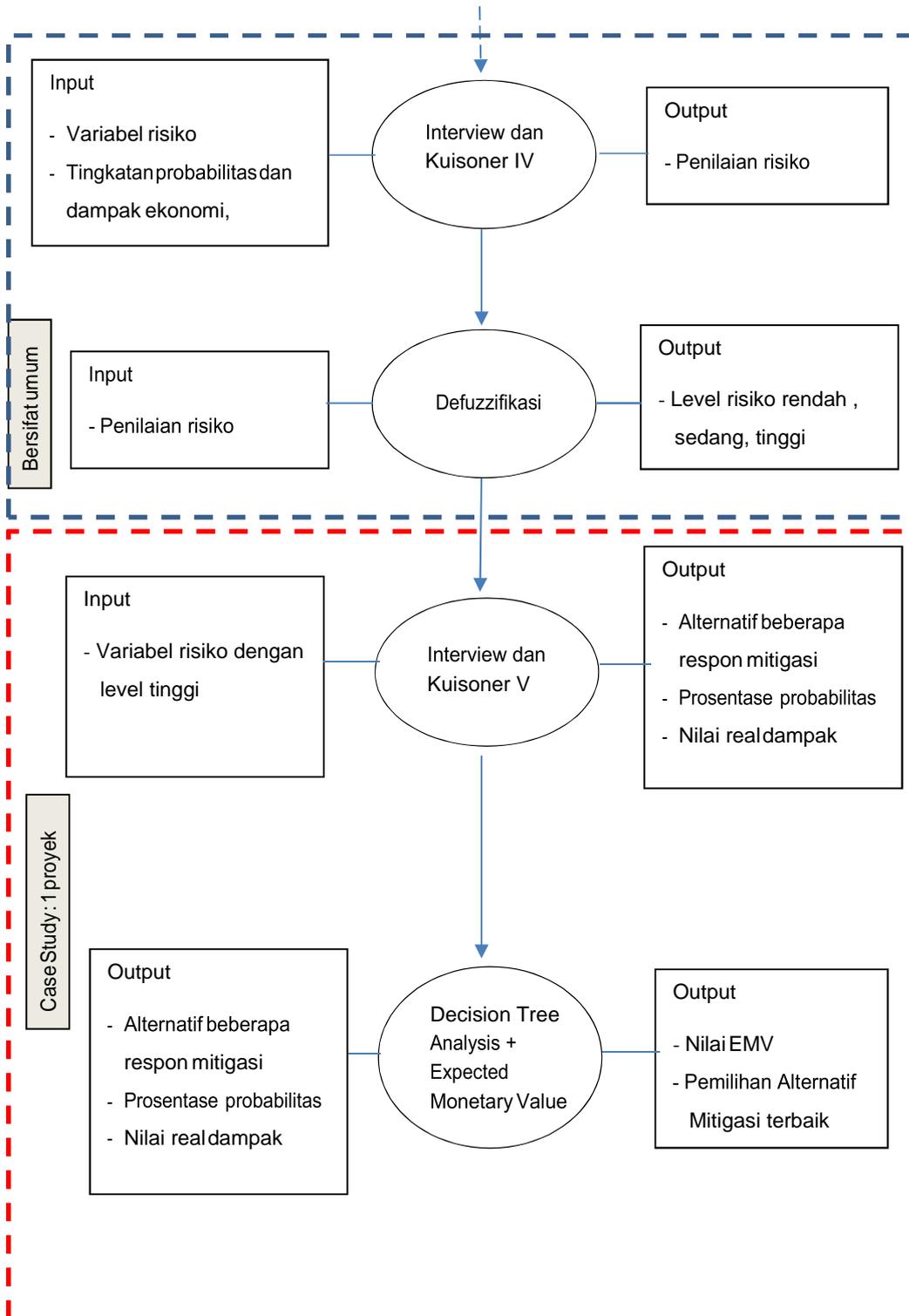
(Sumber : Olahan Data Peneliti, 2019)

3.7 Skema Proses Data

Skema proses data adalah sebagai berikut (lihat gambar 3.6. skema proses data penelitian :



Skema proses data (lanjutan) :



Gambar 3.6. Skema Proses Data Penelitian

Penjelasan skema di atas adalah sebagai berikut :

1. Interview dan Kuesioner I

Pada tahap ini, penulis telah mengidentifikasi variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan pada literatur review kemudian didiskusikan dengan responden untuk mendapatkan konfirmasi tentang kesesuaian variabel risiko yang akan digunakan dalam penelitian. Selain itu Variabel risiko termasuk ke dalam fase feasibility, design, konstruksi atau operation.

2. Identifikasi Variabel Risiko pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan

Setelah melakukan pengambilan data informasi melalui wawancara dan kuisisioner dengan responden, didapat variabel risiko dengan fasenya pada proyek konstruksi berkelanjutan berdasarkan data yang diperoleh dari pengalaman responden.

3. Interview dan Kuesioner II

Pada interview kedua, responden diminta untuk mengarsir kuisisioner lampiran 2 pada tingkatan probabilitas, dampak ekonomi, dampak social, dampak lingkungan masing masing variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan. Hasil akhirnya akan mendapatkan range tingkatan probabilitas dan dampak.

4. Membership Function

Setelah diperoleh data parameter range tingkatan probabilitas, dampak ekonomi, dampak social, dampak lingkungan masing masing variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan, dengan menggunakan fuzzy logic pada program matlab digambarkan membership function type fungsi segitiga. Pada fungsi segitiga tersebut terdapat range/interval yang berasal dari kuisisioner dan wawancara terhadap responden project manager/wakil proyek konstruksi gedung tinggi yang ada di Surabaya. Membership function dipakai untuk variabel linguistic tiap tiap variabel risiko. Dalam setiap variabel risiko proyek konstruksi berkelanjutan terdapat 3 kelompok variabel linguistic. Dalam variabel linguistic terdapat 5 persepsi dengan interval yang sudah di wawancarakan. Variabel linguistic untuk skala probabilitas yaitu jarangm sedikit, sedang, sedikit sering, sering dan seterusnya.

5. Interview, Kuesioner III dan aturan Rule fuzzy logic

Aturan rule dikonfirmasi kepada responden dengan pada tingkatan probabilitas x dampak ekonomi, tingkatan probabilitas x dampak sosial, tingkatan probabilitas x dampak lingkungan, apabila di crossing akan menjadi level risiko yang tinggi, sedang atau rendah dalam bentuk aturan rule fuzzy logic.

6. Interview, Kuesioner IV dan Defuzzifikasi

Pada tahap ini, penulis ingin mendapatkan masing masing variabel risiko proyek konstruksi berkelanjutan tergolong level tinggi, sedang, rendah. Untuk mendapatkan level tersebut, dilakukan wawancara dengan menunjukkan membership function yang sudah dibuat kemudian responden diminta untuk memberi nilai pada masing-masing tingkat probabilitas x dampak ekonomi, tingkat probabilitas x dampak sosial, tingkat probabilitas x dampak lingkungan dalam satu variabel risiko. Setelah itu nilai tersebut dimasukkan ke dalam program matlab. Nilai tersebut di rata-ratakan dan diplotkan ke dalam membership function output level risiko, sehingga mendapatkan level risiko yang diinginkan.

Pada proses mitigasi risiko dengan menggunakan expected monetary value bersifat khusus contoh 1 proyek yang menerapkan konstruksi berkelanjutan. Setelah mendapatkan risiko level tinggi diatas menggunakan fuzzy logic yang bersifat umum, dilanjutkan proses mitigasi sebagai berikut ini ;

1. Decision Tree

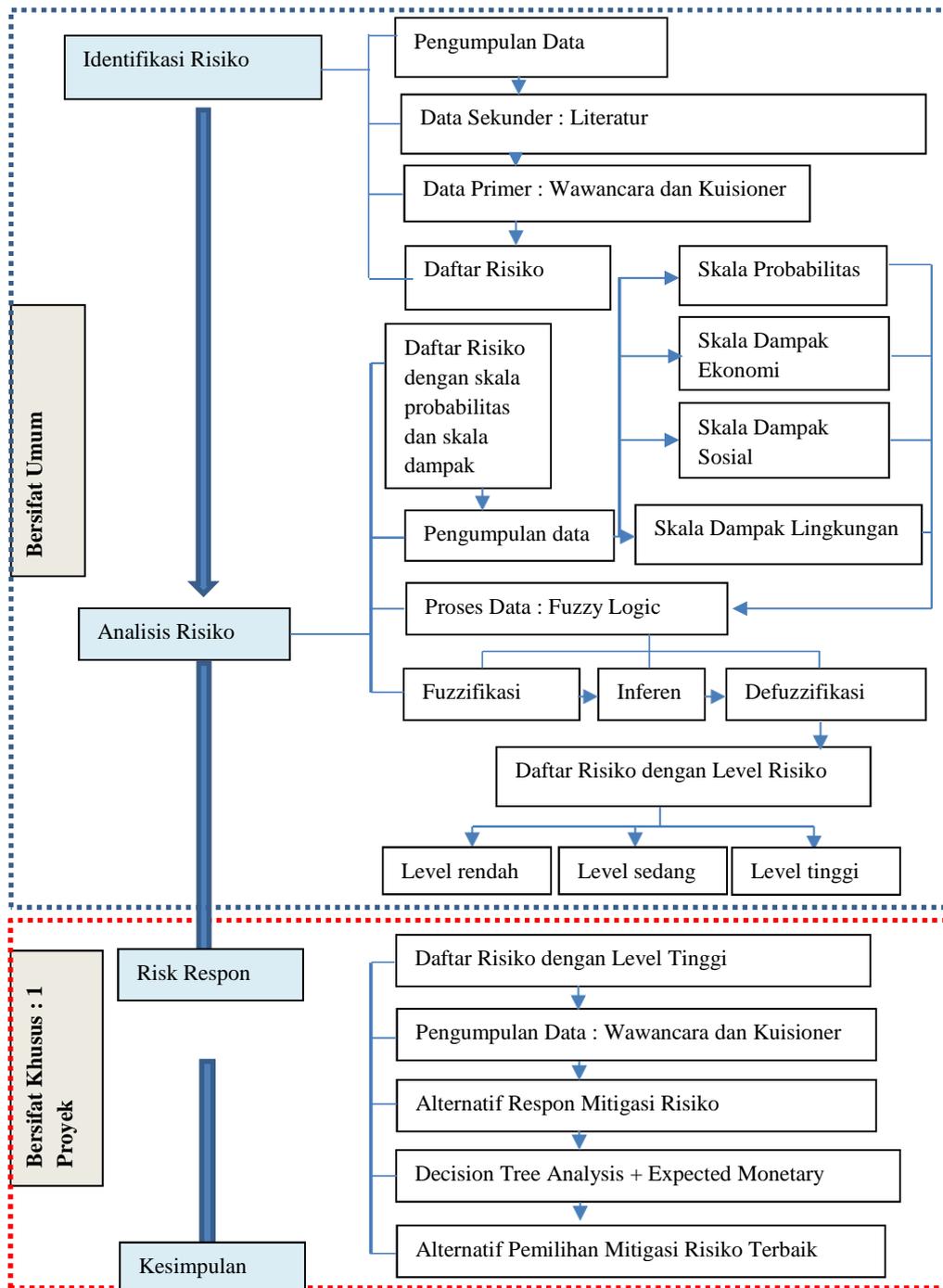
Pada Decision tree analysis dilakukan pemodelan pohon untuk konsep nilai EMV yang akan dimasukkan. Melalui wawancara dan kuisoner pada lampiran V.

2. Expected Monetary Value

Data yang diinginkan dari responden adalah biaya dampak, prosentase probabilitas risiko dan solusi untuk menurunkan risiko level tinggi tersebut. Kemudian biaya dampak dengan prosentase probabilitas dikalikan untuk mendapatkan nilai EMV. Setelah mendapatkan nilai EMV pada variabel risiko level tinggi, didapatkan bentuk mitigasi dari beberapa alternatif solusi. Dari bentuk mitigasi akan diketahui nilai EMV yang paling besar sebagai bentuk pilihan mitigasi yang paling efektif.

3.8 Alur Penelitian

Dibawah ini alur penelitian analisis risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya (lihat gambar 3.7 bagan alir penelitian) ;



Gambar 3.7 Bagan Alir Penelitian

Proses penelitian berdasarkan bagan alir di atas adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Risiko

Ada beberapa cara dalam mengidentifikasi risiko. Dalam penelitian pengumpulan datanya berasal dari data primer, yaitu melakukan wawancara dan kuisioner kepada project manager / wakil proyek yang ditunjuk, setelah mengajukan surat resmi ke proyek konstruksi yang sedang berjalan. Dan ada data sekunder berasal dari literature penelitian terdahulu. Dari responden juga ditanyakan variabel risiko tersebut masuk kedalam fase feasibility, design, konstruksi, dan operasional. Setelah dilakukan wawancara dan kuisioner maka akan mendapatkan variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan, yang dikelompokkan ke dalam daftar risiko.

2. Analisis Risiko

Setelah mendapatkan variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan. Maka variabel risiko tersebut di analisis untuk mendapatkan hasil akhir level risiko. Untuk memproses ini variabel risiko membutuhkan data skala probabilitas, data skala dampak ekonomi, skala dampak sosial, skala dampak lingkungan. Skala skala tersebut akan diproses analisis risiko menggunakan fuzzy logic. Tiap tahapan fuzzy logic akan membutuhkan data yang berasal dari kuisioner dan wawancara, tahapan tersebut diantaranya ;

1. Fuzzifikasi : Digunakan untuk menentukan bentuk fungsi keanggotaan. Metode yang tepat dalam penelitian ini menggunakan metode interval dan ditentukan menggunakan bentuk tipe segitiga. Data yang dimasukkan variabel risiko dengan skala probabilitas, dampak ekonomi, dampak sosial, dampak lingkungan. Kemudian dimasukkan kedalam program matlab.
2. Inferen : Digunakan untuk menentukan aturan rule fuzzy logic. Kemudian dimasukkan kedalam program matlab.
3. Defuzzifikasi : Tujuan dari tahapan ini adalah untuk dilakukan penilaian risiko pada responden. Penilaian risiko ini pada tiap tiap variabel risiko memasukkan nilai skala probabilitas dengan skala dampak ekonomi, skala probabilitas dengan skala sosial, skala probabilitas dengan skala dampak lingkungan. Kemudian data dari responden dimasukkan kedalam program matlab. Setelah diproses dimatlab akan mendapatkan risiko ekonomi,

risiko social dan risiko lingkungan.. Karena berkaitan dengan proyek konstruksi berkelanjutan, maka ketiga nilai tersebut dirata-ratakan sehingga mendapatkan nilai defuzzifikasi untuk risiko proyek konstruksi berkelanjutan. Untuk mendapatkan level risiko diplotkan ke dalam membership function level risiko sesuai variabel risiko yang dimaksud.

3. Risk Respon

Kemudian dilanjutkan pada tahapan case studi. Pada case studi ini membahas risiko respon, setelah mendapatkan level tinggi variabel risiko pada proses fuzzy logic. Dikarenakan risk respon tidak bisa digunakan secara umum dan dibuat lebih mendetail, maka digunakan risk respon ini digunakan kasus 1 proyek yang menerapkan proyek konstruksi berkelanjutan. Untuk mendapatkan data pemilihan mitasi risiko terbaik yang berdasarkan data skala probabilitas dan dampak dalam bentuk biaya, maka respon terbaik menggunakan edition tree analysis. Didalam tree analysis membutuhkan data perhitungan expected monetary value. Dengan mitigasi tentunya diharapkan risiko akan berkurang. Akan tetapi belum tentu semua usaha mitigasi menjadikan nilai total pengorbanan yang diberikan akan menjadi lebih kecil mengingat usaha mitigasi juga memerlukan suatu pengorbanan biaya tersendiri. Oleh sebab itu perlu dibandingkan mana yang lebih menguntungkan.

4. Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir dari penulisan tesis ini adalah menarik kesimpulan dari analisa data yang telah dilakukan sebelumnya, dan juga pemberian saran.

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Variabel Risiko pada Proyek konstruksi berkelanjutan

Survei pendahuluan merupakan langkah yang dilakukan untuk mengidentifikasi variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan sebelum dilakukan survei utama. Variabel risiko didapatkan dari literatur review dan penambahan variabel risiko yang didapatkan dari kuisisioner pendahuluan. Kuisisioner tersebut disebarakan kepada tim manajemen proyek/dosen/praktisi konstruksi yang terlibat langsung dalam proyek konstruksi gedung yang diambil datanya.

4.1.1 Gambaran Obyek dan Responden Penelitian

Survey pendahuluan diambil pada beberapa proyek Gedung yang ada di Kota Surabaya. Berikut adalah gambaran dari masing – masing proyek:

1. Proyek Apartemen Trans Icon

Saat ini proyek dalam tahap pekerjaan pondasi. Pekerjaan tersebut dikerjakan oleh PT Indonesia Pondasi Raya Tbk. Dalam pekerjaannya mereka menggunakan alat bore pile system hydraulic yang dapat meredam getaran dibandingkan dengan alat manual hammer. Selain itu untuk menahan longsoran tanah, maka digunakan casing dan tambahan campuran slurry.

2. Proyek Shamaya

Proyek apartemen Grand Shamaya dibangun dengan lima tower, dengan total 409 tower Aubrey. Dibangun 1,6 hektar berada di jl Embong sawo no 1 surabaya. PT Property sebagai owner dan PT PP Konstruksi sebagai pelaksana proyek Shamaya telah mendaftarkan dalam proses sertifikasi greenship bersamaan. Saat ini masih dalam pekerjaan pondasi oleh PT Indonesia Pondasi Raya dengan menggunakan bore pile.

3. Proyek Grand Sungkono Lagoon

Proyek apartemen tower Caspian dan hotel ini merupakan lanjutan dari tower Venetian apartemen yang sudah dikerjakan sebelumnya dan sudah mendapatkan

sertifikat GBCI. Apartemen ini dibangun setinggi 34 lantai dengan melansir tiga tipe yaitu tipe studio hingga 3 kamar. Proyek ini dikembangkan green concept lagoon atau danau yang digunakan untuk tampungan air hujan dan water cycle . Area yang dikembangkan untuk area hijau dan infrastruktur tidak lebih dari 40 persen. Enam aspek yang diterapkan sesuai GBCI diwujudkan dalam bentuk pedestrian dan akses komunitas, desain fasad yang memudahkan cahaya masuk tapi tidak terasa panas di dalam ruangan (Penggunaan Kaca asahimas yang merupakan produk ramah lingkungan).

4. Proyek Apartemen Klaska Residence

Proyek yang berada di jagir wonokromo ini baru tahap pekerjaan konstruksi bawah. Kemudian dalam hal pogram CSR, proyek juga merevitalisasi sungai jagir menjadi taman dan rencana ada perbaikan plengsengan untuk menahan longsor dari beban arah jalan raya. Proyek ini dikerjakan oleh PT Sinas Mas Land.

5. Proyek Swiss Bell Hotel

Proyek ini dikerjakan oleh PP Konstruksi Tbk dalam merenovasi hotel lokasi di jantung Surabaya, di jalan Bintoro Surabaya. Proyek ini diperkirakan selesai pada tahun ini.

6. Proyek Paket Pekerjaan Konstruksi Rancang bangun Pembangunan Gedung terminal dan stasiun Intermoda Joyoboyo

Proyek ini dikerjakan oleh Pt Adhikarya dengan owner dinas perhubungan Surabaya. Di dalam proyek tersebut ada pengembangan teknologi BUS (Building Otomation System). Teknologi tersebut untuk memudahkan pemantauan aktifitas penggunaan listrik secara tidak langsung (lewat internet). Apabila ada system operasi yang belum dimatikan atau ada sesuatu yang harus dioperasikan secara otomatis tanpa datang langsung ke lokasi. Kemudian ada smart parking yaitu membantu bagi yang parkir di terminal joyoboyo di monitor yang telah disediakan. Teknologi tersebut dapat membantu mengefisiensi biaya petugas dan efisiensi penghematan energi listrik.

Responden yang berpartisipasi merupakan manajer atau perwakilan dari manajer yang memiliki pemahaman terhadap proyek yang sedang dikerjakan. Ada 15 proyek, perusahaan yang bisa dilakukan wawancara/kuisisioner ada 6 perusahaan

(10 orang dari praktisi konstruksi) 2 dosen, 2 staff GBCI sedangkan yang belum ada konfirmasi kuisisioner/wawancara ada 12 perusahaan dan 2 dosen. Profil responden kuisisioner yang berkontribusi pada survei pendahuluan ini tabel 4.1 Profil Responden pada Survei Identifikasi Survey Pendahuluan berikut ini :

Tabel 4.1 Profil Responden pada Survei Identifikasi Survey Pendahuluan

No	Nama	Jabatan	Proyek	Pendidikan	Pengalaman	Relevan
1	Wendy Saputra	Staff GBCI	GBCI	S1 Teknik Sipil	3-4 tahun (Assessment Greenship)	3-4 tahun (Assessment Greenship)
2	Ferry Setiawan W	Staff Teknik	Proyek Shamaya (PT PP Konstruksi Tbk)	S1 Teknik Sipil	5-10 tahun	Proyek Grand Sungkono Lagoon (Greenship)
3	Widodo	Site Manager	Proyek Shamaya (PT PP Konstruksi)	S1 Teknik Sipil	10-20 tahun,	1 proyek Gedung Asean Seceretaryat
4	Ranto Gultom	Project Manager	Proyek Swiss Bell Hotel (PT PP	S1 Teknik Sipil	10-20 tahun	
5	Yustiar Ghana	Wakil Manager SEM	Proyek Shamaya (PT PP Konstruksi)	S1 Teknik Sipil	< 5 tahun	1 proyek
6	Aditya S	Direktur Operasional Sinar Mas dan Dosen MMT ITS	Proyek Apartemen Klaska Residence	S2 Teknik Sipil	>20 tahun	Proyek Grand Office Park
7	Prasetyo Cahyo	Site Manager	Proyek Grand Sungkono lagoon (PT PP Konstruksi)	S Teknik Sipil	10-20 tahun	3-4 proyek
8	Yudi Asta	Project Manager	Proyek Grand Sungkono lagoon (PT PP Konstruksi)	S Teknik Sipil	>20 tahun	> 10 proyek
9	Harris	Staff GBCI	GBCI	S1 Teknik Sipil	3-4 tahun (Assessment Greenship)	3-4 tahun (Assessment Greenship)
10	Tri Joko W Adi	Dosen dan Kepala Departemen Sipil ITS	ITS	S3	5-10 Tahun	5-6 proyek
11	Ir I Gusti Ngrurah Antaryama,	Dosen dan Kepala Departemen Arsitek ITS	ITS	S3	>20 tahun	1-2 proyek
12	Alfian Indra Y	Project Engineer Manager	PT Adhi Karya (Persero) Tbk	S1	5-10 tahun	5-6 proyek
13	Abdul Somad	Project Manager	PT Adhi Karya (Persero) Tbk	S2	10-20 tahun	7-8 proyek
14	Syafrudin Setiawan	Project Manager	PT Indonesia Pondasi Raya Tbk	D3	>20 tahun	4 project

Sumber : Kuisisioner dan wawancara (2019)

4.1.2. Proses Analisis Survey Pendahuluan

Survei pendahuluan dilakukan dengan cara wawancara dan kuisioner 1 (lihat tabel 4.2. Contoh pengisian survey pendahuluan dan lampiran 6) tentang perolehan dalam memperoleh variabel yang dikemukakan oleh responden, dengan dibantu oleh variabel yang telah didapatkan dari literatur.

Didalam kuisioner (lihat lampiran 1) responden diminta untuk memberi centang (√) pada kolom jawaban “Ya/Tidak” untuk variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya. Setelah responden menyelesaikan pengisian, dilakukan dalam bentuk rekapan (lihat lampiran 6). Responden yang mencentang iya pada variabel risiko proyek konstruksi berkelanjutan, selanjutnya diminta untuk memilih fase proyek konstruksi tergolong fase feasibility, design, konstruksi, operation/pemeliharaan. Dibawah ini contoh sebagian kuisioner pengisian survey pendahuluan (lihat 4.2. contoh pengisian survey pendahuluan) ;

Tabel 4.2. Contoh pengisian survey pendahuluan

No	Risiko	Jawaban		Fase Proyek				Deskripsi Risiko
		Ya	Tidak	Feasibility	Design,	Konstruksi	Operasi/Pemel	
Kode	Risiko							
A	Keuangan							
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal	√				√		Dikarenakan bahan dan alat didalam negeri belum tersedia

Sumber : Kuisioner dan wawancara (2019)

Kemudian di halaman terakhir diminta responden diminta untuk melakukan penambahan variable risiko. Ada 1 responden bapak Aditya Sutanto dengan menambahkan variable risiko kemampuan daya besi masyarakat terhadap investasi menurun.

4.1.3 Hasil Survei Pendahuluan

Hasil survei pendahuluan tentang risiko apa saja yang menjadi risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya yang telah dikumpulkan dari responden pada beberapa proyek diatas.

Dibawah ini salah satu contoh rekapan dari responden dan selengkapnya dapat dilihat di tabel 4.3 survei pendahuluan variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan dan lampiran 6 :

Tabel 4.3 Survei Pendahuluan Variabel Risiko pada proyek Konstruksi Berkelanjutan

No	Nama Risiko		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	%
		Fase															
A	Keuangan																
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal	F															-
		D	v	v		v		v	v	v	v	v	v	v	v		71
		K	v	v	v	v	v	v	v	v	v		v		v		78
		O						v									7
A2	Kontingensi Investor tinggi	F	v					v	v	v	v			v			43
		D	v			v			v	v	v						36
		K			v							v	v				21
		O															

Sumber : Kuisoner dan wawancara (2019)

Pada tabel diatas, tanda “v” menunjukkan bahwa responden menyetujui variabel risiko konstruksi berkelanjutan tersebut terjadi pada proyeknya. Dari hasil survei pendahuluan, dapat diketahui variabel risiko yang paling banyak dipilih adalah yang diarsir biru sesuai dengan tahapan fasenya. Sehingga dalam penelitian selanjutnya dipilih fase yang terbanyak dalam satu variabel risiko untuk diteliti. Contoh diatas dengan variabel risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal. Fase yang banyak dipilih adalah fase konstruksi dengan prosentase 78%, jadi variabel tersebut untuk metode selanjutnya dilakukan penelitian sesuai dengan fase konstruksi. Sedangkan variabel risiko tersebut pada

fase Feasibility, fase design dan operation dibatasi untuk tidak dilakukan penelitian, mengingat data penelitian cukup banyak apabila dilakukan .

Berikut ini tabel 4.4.rekapan varibel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan hasil dari hasil pemilihan responden dan fase yang paling banyak dipilih dan kemudian dijadikan bahan penelitian selanjutnya ;

Tabel 4.4. Rekapan Varibel Risiko pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan

No	Nama Risiko	Fase
A	Keuangan	
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal	Konstruksi
A2	Kontingensi Investor tinggi	Feasibility
A3	Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan	Konstruksi
B	Standar Perawatan / Legal	
B1	Tidak ada insentif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan	Design
B2	Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah	Feasibility
B3	Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi	Konstruksi
B4	Pembatasan impor	Konstruksi
B5	Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman	Konstruksi
C	Kinerja	
C1	Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah	Konstruksi
C2	Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan	Konstruksi
C3	Kinerja yang rendah selama paska konstruksi	Operation

Tabel 4.4. Rekapitan Variabel Risiko pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan (Lanjutan)

No	Nama Risiko	Fase
C4	Ketidapercayaaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik	Operation
D	Konsultan, Subkonsultan, & Subkontraktor	
D1	Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka	Konstruksi
D2	Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka	Konstruksi
E	Teknologi	
E1	Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang	Konstruksi
E2	Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan	Konstruksi
E3	Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan	Konstruksi
F	Tenaga Kerja dan Peralatan Material	
F1	Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan	Konstruksi
F2	Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak	Konstruksi
G	Lain-lain	
G1	Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan	Konstruksi
G2	Kemampuan daya beli masyarakat terhadap investasi menurun	Feasibility

Sumber : olahan data peneliti (2019)

Tabel 4.4 diatas merupakan variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan yang dipakai dalam penelitian ini. Selanjutnya dilanjutkan dengan analisis risiko.

4.2. Analisis Risiko

Setelah diidentifikasi variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan, kemudian dilakukan penilaian risiko. Penilaian risiko digunakan metode fuzzy logic. Hasil akhir metode ini adalah variabel risiko akan tergolong pada level risiko rendah, sedang dan tinggi.

4.2.1 Gambaran Umum Responden Proyek

Survei utama dilakukan kepada manajer atau perwakilan dari manajer pada proyek konstruksi gedung yang menjadi partisipan pada survei pendahuluan ditambah dengan beberapa proyek konstruksi gedung yang lainnya di Kota Surabaya. Proyek yang menjadi tempat survei utama merupakan proyek konstruksi gedung yang sedang hingga besar yang proyeknya masih berlangsung di kota Surabaya.

Responden yang dapat memberikan jawaban kuisisioner ini terdapat 3 praktisi konstruksi, sedangkan responden sebelumnya yang tidak dapat memberikan dikarenakan kesibukan dalam proyek yang tidak ditunda. 3 praktisi konstruksi tersebut memberikan konfirmasi jawaban untuk metode fuzzy logic pada proses fuzzifikasi dan inference. Dibawah ini tabel 4.4 rekapitan variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan nama dari responden tersebut ;

Tabel 4.5. Profil Responden pada Survei Identifikasi Survey Pendahuluan

No	Nama	Jabatan	Proyek	Pendidikan	Pengalaman Proyek	Relevan
1	Aditya S	Direktur Operasional Sinar Mas dan Dosen MMT ITS	Proyek Apartemen Klaska Residence	S2 Teknik Sipil	>20 tahun	Proyek Grand Office Park
2	Widodo	Site Manager	Proyek Shamaya (PT PP Konstruksi)	S1 Teknik Sipil	10-20 tahun,	1 proyek Gedung Asean Seceretaryat
3	Ranto Gultom	Project Manager	Proyek Swiss Bell Hotel (PT PP)	S1 Teknik Sipil	10-20 tahun	

Sumber : Kuisisioner dan wawancara (2019)

Dalam survei utama, diperoleh probabilitas untuk masing-masing variabel risiko proyek konstruksi berkelanjutan. dan dampak yang ditimbulkan. Data dampak yang diperoleh tersebut berupa data kualitatif dan kuantitatif. Nilai

kerugian dari dampak tersebut didapatkan dari penilaian responden yang ahli atau sudah paham mengenai proyek yang sedang dikerjakannya.

4.2.2. Analisa Fuzzy Logic

Analisa fuzzy digunakan untuk memperoleh level variable risiko proyek konstruksi berkelanjutan yang paling tinggi. Tahapan dalam proses fuzzy adalah Fuzzifikasi, Implikasi, Agregasi, Defuzzifikasi. Untuk memudahkan proses perhitungan fuzzy logic maka menggunakan program matlab, berikut salah satu contoh dalam proses perhitungan analisis fuzzy untuk perhitungan risiko proyek konstruksi berkelanjutan dengan memperhitungkan probabilitas, dampak, ekonomi, dampak sosial dan dampak lingkungan.

4.2.2.1. Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzifikasi)

Pembentukan himpunan fuzzy dilakukan dengan metode interval dengan cara menanyakan langsung kepada tim praktisi/tim manajemen konstruksi/project manager yang berada di lapangan/lokasi proyek masing masing. Dari beberapa responden. Metode interval dipilih karena input data banyak dan lebih efektif mendapatkan data wawancara daripada menggunakan direct rating yang memerlukan waktu lebih lama. Sedangkan pembentukan membership function dipilih menggunakan fungsi segitiga.

Pada saat melakukan kuisioner dan wawancara, diuraikan penjelasan tingkatan pada variabel linguistic tingkat probabilitas (jarang, sedikit, sedang, sedikit sering dan sering), penjelasan dampak ekonomi (sangat rendah, rendah, sedang, besar bencana), dampak social (sangat rendah, rendah, sedang, besar bencana) dan lingkungan (sangat rendah, rendah, sedang, besar bencana) dapat dilihat pada lampiran 2. Variabel lingustik tersebut ada 3 dalam 1 variabel lingustik, kemudian untuk menjadi variabel risiko proyek konstruksi berkelanjutan digabung menjadi satu pada saat proses defuzzifikasi dengan cara merata-ratakan.

Responden yang dapat memberikan konfirmasi waktu dalam pengisian proses fuzzifikasi berjumlah 3 orang (lihat tabel 4.5 profil responden pada survei identifikasi survey pendahuluan).

Sebagai contoh untuk pengisian 1 variabel risiko dengan 1 responden (pak Aditya) merujuk pada tabel 4.6. contoh pengisian kuisioner interval membership function untuk risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal fase konstruksi ;

Tabel 4.6. Contoh Pengisian Kuisioner Interval Membership Function untuk Risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal Fase :

Blok biru merupakan arsiran responden

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											0-20
Sedikit											10-30
Sedang											20-50
Sedikit Sering											40-80
Sering											70-100
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											0-20
Rendah											10-30
Sedang											20-50
Besar											40-80
Bencana											70-100
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											0-30
Rendah											20-60
Sedang											50-80
Besar											70-90
Bencana											80-100
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											0-40

Tabel 4.6. Contoh Pengisian Kuisoner Interval Membership Function untuk Risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal Fase : Konstruksi (lanjutan)

Tingkat Dampak Lingkungan											
Rendah											30-70
Sedang											60-80
Besar											70-90
Bencana											80-100
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											0-40
Sedang											30-70
Tinggi											60-100

Sumber : olahan data peneliti 2019

Setelah dilakukan pengisian membership function dengan metode interval diatas, kemudian pengisian kuisoner ketiga responden tersebut dikumpulkan kedalam tabel sebagai input dalam pemodelan fungsi segitiga menggunakan program matlab.

Berikut ini salah satu contoh rekapan data responden untuk input membership function dan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 9 dan tabel 4.7 contoh rekapan input membership function pada risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal

Tabel 4.7. Contoh Rekapan Input Membership Function pada risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal

Input Membership Function Pada Matlab													
No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab				
			Data									Rata-Rata	
			R1		R2		R3						
			Range		Range		Range		Range				
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2		
A1	p	Jarang	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0		
		Sedikit	10	30	10	30	10	40	10.0	21.7	33.3		
		Sedang	20	50	30	60	30	50	26.7	40.0	53.3		

Tabel 4.7. Contoh Rekanan Input Membership Function pada risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal (lanjutan)

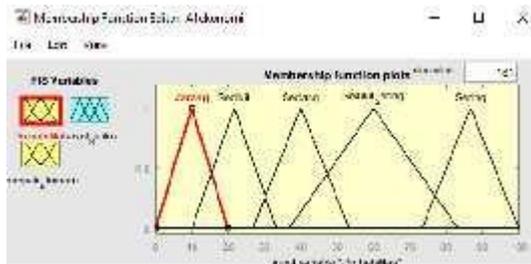
Input Membership Function Pada Matlab											
No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
		Sedkit sering	40	80	50	90	40	80	43.3	63.3	83.3
		Sering	70	100	80	100	70	100	73.3	86.7	100.0
	Iec	Sangat rendah	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0
		Rendah	10	30	10	30	10	30	10.0	20.0	30.0
		sedang	20	50	20	50	20	40	20.0	33.3	46.7
		Besar	40	80	40	90	30	80	36.7	60.0	83.3
		Bencana	70	100	80	100	70	100	73.3	86.7	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	30	0	30	0	40	0.0	16.7	33.3
		Rendah	20	60	20	70	30	70	23.3	45.0	66.7
		sedang	50	80	60	80	60	80	56.7	68.3	80.0
		Besar	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Ien	Sangat rendah	0	40	0	30	0	40	0.0	18.3	36.7
		Rendah	30	70	20	50	30	70	26.7	45.0	63.3
		sedang	60	80	40	70	60	80	53.3	65.0	76.7
		Besar	70	90	60	90	70	90	66.7	78.3	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Risk	Rendah	0	40	0	30	0	20	0.0	15.0	30.0
		Sedang	30	70	20	70	10	50	20.0	41.7	63.3
		Tinggi	60	100	60	100	40	100	53.3	76.7	100.0

Sumber : Olahan data peneliti (2019)

Keterangan : a1 : batas kiri fungsi segitiga a2 : batas kanan fungsi segitiga
am : batas tengah fungsi segitiga Not : Notasi

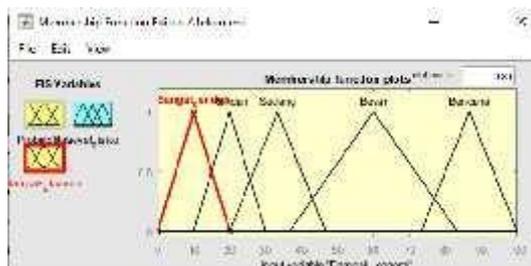
Perhitungan rata-rata dari ketiga responden dapat dilihat di tabel atas sebelah kanan, kemudian dimodelkan dengan menggunakan program matlab. Hasil pemodelan fuzzy logic dengan menggunakan fungsi segitiga dapat digambarkan sebagai berikut (Data pemodelan gambar membership function untuk variabel risiko lainnya menggunakan program matlab) untuk variable risiko A1 biaya penggunaan bahan dan alat ramah lingkungan yang tergolong mahal.

Terlampir contoh membership function pada gambar 4.1. pemodelan variable risiko A1 probabilitas untuk biaya penggunaan bahan dan alat ramah lingkungan yang tergolong mahal ;



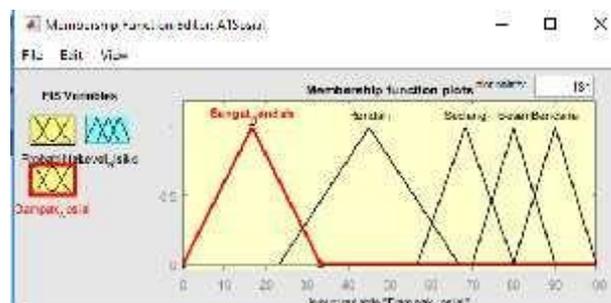
Gambar 4.1. Pemodelan Variable Risiko A1 probabilitas

Terlampir contoh membership function pada Gambar 4.2. pemodelan variable risiko A1 dampak ekonomi ;



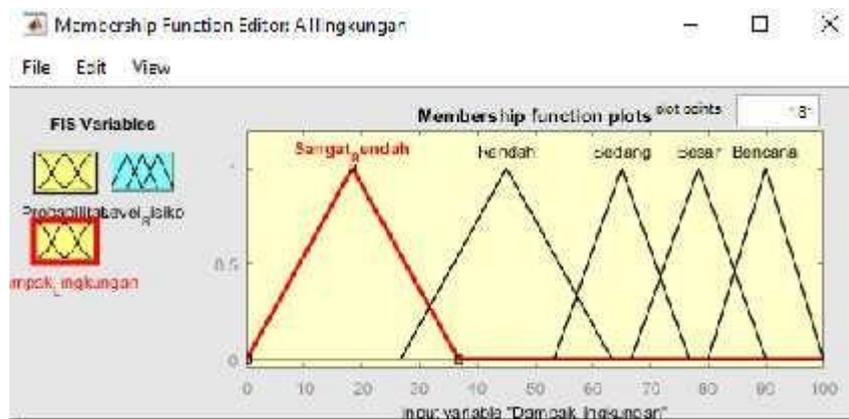
Gambar 4.2. Pemodelan Variable Risiko A1 Dampak Ekonomi

Terlampir contoh membership function pada gambar 4.3. pemodelan variable risiko A1 dampak sosial ;



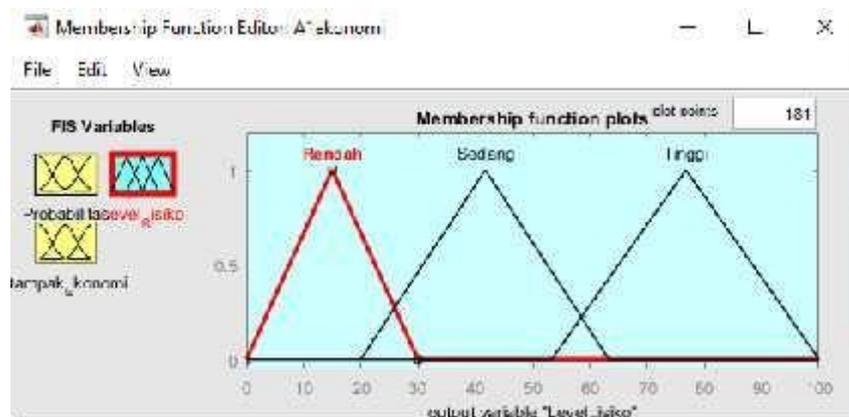
Gambar 4.3. Pemodelan Variable Risiko A1 Dampak Sosial

Terlampir contoh gambar 4.4. pemodelan variable risiko A1 dampak lingkungan



Gambar 4.4. Pemodelan Variable Risiko A1 Dampak Lingkungan

Terlampir contoh gambar 4.5. pemodelan output variable risiko A1 level risiko



Gambar 4.5. Pemodelan Output Variable Risiko A1 Level Risiko

4.2.2.2. Inferensi

Penentuan aturan rule inferensi dengan melakukan wawancara responden oleh tim praktisi konstruksi proyek di Surabaya, Responden sama dengan proses fuzzifikasi (lihat tabel 4.1).

Dengan menggabungkan himpunan fuzzy (fuzzifikasi) yang didalamnya mempunyai tingkatan yang sudah ditentukan, maka aturan rule untuk tingkatan

probabilitas dengan dampak (ekonomi / sosial / lingkungan) diuraikan sebagai berikut ;

Hasil ketiga responden adalah sama. Dibawah ini Rule inferensi tingkatan probabilitas dengan dampak ekonomi, tingkatan probabilitas dengan dampak sosial dan tingkatan probabilitas dengan dampak lingkungan:

If probabilitas JARANG, AND dampak ekonomi SANGAT RENDAH, THEN
level risiko RENDAH

If probabilitas JARANG, AND dampak ekonomi RENDAH, THEN level risiko
RENDAH

If probabilitas JARANG, AND dampak ekonomi SEDANG, THEN level risiko
RENDAH

If probabilitas JARANG, AND dampak ekonomi BESAR, THEN level risiko
SEDANG

If probabilitas JARANG, AND dampak ekonomi BENCANA, THEN level risiko
SEDANG

If probabilitas SEDIKIT, AND dampak ekonomi SANGAT RENDAH, THEN
level risiko RENDAH

If probabilitas SEDIKIT, AND dampak ekonomi RENDAH, THEN level risiko
RENDAH

If probabilitas SEDIKIT, AND dampak ekonomi SEDANG, THEN level risiko
SEDANG

If probabilitas SEDIKIT, AND dampak ekonomi BESAR, THEN level risiko
SEDANG

If probabilitas SEDIKIT, AND dampak ekonomi BENCANA, THEN level risiko
SEDANG

If probabilitas SEDANG, AND dampak ekonomi SANGAT RENDAH, THEN
level risiko RENDAH

If probabilitas SEDANG, AND dampak ekonomi RENDAH, THEN level risiko
SEDANG

If probabilitas SEDANG, AND dampak ekonomi SEDANG, THEN level risiko
SEDANG

If probabilitas SEDANG, AND dampak ekonomi BESAR, THEN level risiko
SEDANG

If probabilitas SEDANG, AND dampak ekonomi BENCANA, THEN level risiko
TINGGI

If probabilitas SEDIKIT SERING, AND dampak ekonomi SANGAT RENDAH,
THEN level risiko SEDANG

If probabilitas SEDIKIT SERING, AND dampak ekonomi RENDAH, THEN level
risiko SEDANG

If probabilitas SEDIKIT SERING, AND dampak ekonomi SEDANG, THEN level
risiko TINGGI

If probabilitas SEDIKIT SERING, AND dampak ekonomi BESAR, THEN level
risiko TINGGI

If probabilitas SEDIKIT SERING, AND dampak ekonomi BENCANA, THEN
level risiko TINGGI

If probabilitas SERING, AND dampak ekonomi SANGAT RENDAH, THEN level
risiko TINGGI

If probabilitas SERING, AND dampak ekonomi RENDAH, THEN level risiko
TINGGI

If probabilitas SERING, AND dampak ekonomi SEDANG, THEN level risiko
TINGGI

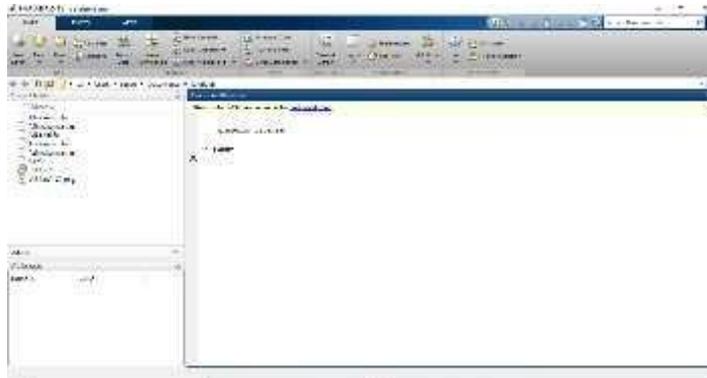
If probabilitas SERING, AND dampak ekonomi BESAR, THEN level risiko
TINGGI

If probabilitas SERING, AND dampak ekonomi BENCANA, THEN level risiko
TINGGI

4.2.2.3. Penggunaan Fuzzy Logic dengan Program Matlab (Proses Defuzzifikasi)

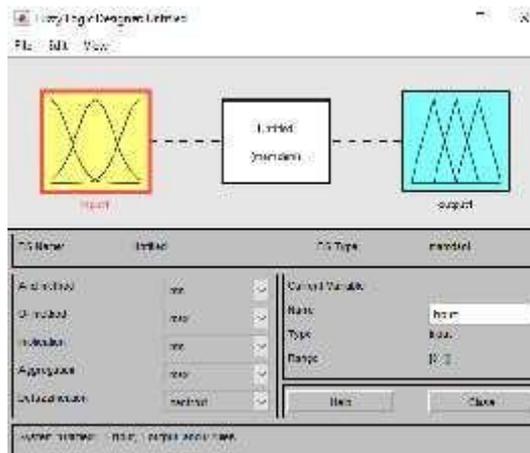
a. Langkah pertama adalah membuka program matlab yang didalamnya sudah terintegrasi dengan fuzzy logic.

Dibawah ini Gambar 4.6. Command windows pada matlab sebagai berikut ;



Gambar 4.6. Command Windows pada Matlab

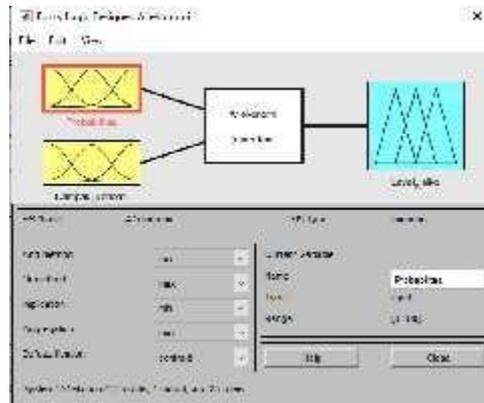
b. Pada command window diketik “fuzzy”, kemudian akan muncul jendela berikut ini dapat dilihat pada gambar 4.7. tampilan awal fuzzy logic dibawah ini ;



Gambar 4.7. Tampilan Awal Fuzzy Logic

C. Secara default matlab menyediakan satu masukan, satu keluaran dan satu rule bertipe mamdani. Dalam variabel risiko proyek konstruksi berkelanjutan, ada 3 input data proses matlab pada tool fuzzy logic yaitu skala probabilitas dan skala dampak ekonomi, skala probabilitas dan skala social, skala probabilitas dan dampak lingkungan), di klik ; edit – add variabel – klik “Input”. Input tersebut diberi nama probabilitas dan dampak ekonomi. Output diberi nama level risiko.

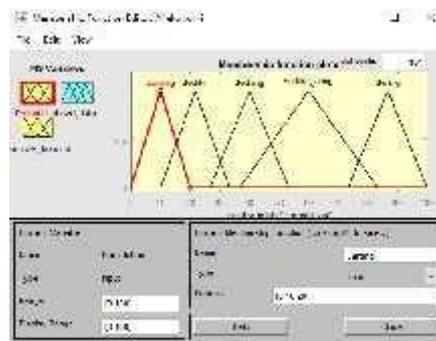
Dibawah ini gambar 4.8. pemodelan fuzzy logic untuk penelitian yang digunakan dalam penelitian ;



Gambar 4.8. Pemodelan Fuzzy Logic untuk Penelitian

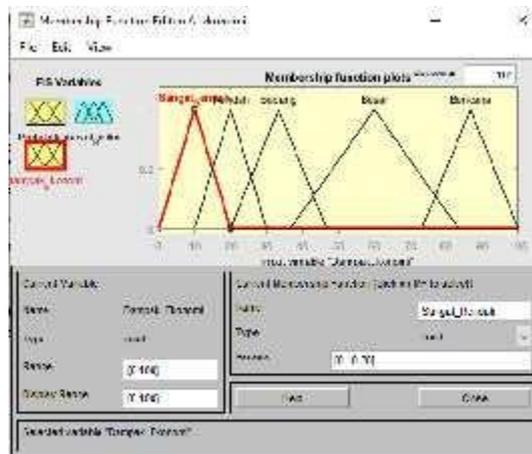
d. Langkah berikutnya membuat fungsi keanggotaan (membership function) untuk input. Double klik pada input atau output, maka akan muncul jendela baru untuk mengatur fungsi keanggotaan. Pada input data probabilitas terdapat nama fungsi keanggotaan jarang, sedikit, sedang, sedikit sering, sering dan pada input data pada dampak ekonomi terdapat nama fungsi keanggotaan sangat rendah, rendah, sedang, besar, bencana, sedangkan pada output terdapat nama fungsi keanggotaan rendah, sedang, besar. Masing – masing penamaan fungsi keanggotaan tersebut diisikan pada kolom isian data tabel membership function Params, setelah diklik garis pada gambar dan dikarenakan fasilitas memberikan garis berjumlah 3, maka klik edit – add variable – pilih 2. Untuk type dipilih segitiga.

Dibawah ini 4.9 gambar membership function untuk risiko bahan dan alat yang tergolong mahal ;



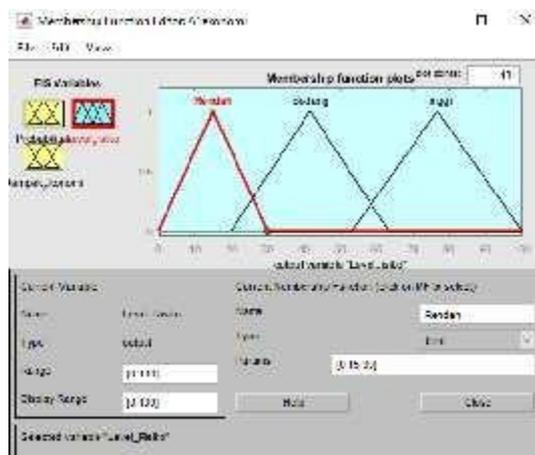
Gambar 4.9. Gambar Membership Function A1 Tingkat Probabilitas

Dibawah ini gambar membership function untuk risiko bahan dan alat yang tergolong mahal untuk dampak ekonomi ;



Gambar 4.10. Membership Function A1 Dampak Ekonomi

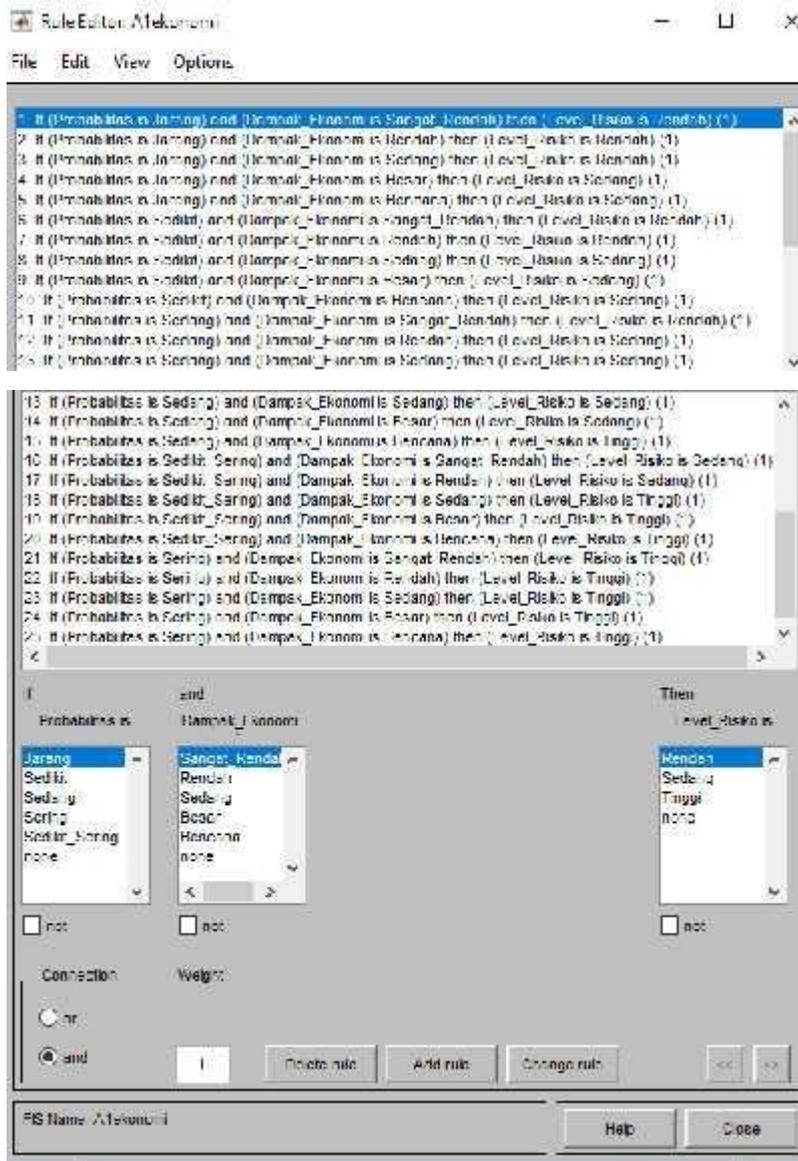
Dibawah ini 4.11 gambar membership function untuk risiko bahan dan alat yang tergolong mahal untuk ouput level risiko ;



Gambar 4.11. Membership Function A1 Level Risiko

- e. Setelah membership function diselesaikan, dilanjutkan pembuatan aturan logika rule. Untuk aturan rule ini berlaku sama terhadap probabilitas dan dampak (ekonomi, sosial, lingkungan). Double klik pada bagian tengah FIS editor . kemudian diisi 25 rule hasil wawancara responden yang telah dibuat.

Dibawah ini tampilan gambar 4.12 untuk aturan rule ;



Gambar 4.12. Rule Inference

f. Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan mengklik View – rules. Hasil penilaian fuzzy dari rata-rata nilai responden diisikan pada input. Maka secara otomatis akan keluar nilai yang diharapkan. Untuk penilaian pada fungsi dampak ekonomi akan memiliki nilai defuzzifikasi tersendiri. Nilai tersebut adalah level risiko yang dicari, apakah termasuk rendah, sedang, tinggi.

Setelah menemukan nilai defuzzifikasi antara probabilitas-dampak ekonomi, probabilitas-dampak sosial dan probabilitas-dampak lingkungan, masing-masing nilai tersebut di rata-ratakan dan diplotkan pada output membership function untuk mengetahui level risikonya. Dengan langkah yang sama, diterapkan pada variable risiko proyek konstruksi berkelanjutan.

Keterangan diatas diperoleh dari kuisisioner lampiran 4 kepada tim manajemen konstruksi di Surabaya. Dari 14 responden sebelumnya yang dapat mengkonfirmasi kembali sejumlah 6 responden. Responden tersebut (dilihat pada tabel 4.8. profil responden pada survei penilaian risiko) adalah

Tabel 4.8. Profil Responden pada Survei Penilaian Risiko

No	Nama	Jabatan	Proyek	Pendidikan	Pengalaman Proyek	Relevan
1	Aditya S	Direktur Operasional Sinar Mas dan Dosen	Proyek Apartemen	S2 Teknik Sipil	>20 tahun	Proyek Grand Office Park
2	Widodo	Site Manager	Proyek Shamaya (PT PP Konstruksi	S1 Teknik Sipil	10-20 tahun,	1 proyek Gedung Asean Seceretaryat
3	Ranto Gultom	Project Manager	Proyek Swiss Bell Hotel (PT PP	S1 Teknik Sipil	10-20 tahun	
4	Abdul Somad	Project Manager	PT Adhi Karya (Persero) Tbk	S2	10-20 tahun	7-8 proyek
5	Alfian Indra Y	Project Engineer Manager	PT Adhi Karya (Persero) Tbk	S1	5-10 tahun	5-6 proyek
6	Yustiar Ghana	Wakil Manager SEM	Proyek Shamaya (PT PP Konstruksi	S1 Teknik Sipil	< 5 tahun	1 proyek

Sumber : kuisisioner dan wawancara (2019)

Untuk menilai risiko ini, responden diminta untuk melakukan pengisian kuisisioner lampiran 4. Dari rentang 0-100 (diambil angka ini untuk memudahkan dalam membayangkan persepsi responden, karena pada umumnya angka 0-100 yang sering dipakai dalam prosentase lebih dipahami oleh responden), responden ditunjukkan pemodelan membership function, responden mengisi nilai sesuai dengan variable risiko sesuai dengan fase pada pembahasan sebelumnya (lihat tabel tabel 4.4. rekapan varibel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan). Angka yang diisikan yaitu penilaian probabilitas, angka penilaian dampak ekonomi, angka penilaian dampak social, angka penilaian dampak lingkungan.

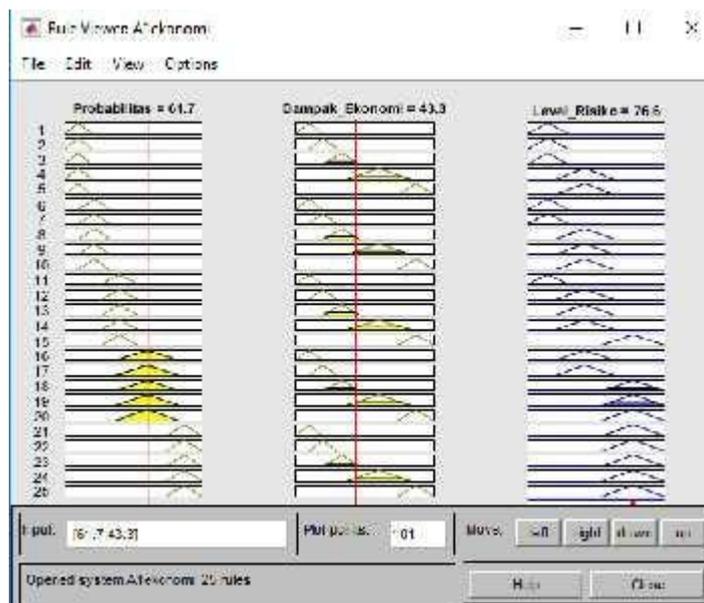
Berikut ini contoh tabel 4.9 pengisian kuisisioner penilaian risiko ;

Tabel 4.9. Kuisisioner Penilaian Risiko (lanjutan)

No	Nama Risiko	Fase	N.Prob.	Nilai Dampak	Note
A	Keuangan				
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal	Konstruksi	25	E = 60 S = 35 L = 45	A1

Sumber : kuisisioner dan wawancara (2019)

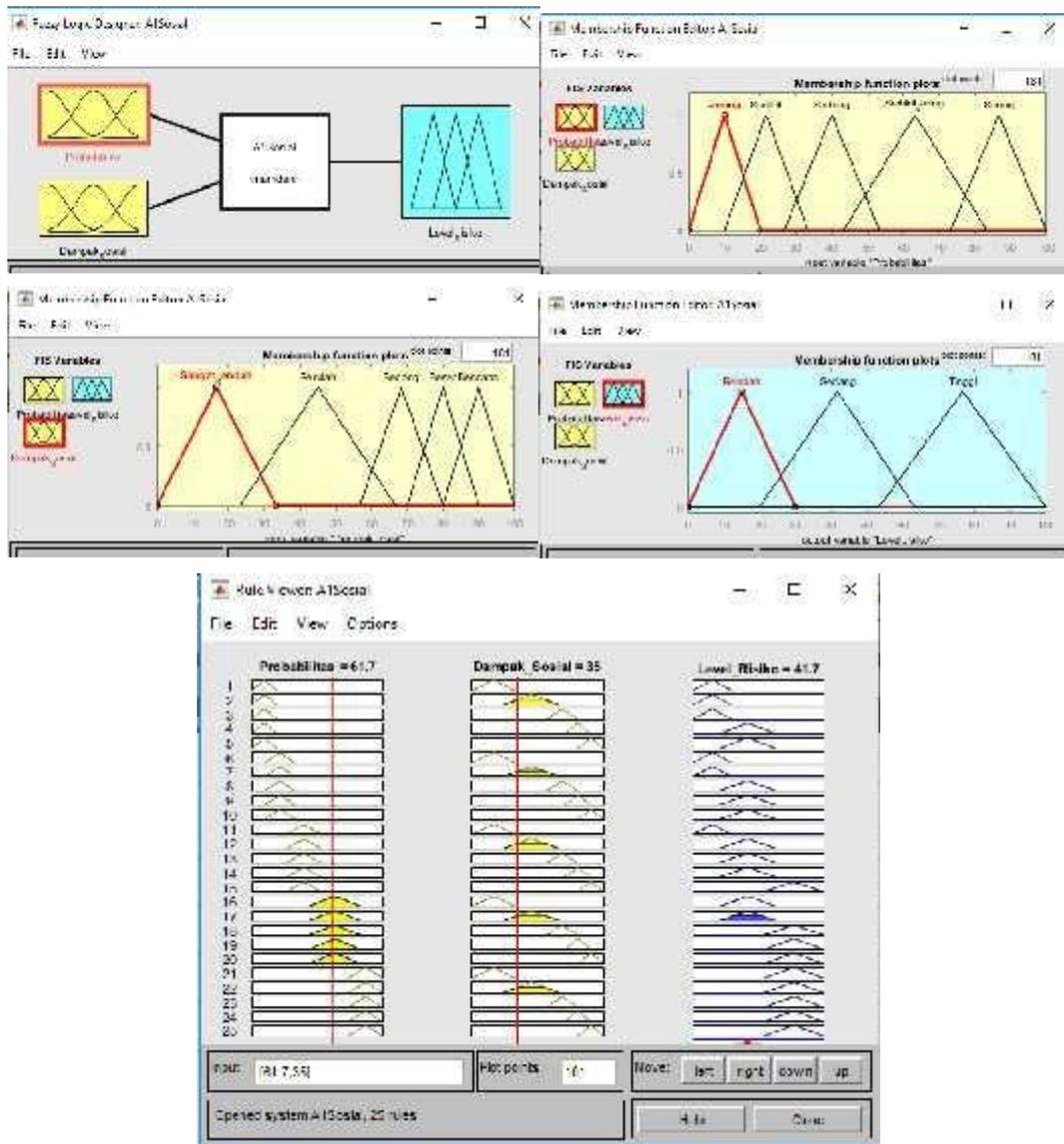
Kuisisioner diatas dapat dijelaskan sebagai berikut ; nilai probabilitas 25 pada tingkatan sedikit, nilai dampak ekonomi 60 pada tingkatan besar (Dampaknya besar perrkonomian perusahaan pada proyek tersebut), nilai dampak social 35 pada tingkatan rendah (Dampak sosial dalam jangka menengah), nilai dampak lingkungan 45 pada tingkatan rendah (Dampak Kecil terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara).Bnetuk defuzzifikasi tersebut dapat dilihat gambar 4.13. defuzzifikasi risiko A1 probabilitas-dampak ekonomi



Gambar 4.13. Defuzzifikasi Risiko A1 Probabilitas-Dampak Ekonomi

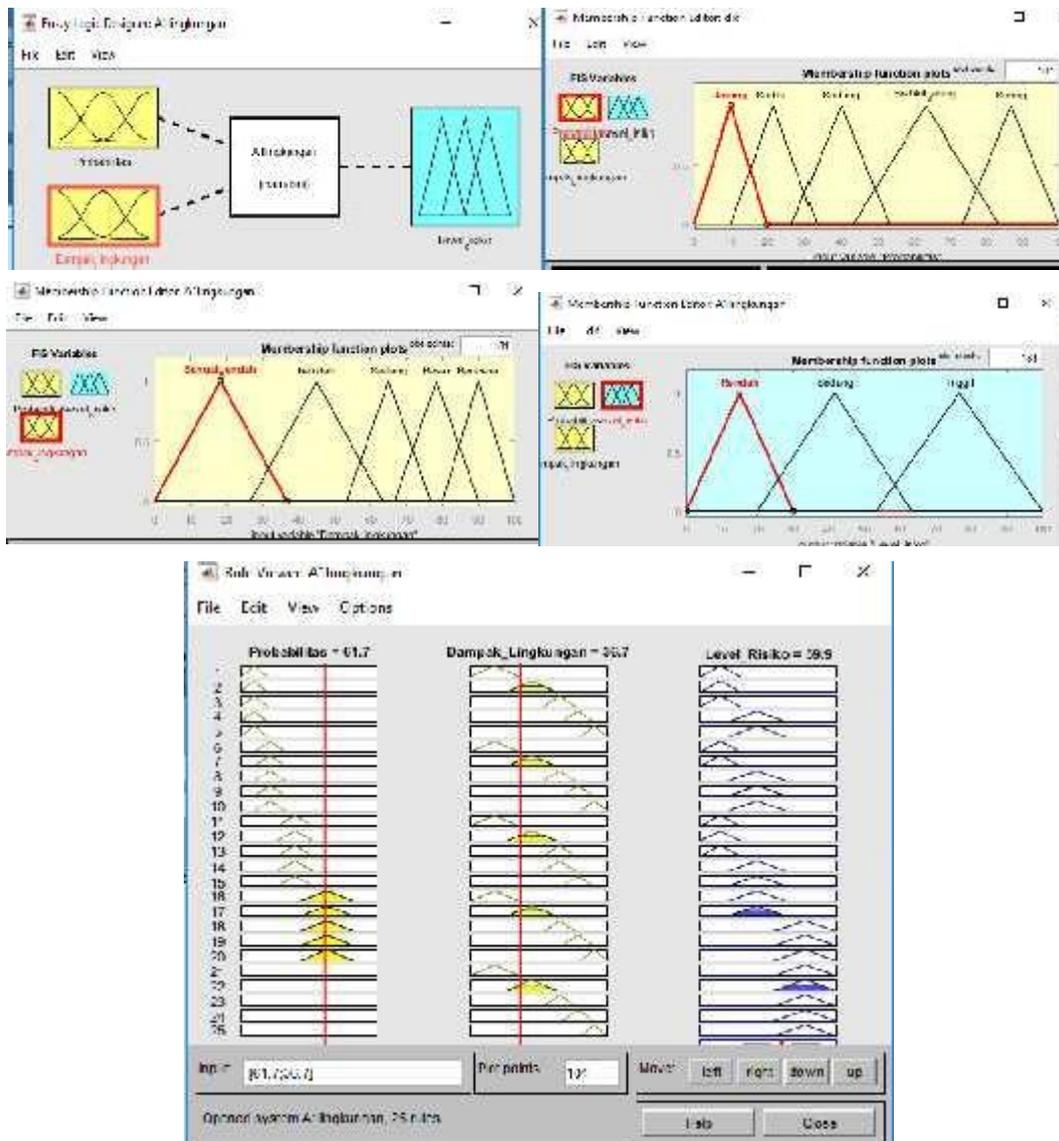
g. Dengan cara yang sama langkah diatas, penerapan dengan input data probabilitas dengan dampak sosial dan input data probabilitas dengan dampak lingkungan. Setelah input data diselesaikan, kemudian di klik close.

Berikut ini proses fuzzy logic pada probabilitas dengan dampak social (dapat dilihat pada Gambar 4.14. hasil matlab fuzzifikasi-inference-defuzzifikasi risiko A1 pada probabilitas-dampak sosial) ;



Gambar 4.14. Hasil Matlab Fuzzifikasi-Inference-Defuzzifikasi Risiko A1 pada Probabilitas-Dampak Sosial

Berikut ini proses fuzzy logic pada probabilitas dengan dampak lingkungan dapat dilihat pada gambar 4.15. hasil matlab fuzzifikasi-inference-defuzzifikasi risiko A1 pada probabilitas-dampak lingkungan ;



Gambar 4.15. Hasil Matlab Fuzzifikasi-Inference-Defuzzifikasi Risiko A1 pada Probabilitas-Dampak Lingkungan

Sumber : Olah Data Peneliti (2019)

Kemudian nilai defuzzifikasi tersebut dimasukkan kedalam tabel seperti dibawah ini (selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 10 dan tabel 4.10 contoh

input penilaian variabel risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal) ;

Tabel 4.10. Contoh Input Penilaian Variabel Risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal

No	Not	Responden						Rata2 (%)	Defuzzifikasi(p x I)	Rata2 Defuz.(p x I) = Rsp
Risiko		Data (%)								
		R1	R2	R3	R4	R5	R6			
A1	p	80	70	80	20	50	70	61.67		59.4
	Iec	30	40	50	40	60	40	43.33	76.6	
	Iso	20	30	40	20	70	30	35.00	41.7	
	Ien	30	30	40	20	70	30	36.67	59.9	

Sumber : olah data peneliti (2019)

Nilai Defuzzifikasi diatas diperoleh angka 76,6 (probabilitas x dampak ekonomi), 41,7 (probabilitas x dampak social), 59,9 (probabilitas x dampak lingkungan). Sehingga total perhitungan rata – rata defuzzifikasi ketiga dampak dan probabilitas tersebut adalah $(76,6 + 41,7 + 59,9) / 3 = 59,4$.

Di bawah ini contoh input penilaian variabel risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal pada fuzzy (dapat dilihat pada gambar 4.16. penilaian risiko pada membership function output) ;



Gambar 4.16. Penilaian Risiko pada Membership Function Output

Sumber : (Olah Data Peneliti, 2019)

Gambar diatas menerangkan bahwa risiko A1 tentang Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal berada pada level tinggi (0,29) dan sedang (0,19) artinya variable risiko A1 lebih dominan kelevel tinggi (Harus dilakukan penanganan risiko yang leboh rendah).

Setelah semua nilai level risiko berkelanjutan ditemukan lewat proses diatas maka diperoleh rekap semua variable risiko (lihat lampiran 10 dan tabel 4.11. contoh lengkap input penilaian rekap penilaian variabel risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal) sebagai berikut contoh ;

Tabel 4.11. Contoh lengkap Input Penilaian Rekap Penilaian Variabel Risiko Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal

No	Not	Responden						Rata2 (%)	Defuzzifikasi(p x I)	Rata2 Defuz.(pxI) = Rsp	Level Risiko
		Data (%)									
Risiko		R1	R2	R3	R4	R5	R6				
A1	p	80	70	80	20	50	70	61.67		59.4	tinggi (0.29)
	Iec	30	40	50	40	60	40	43.33	76.6		Sedang (0.19)
	Iso	20	30	40	20	70	30	35.00	41.7		
	Ien	30	30	40	20	70	30	36.67	59.9		

Sumber : olah data peneliti (2019)

Keterangan diatas :

p = Probabilitas Iec = Dampak ekonomi Iso = Dampak social Ien = Dampak lingkungan
Rsp = Risiko proyek konstruksi berkelanjutan

Setelah itu diurutkan level risiko. Dibawah ini urutan level risiko, dimulai dari level tinggi sampai ke leve yang rendah, sebagai berikut (selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.12 urutan level risiko);

Tabel 4.12. Urutan Level Risiko

Urutan Level Risiko			
No	Risiko	Fase	Level Risiko
	Level Tinggi / Sedang		
1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal	Konstruksi	tinggi (0.29), Sedang (0.19)
2	Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah	Konstruksi	sedang (0.36), tinggi (0.22)

Tabel 4.12. Urutan Level Risiko (Lanjutan)

Urutan Level Risiko			
No	Risiko	Fase	Level Risiko
Level Sedang			
3	Kinerja yang rendah selama paska konstruksi	Operation	sedang (1)
4	Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi	Konstruksi	Sedang (1)
5	Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan	Konstruksi	sedang (0.98)
Level Sedang / Rendah			
6	Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman	Konstruksi	sedang (0.31), rendah (0.25)
7	Ketidapercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik	Operation	rendah (0.25), sedang (0.5)
Level Rendah / Sedang			
8	Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan	Konstruksi	rendah (0.5), sedang (0.17)
9	Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan	Konstruksi	rendah (0.5), sedang (0.17)
10	Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka	Konstruksi	rendah (0.49), sedang (0.2)
Level Rendah			
11	Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan	Konstruksi	rendah (1)
12	Tidak ada insentif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan	Design	rendah (1)
13	Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah	Feasibility	rendah (1)
14	Pembatasan impor/ekspor	Konstruksi	rendah (1)
15	Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang	Konstruksi	rendah (1)
16	Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan	Konstruksi	rendah (1)
17	Kemampuan daya beli masyarakat terhadap investasi menurun	Feasibility	rendah (0.9)
Level Rendah			
18	Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan	Konstruksi	rendah (0.85)

Tabel 4.12. Urutan Level Risiko (Lanjutan)

Urutan Level Risiko			
No	Risiko	Fase	Level Risiko
19	Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak	konstruksi	rendah (0.75)
20	Kontingensi Investor tinggi	Feasibility	rendah (0,68)
21	Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka	Konstruksi	rendah (0.67)

Sumber : (Olah Data Peneliti 2019)

Berdasarkan tabel 4.12 urutan level risiko diatas dapat dinyatakan level risiko mulai dari tinggi sampai ke rendah dengan bahasa fuzzy/samar-samatr. Yang pertama dinyatakan sebagai variabel risiko dengan level tinggi dengan bahasa samar samar pada level tinggi/sedang diantaranya biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal fase konstruksi (lebih kearah level tinggi daripada sedang, karena angka lebih tinggi lebih besar daripada sedang), kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah fase konstruksi (lebih kearah sedang daripada tinggi karena angka sedang lebih tinggi daripada angka tinggi). Kemudian yang kedua dinyatakan variabel risiko dengan kategori level sedang yaitu dari urutan atas kebawah yaitu kinerja yang rendah selama paska konstruksi fase operation, Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi fase konstruksi, ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan fase konstruksi. Sedangkan yang ketiga disebut kategori level sedang/rendah yaitu kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan fase konstruksi (lebih kearah sedang daripada rendah karena angka sedang lebih tinggi daripada angka rendah), ketidakpercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik fase operation (lebih kearah sedang daripada rendah karena angka sedang lebih tinggi daripada angka rendah). Yang keempat disebut kategori rendah/rendah (lebih kearah rendah daripada sedang karena angka rendah lebih tinggi daripada angka sedang) yaitu kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan fase konstruksi, kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan fase konstruksi, kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka fase konstruksi. Yang kelima disebut

kategori rendah yaitu pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan fase konstruksi, tidak ada insentif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan fase design, perubahan kebijakan ramah lingkungan sering berubah fase feasibility, pembatasan impor/ekspor fase konstruksi, potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang fase konstruksi, seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan fase konstruksi, kemampuan daya beli masyarakat terhadap investasi menurun fase feasibility, pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan fase konstruksi, bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak fase konstruksi, kontingensi Investor tinggi fase feasibility, subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka fase konstruksi.

4.3 Risk Respon

Pada subbab ini dibahas mitigasi variable risiko proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya. Contoh diberikan pada salah satu proyek konstruksi Gedung tinggi di jalan jagir wonokromo dengan proyek Klaska Residence. Dari hasil wawancara dengan Project Manager kontraktor dari PT Mitra Konstruksi pak Bambang Susilo, diketahui hal hal yang berkaitan pelaksanaan proyek konstruksi berkelanjutan yaitu ; tidak menggunakan ac sentral (tidak memakai chiller), menggunakan modular construction.prefabrication, onsite ready mix, retention pond 700 m3 untuk penampungan air hujan agar menghindari longsor/luapan banjir, air olahan dari stp Biofill filter dipakai untuk siram dan pemadam kebakaran.

Dari penilaian sebelumnya diketahui bahwa ada 2 variabel risiko yang mempunyai level risiko yang tinggi diantaranya Risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong Mahal dan Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah.

Bentuk mitigasi diambil dari survei kepada responden. Responden memberikan penilaian terhadap bentuk mitigasi dan nilai mitigasi itu sendiri. Setiap mitigasi kejadian memiliki dampak yang dibagi menjadi dua kriteria pengambilan keputusan seperti sukses dan gagal ketika mitigasi tersebut dilaksanakan.

Efektif atau tidaknya mitigasi dapat diketahui dari perbandingan nilai pelaksanaan mitigasi dengan nilai. Jika nilai pelaksanaan lebih besar dibandingkan nilai dampak

mitigasi, maka mitigasi tersebut dianggap rugi dan kurang efektif. Jika nilai pelaksanaan mitigasi lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai dampak mitigasi, maka mitigasi tersebut dianggap menguntungkan.

4.3.1. Pemilihan Alternatif Mitigasi Risiko yang Terbaik untuk Biaya Penggunaan Bahan dan Alat yang Ramah Lingkungan tergolong Mahal pada Fase Konstruksi

Menurut (Hwang dan Tan 2012, Ismael dan Shealy 2018, Hwang dkk 2017) risiko penggunaan mahal diartikan perbandingan penggunaan bahan dan alat ramah lingkungan, apabila dibandingkan dengan bahan dan alat yang bukan ramah lingkungan lebih mahal, bukan diartikan sebagai ketidakmampuan kontraktor untuk menggunakan bahan dan alat tersebut.

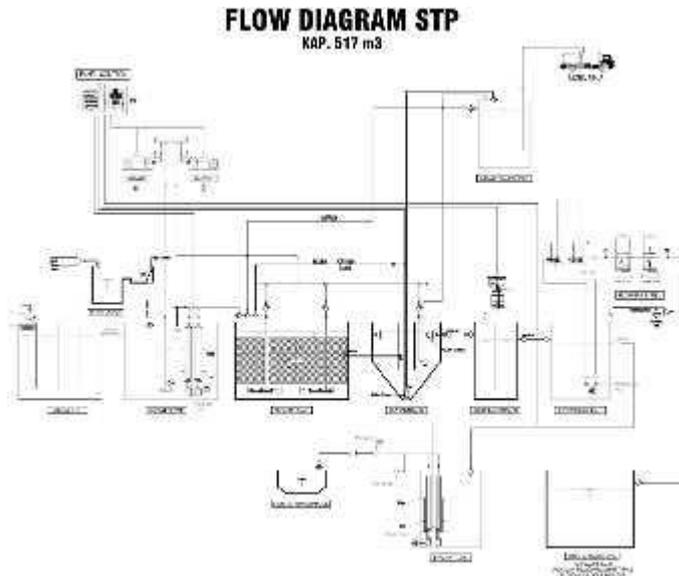
Dengan dana yang dikeluarkan Rp 1,65 Milyar terbilang mahal dibandingkan dengan deep well atau install PDAM senilai Rp 55 juta.

Contoh di proyek klaska residence mengenai produk stp yang digunakan. Proyek ini memakai stp yang ramah lingkungan. Pada umumnya install STP bersamaan dengan fase konstruksi Gedung yang sedang dibangun. Pada Fase tersebut dilakukan pengadaan STP dengan bantuan procurement owner untuk negoisasi harga dengan beberapa kontraktor.

Untuk air limbah yang berasal dari kitchen sebelum masuk grit chamber ini harus melewati grease trap yang berfungsi sebagai pemisah lemak. Air limbah yang masuk ke grit chamber ini baik yang berasal dari toilet, kamar mandi, wastafel serta air limbah yang berasal dari kitchen (setelah melewati grease trap) akan mengalir secara gravitasi ke tangki STP. An-aerob Chamber Pada "Sistem Extended Aeration" ini mengolah air limbah secara Biologi, dengan menciptakan suatu kondisi dimana mengembang biakkan bakteri-bakteri yang terkandung di dalam air limbah tersebut menjadi lebih baik, dan melakukan proses dekomposisi/ penguraian zat - zat pencemar secara optimal, dan aman untuk di salurkan ke Drainase kota. Kelebihan sistem ini, air dari olahan bisa di pergunakan kembali (Recycle) untuk menyiram tanaman,yang tentunya air tersebut sudah aman dan digunakan untuk sirkulasi air sistem pemadam kebakaran seperti terlampir PID gambar diatas.

Dibawah ini PID untuk diagram STP (lihat Gambar 4.17 flow diagram STP) di proyek klaska residence ;

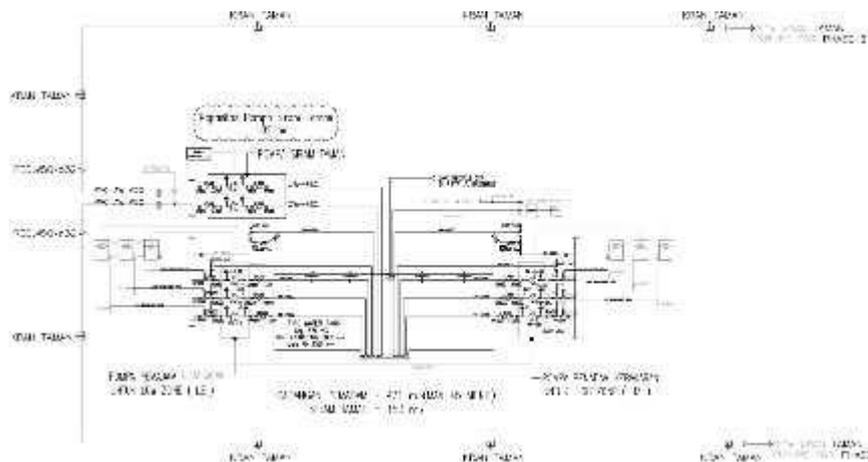
Gambar Flow Diagram STP



Gambar 4.17 Flow Diagram STP
(Sumber : Data Proyek Klaska Residence)

Dibawah ini gambar diagram system air siram (lihat gambar 4.18 diagram sistem air siram taman) di proyek klaska residence ;

Gambar Diagram Sistem Air Siram



Gambar 4.18 Diagram Sistem Air Siram Taman
(Sumber : Data Proyek Klaska Residence)

Dibawah ini profil responden yang terangkum dalam tabel 4.13. profil responden pada survei mitigasi risiko dibawah ini ;

Tabel 4.13. Profil Responden pada Survei Mitigasi Risiko

No	Nama	Jabatan	Proyek	Pendidikan	Pengalaman Proyek
1	Bambang S	Project Manager	Proyek Apartemen	S1 Teknik Sipil	>20 tahun

Sumber : Kuisisioner dan Wawancara

4.3.1.1 Analisis *Life Cycle Cost*

Setelah memperoleh alternative yang diperoleh, maka selanjutnya dilakukan analisis *life cycle cost*. Pemilihan metode LCC ini berkaitan dengan risiko biaya alat dan bahan yang tergolong mahal , kemudian dianalisis alternative tersebut untuk mendapatkan biaya kepemilikan terendah dalam jangka waktu tertentu (Utomo, 2011). Beberapa alternative yang dimaksud adalah redesign drawing STP Biofill filter tank 517 m3 dan perencanaan STP menggunakan konsep komunal. Selanjutnya akan dijelaskan perhitungan LCC dibawah ini.

Terlebih dahulu akan ditampilkan alternative tersebut dalam penjelasan gambar dibawah ini.

1. STP berkonsep komunal

Septic tank jenis ini terbuat dari beton yang juga terdiri dari beberapa bagian tapi dengan proses yang sedikit berbeda dengan septic tank berbahan fiberglass. Pada septic tank jenis ini limbah yang masuk bagian pertama akan disaring untuk memisahkan kotoran dengan air. Limbah padat diendapkan yang secara berkala diperlukan penyedotan untuk mengambil endapan limbah tersebut. Sedangkan air/cairannya dialirkan ke bagian kedua untuk diproses oleh mikroorganismenya. Kemudian dialirkan kembali ke bagian selanjutnya begitu seterusnya hingga pada bagian akhir yang berisi filter berupa batuan *vulcano*, kemudian siap dialirkan ke drainase kota dengan aman atau dimanfaatkan untuk penyiraman atau penyediaan air untuk instalasi pemadaman kebakaran. Setelah diproses dalam pengoahan, air ditampung kedalam bak penampungan dengan dimensi 4m x 2m x 10m. Pada septic

tank ini setiap bagian atasnya diberi *mainhole* yang dapat dibuka pada saat perawatan atau penyedot limbah padatnya.

Bangunan pengolahan limbah berfungsi menampung limbah dari apartemen secara komunal yang dialirkan melalui sistem perpipaan. Sistem ini membutuhkan bak kontrol tiap 20 meter dan pada titik-titik pertemuan saluran.

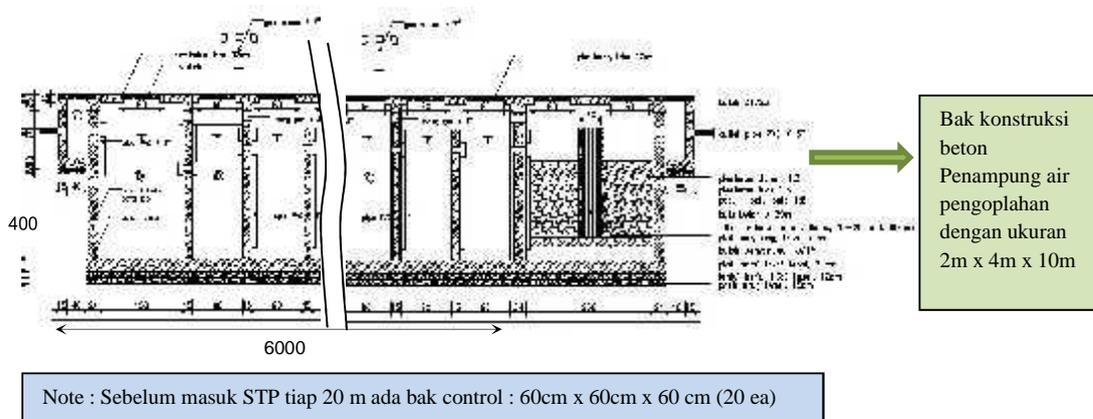
Keunggulan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal:

1. Lahan yang dibutuhkan sedikit karena dibangun di bawah tanah
2. Biaya pengoperasian dan perawatan mudah dan murah
3. Efisiensi pengolahan limbah tinggi

Kelemahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal:

1. Biaya konstruksi bisa menjadi besar jika bahan filter tidak ada di sekitar.
2. Diperlukan tenaga ahli untuk design dan pengawasan pembangunan konstruksi IPAL.
3. Diperlukan tukang ahli untuk pekerjaan plester berkualitas tinggi (mencegah bocor/rembes).

Dibawah ini perencanaan gambar stp berkonsep komunal

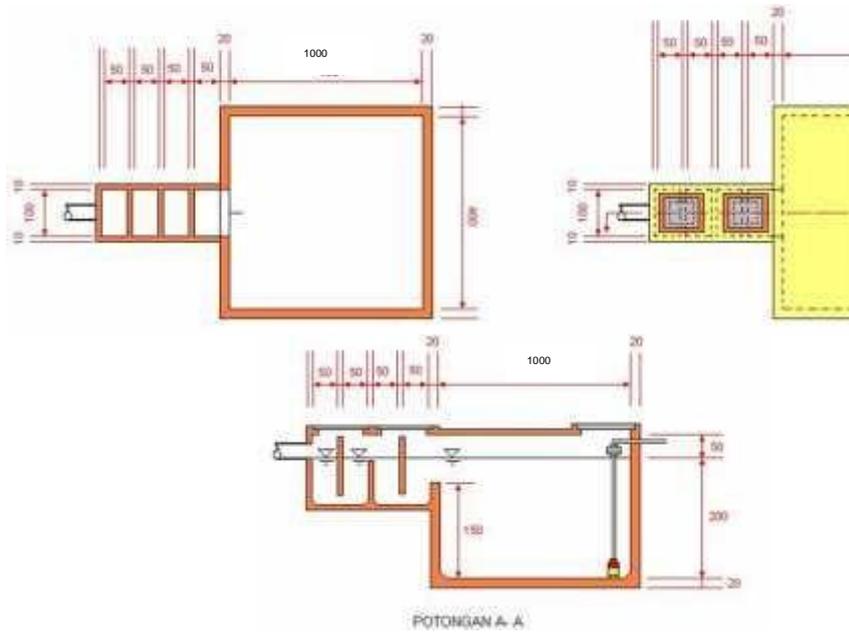


Gambar 4.19 stp berkonsep komunal

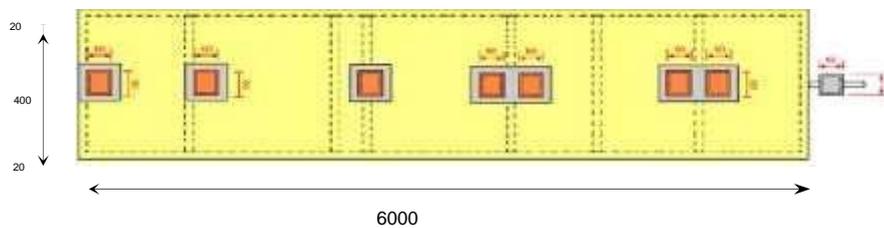
2. Redesign STP Biofill Filter Tank

Resedesign STP ini diperlukan untuk mengecek kesesuaian perhitungan Analisa design STP yang awal akan digunakan. Sebelumnya akan ditampilkan design sebelum dan sesudah berikut ini.

Dibawah ini design awal sebelum redesign drawing perencanaan gambar pada proyek klaska residence :



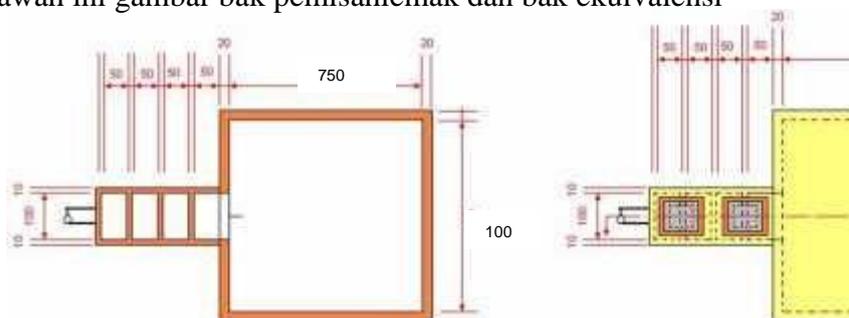
Gambar 4.20 bak pemisah lemak dan bak ekuivalensi perencanaan proyek klaska



Gambar 4.21 tampak atas dan potongan STP proyek klaska

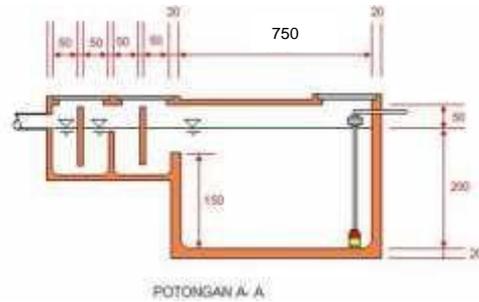
Kemudian setelah dianalisis redesign drawing lebih efisien daripada design awal.

Dibawah ini gambar bak pemisah lemak dan bak ekuivalensi



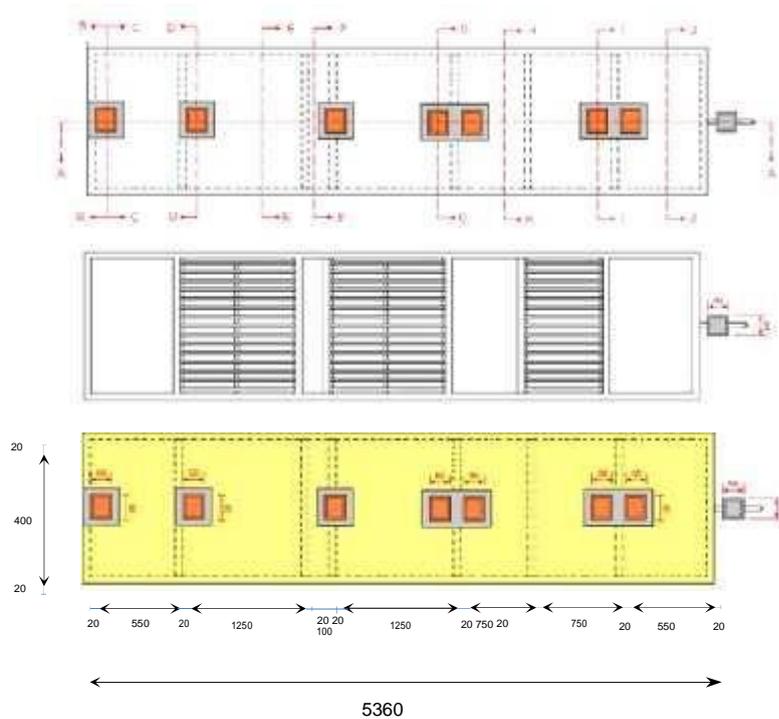
Gambar 4.22 bak pemisah lemak dan bak ekuivalensi

Dibawah lanjutan gambar bak pemisah dan bak ekuivalensi



Gambar 4.22 bak pemisah lemak dan bak ekuivalensi (lanjutan)

Dibawah ini gambar tampak atas dan potongan STP 517 m3



Gambar 4.23 tampak atas dan potongan STP 517 m3

4.3.1.1.1 Parameter biaya analisis *life cycle cost*

Perhitungan LCC penelitian ini juga menggunakan parameter-parameter biaya, parameter-parameter tersebut antara lain :

1. Inflasi

Tingkat inflasi pada penelitian ini mengacu pada rata-rata inflasi yang terjadi 8 tahun terakhir inflasi di Surabaya. Kemudian diambil sebagai perhitungan *life cycle* pada penelitian ini. Tingkat inflasi yang digunakan yaitu 6% per tahun Badan Statistik Surabaya (2018),

2. Discount Rate

Nilai tingkat diskonto pada penelitian ini adalah 11%. Untuk perhitungan present worth pada biaya penggantian menggunakan persamaan 1 dibawah ini. Perhitungan biaya penggantian (*replacement*) yang sifatnya berkala dapat dilihat dengan persamaan dibawah ini:

$$P = \left(\frac{(1+\epsilon)^n}{(1+i)^n} \right) \dots\dots\dots 1$$

Dimana :

PW = *Present Worth factor* (faktor nilai sekarang)

i = *discount rate* = 11%

ε = *escalation rate* = *inflasi* = 6%

n = tahun = 25

Kemudian tahun penggantian disesuaikan dengan siklus penggantian 25 tahunan.

Dibawah ini dapat dilihat tabel biaya replacement (penggantian) yang digunakan dalam penelitian

Tabel 4.14 Biaya Replacement

No	Nama STP	Biaya Total (Rp)	Prosentase (%)	Estimasi Biaya (Rp)	Present Worth (Rp)
1	Sparepart (Pumps, Electrical System, Pipe, Filter) - STP Biofill	1.650.000.000	5	82,500,000	26,063,102

Tabel Biaya Replacement (lanjutan)

No	Nama STP	Biaya Total (Rp)	Prosentase (%)	Estimasi Biaya (Rp)	Present Worth (Rp)
2	Sparepart (Pumps, Electrical System, Pipe, Filter) - Redesign Drawing	1.485.000.000	5	74,250,000	23,456,792
3	Sparepart (Pipe, Filter) - STP konsep Komunal	1.567.500.000	5	783,750,000	247,599,473

Pada biaya penggantian diatas, STP komunal lebih besar daripada biaya STP biofill filter tank. Biaya STP lebih rendah karena system otomatis pembersihan diri filter mengamali kerusakan yang sedikit dan dapat dibersihkan kembali, sedangkan system komunal mengalami kerusakan yang lebih banyak dan kerak yang harus diganti pada filturnya, karena sifatnya gravitasi.

3. Initial Cost (biaya awal investasi)

Biaya awal pada analisis *life cycle cost* penelitian ini meliputi; (biaya semua material STP,electrical termasuk pemasangan). Harga tersebut berasal dari diskusi dan wawancara perwakilan proyek klaska.

Dibawah ini hasil diskusi untuk initial cost ketiga STP

Tabel 4.15 Initial Cost 3 STP

No	Nama STP	Biaya Total (Rp)
1	STP Biofill	1.650.000.000
2	Redesign Drawing	1.485.000.000
3	STP konsep Komunal	1.567.500.000

4. Biaya operasional dan perawatan (*maintanance*)

Biaya operasional dan perawatan pada analisis *life cycle cost* penelitian ini bersifat rutin tahunan (annual cost). Biaya operasional dan perawatan pada penelitian ini antara lain;

Kategori listrik pada analisis penelitian ini disesuaikan dengan golongan atau fungsi bangunan yaitu berfungsi untuk perkantoran/bisnis. Biaya listrik mengacu pada tarif PLN berdasarkan Permen ESDM No. 28 tahun 2016. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 16 Tarif Listrik untuk keperluan bisnis

TARIF TENAGA LISTRIK UNTUK KEPERLUAN BISNIS					
NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	B-1/TR	450 VA	23.500	Blok I : 0 s.d. 30 kWh : 254 Blok II : di atas 30 kWh : 420	535
2.	B-1/TR	900 VA	26.500	Blok I : 0 s.d. 108 kWh : 420 Blok II : di atas 108 kWh : 465	630
3.	B-1/TR	1.300 VA	*)	966	966
4.	B-1/TR	2.200 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.100	1.100
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.352	1.352
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.020 Blok LWBP = 1.020 kVArh = 1.117 ***)	-

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

***) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat (1,4 s K s 2), ditetapkan oleh Direksi PT Perusahaan Listrik Negara (Persero).

WBP : Waktu Beban Puncak.

LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Pada Tabel 4.22 diatas untuk golongan bisnis yang paling besar yaitu nomor 6 golongan B-3/TM. Dari tabel diatas digunakan kategori pada penelitian ini yakni kategori golongan paling tinggi B-3/TM berdasarkan fungsi bangunan yaitu untuk komersial perkantoran.

Kemudian tarif B-3/TM yakni KxRp. 1,020/kWh. Tarif listrik yang digunakan pada penelitian ini adalah **Rp. 1,040/kWh**.

Selanjutnya untuk perhitungan biaya *maintenance* yang dikeluarkan setiap tahun dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

Dibawah ini rumus untuk perhitungan biaya maintenance

$$PWA = \frac{A \left(\frac{1+i+e}{1+i} \right)^n}{\left(\frac{1+i+e}{1+i} \right)^n - 1} \dots\dots\dots 2$$

Dimana :

PWA = Present Worth factor Annuity

i = discount rate = 11%

e = escalation rate = inflasi = 6%

n = tahun

Dibawah ini dapat dilihat tabel maintenance yang digunakan dalam penelitian

Tabel 4.17 Biaya Maintenance

No	Nama STP	Biaya Total (Rp)	Prosentase (%)	Biaya yang digunakan (Rp)	Present Worth (Rp)
1	STP Biofill	1.650.000.000	1	1.650.000	23.929.244,58
2	Redesign Drawing	1.485.000.000	1	1.485.000	21.536.320,12
3	STP konsep Komunal	1.567.500.000	7	10.972.500	159.129.476,45

Dari tabel diatas dapat dijelaskan sebagai berikut. Biaya maintenace awal STP diambil 1% dari nilai investasi awal. Biaya redesign drawing diambil 1 % dari iaya investasi awal. Kemudian biaya menggunakan STP konsep komunal diambil 7% dari biaya investasi awal. Biaya Investasi komunal lebih besar dikarenakan menggunakan system gravitasi, berbeda dengan STP yang menggunakan system pembersihan secara otomatis, sehingga dalam STP lebih bersih daripada STP konsep komunal. Setelah itu dihitung menggunakan rumus ke 2 dalam perhitungan present Worth tahunan untuk tahun kedua dan seterusnya mengikuti nilai inflasi 6%.

Untuk biaya listrik hanya dibebankan pada STP biofill filter tank. STP konsep manual tidak menggunakan listrik.

Perhitungan untuk operation listrik dapat dihitung sebagai berikut :

Tabel 4.18 Operation untuk listrik STP

No	Nama STP	Listrik (Kwh)	Harga Satuan (Rp)	Estimasi Biaya (Rp)	Present Worth (Rp)
1	STP Biofill	21.000	1.020	21,420,000	310,645,102.34
2	Redesign Drawing	20.246,40	1.020	20,651,328	299,497,380.96

Pada tabel diatas dapat diartikan bahwa penggunaan setelah adanya redesign drawing lebih murah.

4.3.1.2 Perhitungan *Life Cycle cost*

Pada biaya LCC ini didapatkan dari biaya initial cost, biaya replacement dan biaya operation maintenance. Biaya tersebut sudah dijelaskan pada dibawah ini

Tabel 4.19 LCC STP Biofill Filter Tank

Study title : LCC Alternatif's TP		STP Biofill Filter Tank						
Discount rate : 11%		Inflasi/tahun : 6%						
Life Cycle (Year) : 25		Start Life cycle year : 2019						
		Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth		
1	Initial Cost							
	Biaya dasar STP (biaya semua material STP, electrical termasuk pemasangan)							
	STP Biofill	1	ea	1,650,000,000	1,650,000,000	1,650,000,000		
	Redesign STP	1	ea					
	STP Komunal Concept	1	ea					
	Total Initial Cost							1,650,000,000
	Deviasi							
2	Replacement Cost (Single Expenditures)	Year	Inflation rate	PW Factor	Vol	Cost	Estimated Cost	Present Worth
	1 Sparepart (Pumps, Electrical System, Pipe, Filter)	25	6%	0.3159	1	82,500,000	82,500,000	26,063,102
	2 Sparepart (Pipe, Filter)							
	Total Replacement Cost							26,063,102
3	Annual Cost	Inflation rate	PW Factor	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth
	(Operational and Maintenance)							
	A. Power electrical (kWh)	6%	14.502572	21,000.00	kWh	1,020	21,420,000	310,645,102.34
	B. Maintenance (cleaning and checking)	6%	14.502572	1	Ls	1,650,000	1,650,000	23,929,244.58
	Total Annual Cost							334,574,347
	Total Life Cycle Cost (Present Worth)							2,010,637,449
	Deviasi Life Cycle Cost (PW)							

Tabel 4.20 LCC Redesign Drawing STP Biofill Filter Tank

		Redesign STP Biofill						
Study title : LCC Alternatif sTP								
Discount rate : 11%		Inflasi/tahun : 6%						
Life Cycle (Year) : 25		Start Life cycle year : 2019						
		Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth		
1	Initial Cost							
	Biaya dasar STP (biaya semua material STP,electrical termasuk pemasangan)							
	Redesign STP		1 ea	1,485,000,000	1,485,000,000	1,485,000,000		
	STP Biofill		1 ea					
	STP Komunal Concept		1 ea					
	Total Initial Cost					1,485,000,000		
	Deviasi							
2	Replacement Cost (Single Expenditures)	Year	Inflation rate	PW Factor	Vol	Cost	Estimated Cost	Present Worth
	1 Sparepart (Pumps, Electrical System, Pipe, Filter)	25	6%	0.3159	1	74,250,000	74,250,000	23,456,792
	2 Sparepart (Pipe, Filter)	32	6%					
	Total Replacement Cost							23,456,792
3	Annual Cost	Inflation rate	PW Factor	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth
	(Operational and Maintenance)							
	A. Power electrical (kWh)	6%	14.502572	20,246.40	kWh	1,020	20,651,328	299,497,380.96
	B. Maintenance (cleaning and checking)	6%	14.502572	1	Ls	1,485,000	1,485,000	21,536,320.12
	Total Annual Cost							321,033,701
	Total Life Cycle Cost (Present Worth)							1,829,490,493
	Deviasi Life Cycle Cost (PW)							

Tabel 4.21 LCC STP Konsep Komunal

		STP Komunal Concept						
Study title : LCC Alternatif sTP								
Discount rate : 11%		Inflasi/tahun : 6%						
Life Cycle (Year) : 25		Start Life cycle year : 2019						
		Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth		
1	Initial Cost							
	Biaya dasar STP (biaya semua material STP,electrical termasuk pemasangan)							
	STP Komunal Concept		1 ea	1,567,500,000	1,567,500,000	1,567,500,000		
	Redesign STP		1 ea					
	STP Biofill		1 ea					
	Total Initial Cost					1,567,500,000		
	Deviasi							
2	Replacement Cost (Single Expenditures)	Year	Inflation rate	PW Factor	Vol	Cost	Estimated Cost	Present Worth
	1 Sparepart (Pumps, Electrical System, Pipe, Filter)	25	6%	0.3159	1	783,750,000	783,750,000	247,599,473
	2 Sparepart (Pipe, Filter)							
	Total Replacement Cost							247,599,473
3	Annual Cost	Inflation rate	PW Factor	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth
	(Operational and Maintenance)							
	A. Power electrical (kWh)							
	B. Maintenance (cleaning and checking)	6%	14.502572	1	Ls	10,972,500	10,972,500	159,129,476.45
	Total Annual Cost							159,129,476
	Total Life Cycle Cost (Present Worth)							1,974,228,949
	Deviasi Life Cycle Cost (PW)							

Dari ketiga LCC biaya dari tertinggi sampai terendah yaitu biaya penggunaan STP biofill filter tank sebesar Rp 2.010.637.449, biaya redesign STP Biofill sebesar Rp 1.829.490.493, sedangkan biaya untuk STP dengan konsep komunal sebesar Rp 1.974.228.949,-. Sehingga dapat disimpulkan biaya yang paling murah menggunakan STP yang diredesign. Ketiga biaya tersebut sebagai risiko yang

dalam perhitungan selanjutnya untuk decision tree analysis dan expected monetary value.

4.3.1.3 Decision Tree Analysis dan Expected Monetary Value untuk risiko biaya penggunaan bahan dan alat ramah lingkungan yang mahal

Kemudian responden dipandu untuk mengisi kuisisioner dibawah ini sebagai bentuk mitigas risiko (selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5 dan tabel 4.14. kuisisioner mitigasi risiko mitigasi risiko untuk biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal pada fase konstruksi) ;

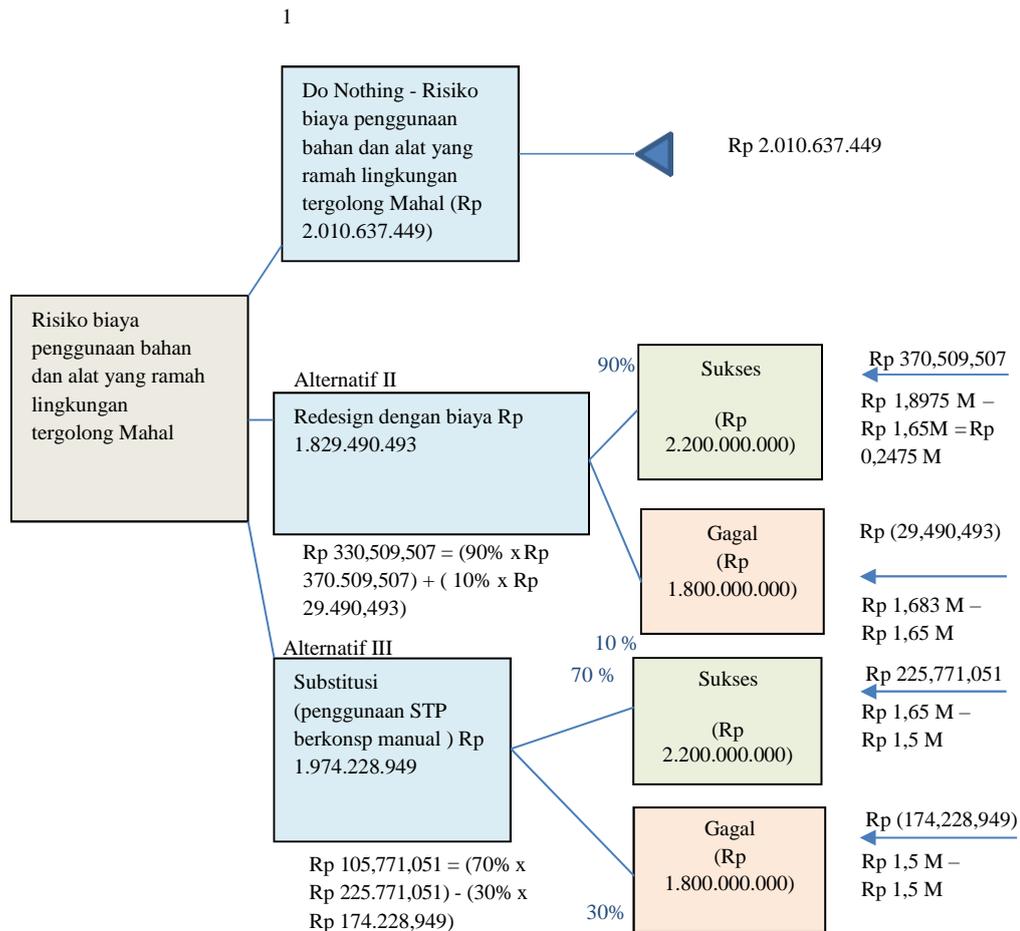
Tabel 4.22 Kuisisioner Mitigasi Risiko untuk Biaya Penggunaan Bahan dan Alat yang Ramah Lingkungan tergolong Mahal pada Fase Konstruksi

Risiko pengadaan STP Biofill Filter Tank dan biayanya Rp 2.010.637.449 Dengan kemungkinan keberhasilan 100% dan biaya yang akan dicapai Rp 2.200.000.000 Dengan kemungkinan kegagalan 0 % dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan Rp 1.800.000.000	
Alternatif A : Redesign , apabila belum tercakup maka diajukan adendum kontrak dan biayanya Rp 1.829.490.493 Dengan kemungkinan keberhasilan 90% dan biaya yang akan dicapai Rp 2.200.000.000 Dengan kemungkinan kegagalan 10 % dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan Rp 1.800.000.000	
Bentuk Kejadiannya : 1. Perubahan dimensi, perubahan pompa, panel listrik, kabel dan lain lain	Biaya Kegiatan : 1. Rp 1.829.490.493
Alternatif B : Substitusi (penggunaan STP dengan konsep komunal) dan biayanya Rp 1.974.228.949 Dengan kemungkinan keberhasilan 70 % dan biaya yang dicapai Rp 2.200.000.000 Dengan kemungkinan kegagalan 30 % dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan Rp 1.800.000.000	
Bentuk Kejadiannya : 1. STP menggunakan system gravitasi dengan proses filter pasir, batu biasa, batu volcano, pipa-pipa dan bak tambahan untuk bak penampung akhir dan bak 10 buah untuk endapan awal sebelum masuk ke stp	Biaya Kegiatan 1. Rp 1.974.228.949

Sumber : Kuisisioner dan wawancara (2019)

Decision Tree Analysis dan Expected Monetary Value

Kuisisioner diatas dimodelkan menggunakan decision tree analysis dibawah ini (lihat gambar 4.19 decision tree analysis I) ;



Gambar 4.24 Decision Tree Analysis I

Sumber : (Olah Data Peneliti, 2019)

Design awal pembuatan STP dari perhitungan LCC menelan dana sekitar Rp Rp 2.010.637.449. Maka diperlukan beberapa alternatif yang sudah dijelaskan diatas, yaitu menggunakan redesign STP dan Substitusi STP dengan konsep komunal.

Untuk alternatif pertama adalah redesign. Dana Perubahan dimensi, perubahan pompa, panel listrik, kabel dan lain lain sebesar Rp 1.829.490.493.

Diharapkan apabila sukses mendapatkan Rp 2.200.000.000 dengan probabilitas 90%. Dan prediksi apabila ada halangan untuk mendapatkan keuntungan (produk pecah sewaktu dijalan, tidak sesuai spesifikasi, ketidakterediaan produk dll) hanya akan mendapatkan Rp 1.800.000.000,- dengan probabilitas 10%. Sehingga mendapatkan keuntungan sebesar Rp 330.509.507.

Untuk alternatif kedua Substitusi (penggunaan STP berkonsep manual), dari perhitungan LCC sebelumnya didapatkan kemungkinan risikonya sebesar Rp 1.974.228.949. Diharapkan apabila sukses mendapatkan Rp 2.200.000.000 dengan probabilitas 90%. Dan prediksi apabila ada halangan untuk mendapatkan keuntungan (produk pecah sewaktu dijalan, tidak sesuai spesifikasi, ketidakterediaan produk dll) hanya akan mendapatkan Rp 1.800.000.000,- dengan probabilitas 10%. Sehingga mendapatkan keuntungan sebesar Rp 105,771,051.

Menurut penelitian yang dilakukan Ismael dan Shealy (2018) bahwa kombinasi top ranking paling tinggi antara probabilitas dan dampak risiko sama dengan penelitian ini, diantaranya biaya material dan peralatan yang tinggi. Sebelum melakukan expected monetary value diatas, dengan pemakaian produk stp ramah lingkungan mengeluarkan biaya sebesar Rp 2.010.637.449. Setelah melakukan expected monetary value alternative II (Redesign), nilai EMV nya Rp 330.509.507. Dengan menggunakan alternative III (Substitusi) nilai EMV nya Rp 105,771,051. Maka alternative yang dipilih redesign dengan nilai EMV yang lebih besar daripada sebelum expected monetary value maupun alternative III yaitu substitusi.

4.3.2. Pemilihan Alternatif Mitigasi Risiko yang Terbaik untuk Risiko Kinerja Pemakaian Produk Ramah Lingkungan yang Rendah Fase Konstruksi

Proses mendapatkan angka probabilitas dan nilai biaya didapatkan dari kuisisioner pada lampiran 5 sesuai contoh sebelumnya.

Contoh proyek sama dengan diatas yaitu pekerjaan install stp Biofil filter tank. Pada Fase Konstruksi STP tersebut tidak bisa langsung digunakan karena proses kinerja yang sebenarnya harus secara otomatis dalam pengisian air dari grey water.

Selain itu apabila sudah diselesaikan proses install, maka stp dalam keadaan operasi standby dan output dimatikan dipanel control. Apabila terlalu lama tidak digunakan dapat mengakibatkan kerusakan pompa, blower, spare parts panel. Karena letaknya diluar ruangan, di fase konstruksi blower dan alat yang sering terpapar dengan sinar matahari, dapat mengakibatkan kerusakan alat. Terkadang dalam panel pompa dalam keadaan trip dan Buffer alarm akan menyala dengan keras.

Pada saat commissioning pada fase konstruksi, air yang seharusnya berasal dari sisa buangan tidak dapat dilakukan, karena harus menunggu aktivitas penghuni apartemen ada. Berbeda dengan menggunakan Install PDAM lebih cepat digunakan, setelah install pipa dan proses admininstratif terselesaikan.

Dalam commissioning biasanya akan tertahan 5 %. Untuk mempercepat mendapatkan 5 % tersebut, maka air harus terisi sebanyak kapasitas tanki stp 517 m3. Dalam mendapatkan air tersebut, ada beberapa alternative yang dapat dilakukan. Alternative pertama adalah kerjasama dengan pihak ke 3, dengan sewa truck air, man power serta supply airnya dan Alternatif kedua kerjasama dengan pihak ke 3 lainnya, dengan pemasangan Instalasi PDAM dan supply airnya.

Dari hasil kuisisioner dan wawancara, didapatkan pemodelan dalam bentuk decision tree analysis dari beberapa alternative pemilihan yang terbaik sebagai berikut ini (lihat gambar 4.20 decision tree analysis II) ;

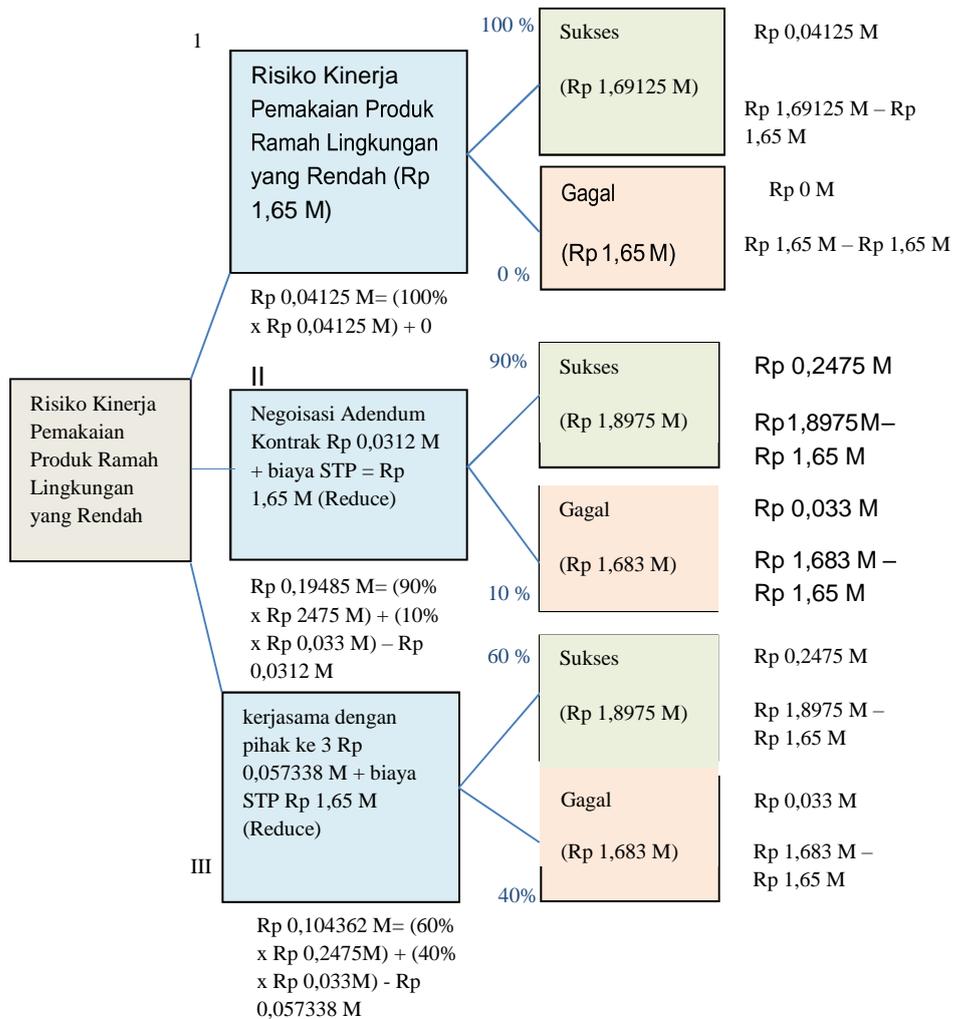
Tabel 4.23 Kuisisioner Mitigasi Risiko Kinerja Pemakaian Produk Ramah Lingkungan yang Rendah Fase Konstruksi

Risiko pengadaan STP Biofill Filter Tank dan biayanya Rp 1,65 M Dengan kemungkinan keberhasilan 100% dan biaya yang akan dicapai Rp 1,69125 M Dengan kemungkinan kegagalan 0 % dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan Rp 1,65 M	
Alternatif A : Redesign , apabila belum tercakup maka diajukan adendum kontrak dan biayanya Rp 0,0312 M + biaya STP = Rp 1,65 M (Reduce) Dengan kemungkinan keberhasilan 90% dan biaya yang akan dicapai Rp 1,8975 M Dengan kemungkinan kegagalan 10 % dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan Rp 1,683 M	
Bentuk Keegiatannya : Pengadaan STP + tarif sewa truck, gaji sopir, gaji helper, air 5000 liter	Biaya Kegiatan : Rp 0,0312 M + biaya STP = Rp 1,65 M (Reduce)

Tabel 4.23 Kuisisioner Mitigasi Risiko Kinerja Pemakaian Produk Ramah Lingkungan yang Rendah Fase Konstruksi (lanjutan)

Alternatif B : Substitusi (penggunaan STP dengan konsep komunal) dan biayanya 0,057338 M + biaya STP Rp 1,65 M (Reduce)	
Dengan kemungkinan keberhasilan 70 % dan biaya yang dicapai Rp 1,8975 M	
Dengan kemungkinan kegagalan 30 % dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan Rp 1,683 M	
Bentuk Kegiatannya : instalasi PDAM	Biaya Kegiatan Rp 0,057338 M + biaya STP Rp 1,65 M (Reduce)

Kemudian dari tabel diatas dimasukkan kedalam pemodelan decision tree analysis dibawah ini ;



Gambar 4.25 Decision Tree Analysis II

Apabila risiko penggunaan stp yang belum ada airnya ini kurang lebih Rp 1,65 M. Sedangkan total dana stp apabila tercapai semua mendapatkan Rp 1,65 M + $(2,5\% \times \text{Rp } 1,65 \text{ M} = \text{Rp } 0,04125 \text{ M}) = \text{Rp } 1,69125 \text{ M}$. probabilitas sukses 100%. Dan apabila gagal akan mendapatkan dan sama dengan harga stp awal sebesar Rp 1,65 M.

Biaya untuk alternative II dengan menggunakan Negoisasi addendum Kontrak, diuraikan sebagai berikut : apabila dalam penawaran tarif sewa truck, gaji sopir, gaji helper, air 5000 liter = Rp 300.000, jadi perliter Rp $300.000 / 5.000 \text{ liter} = \text{Rp } 60$. Untuk memenuhi kebutuhan 517m³, diperlukan truck sejumlah $517\text{m}^3 / 5\text{m}^3 = 103,4$ dibulatkan 104 truck, maka total biaya apabila memakai pihak swasta Rp 31.200.000 = Rp 0,0312 M ditambah dengan biaya STP Rp 1,65 m. Sedangkan total dana stp apabila tercapai semua mendapatkan Rp 1,65 M + $(15\% \times \text{Rp } 1,65 \text{ M}) = \text{Rp } 1,8975 \text{ M}$. probabilitas sukses 90%. Dan apabila gagal akan mendapatkan 2% dari biaya Rp 1,65 M = Rp 1,683 M. dengan probabilitas gagal 10%.

Alternatif III dengan menggunakan kerjasama dengan pihak ke 3, yaitu instalasi PDAM dengan tarif instalasi PDAM Rp 55.528.500 dan pengisian air (Rp $3500 \times 517 \text{ m}^3 = \text{Rp } 1.809.500$) jadi total Rp 57.338.000 = Rp 0,057338 M ditambah dengan biaya STP Rp 1,65 M. Sedangkan total dana stp apabila tercapai semua mendapatkan Rp 1,65 M + $(15\% \times \text{Rp } 1,65 \text{ M}) = \text{Rp } 1,8975 \text{ M}$. probabilitas sukses 60%. Dan apabila gagal akan mendapatkan 2% dari biaya Rp 1,65 M ($1,65 \text{ M} + (2\% \times 1,65\text{M}) = \text{Rp } 1,683 \text{ M}$). dengan probabilitas gagal 40%.

Menurut penelitian Payloff dkk (2009), yang dimaksud dengan performa rendah adalah ketidakmampuan produk ramah lingkungan untuk dioperasikan selama periode waktu tertentu. Dari decision tree analysis diatas nilai EMV awal mengenai risiko kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah mempunyai nilai EMV Rp 0,04125 M, kemudian diberikan beberapa alternatif Negoisasi Adendum Kontrak Rp 0,19485 M. dan yang terakhir mengenai kerjasama dengan pihak ke 3, dengan nilai EMV Rp 0,104362 M. Maka alternatif risiko kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah dapat digunakan dua – duanya, dengan nilai EMV paling besar negoisasi adendum kontrak.

4.4. Diskusi Hasil Penelitian

Dari hasil analisis yang didapatkan, dapat diketahui bahwa terdapat resiko yang memiliki level tinggi. Variable risiko yang tergolong level yang tinggi harus mendapatkan solusi dalam pengurangan level risiko yang lebih rendah untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal. Variabel risiko tersebut adalah Risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong Mahal dan Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah.

Variabel risiko konstruksi berkelanjutan diantaranya risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal . Menurut penelitian yang dilakukan Ismael dan Shealy (2018) bahwa kombinasi top ranking paling tinggi antara probabilitas dan dampak risiko sama dengan penelitian ini, diantaranya biaya material dan peralatan yang tinggi, kontraktor yang tidak berpengalaman di konstruksi berkelanjutan, kekurangan pengalaman. Selain itu menurut penelitian lain oleh Payloff dkk (2009) dari level risiko tertinggi dimulai finansial, peraturan, performa, konsultan/kontraktor/subkontraktor/Regulasi. Jadi faktor finansial masih tergolong tertinggi dalam risiko penerapan konstruksi berkelanjutan. Kemudian menurut penelitian yang dilakukan Apine (2016) variabel risiko mahal masih berada di level risiko tertinggi, terutama dari segi mahal biaya pada fase konstruksi daripada fase operasi dan mahal dalam pengiriman barang, sehingga keterlambatan pengiriman barang yang ramah lingkungan akan berdampak bertambahnya biaya. Hal ini disebabkan karena kekurangan ketersediaan material dan berdampak pada penyedia lokasi yang jauh. Keterlambatan yang mengakibatkan berdampak mahal penerapan ramah lingkungan disebabkan karena prosedur dalam penyelesaian proyek. Saat commissioning yang berhubungan dengan system seperti pemanas, ventilasi Gedung, AC, plumbing, listrik dan lain lain, harus di tes, disimulasikan dengan menyesuaikan standard dalam proses sertifikasi greenship.

Hasil dari interview dengan beberapa kontraktor ; Tim manajemen proyek akan berfikir tentang mahalnya proses sertifikasi greenship dengan beberapa pasal yang akan memberatkan mereka. Ketidaktahuan/kekhawatiran tidak akan terjadi apabila kontraktor mau berusaha untuk memahami proses greenship. Dari hasil wawancara dengan tim GBCI, proses sertifikasi

greenship sebenarnya tidak selalu mahal, apabila proses greenship mulai dari awal. Apabila dilakukan di tengah tengah konstruksi, maka akan ada penambahan biaya dalam hal alat, bahan dan fasilitas. Sedangkan penelitian sebelumnya kontraktor di Surabaya sebenarnya secara umum sudah melakukan prinsip konstruksi berkelanjutan tentang efisiensi biaya terhadap aktifitas, mutu, biaya. Maka kontraktor seharusnya tidak perlu ada kekhawatiran tentang berfikir mahal karena konstruksi berkelanjutan mengajak berfikir tentang dampak ekonomi, social dan lingkungan dengan risiko yang kecil akan menguntungkan secara keseluruhan proyek dari fase awal sampai akhir.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai EMV sebelumnya, dapat diketahui mitigasi apa saja yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal . Mitigasi tersebut memiliki alternatif diantaranya redesign dan substitusi artinya menggunakan dengan alat yang sejenis. Nilai EMV yang besar dapat direkomendasikan untuk memilih redesign. Contoh penggunaan bahan dan alat yang tergolong mahal adalah pemakaian produk kaca Asahimas jenis insulated mirror. Kelebihan dari kaca tersebut adalah dapat mereduksi panas dari luar. Apabila dibandingkan dengan kaca biasa, harganya lebih mahal, dikarenakan ada gas insulated, bahan silika dll, double glass, jenis tempered mirror. Apabila harga kaca bening polos 5mm = Rp 80.000,-/m² dan harga kaca insulated sama – sama tebal 5mm = Rp 484.000,-/m². Apabila digunakan dalam butuh banyak diproyek, harga akan semakin tinggi.

Contoh lain pemakaian panel surya dengan menggunakan sinar matahari diubah menjadi energi listrik menggunakan komponen yang disebut sel surya. Kendala yang dihadapi agar bisa memanfaatkan energi matahari menggunakan panel surya adalah dari segi biaya pemasangan/instalasi masih mahal jika dibandingkan menggunakan energi listrik dari PLN. Biaya yang perlu dikeluarkan untuk pemasangan panel surya adalah US\$ 8-10/Watt. Jika seseorang ingin membeli sel surya untuk keperluan penerangan rumah tangga yang sekitar 900 Watt, maka secara kasar biaya yang perlu dikeluarkan (diinvestasikan?) sebesar 900 Watt x US\$ 8 = US\$ 7200. Harga ini sudah termasuk biaya pemasangan dan

beberapa komponen pendukung untuk dipasang di atap sebuah rumah. Sedangkan pemasangan listrik PLN dengan daya 900 Watt sekitar Rp. 1.500.000,- . Hal inilah yang menyebabkan masyarakat masih jarang menggunakan panel surya sebagai sumber listriknya (Hanjaya, 2014).

Level risiko yang tertinggi kedua adalah risiko Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah. Menurut penelitian Payloff (2009) kemampuan produk ramah lingkungan mempunyai risiko tidak dapat dipakai secara terus menerus. Produk tersebut dipakai selama periode waktu tertentu, sehingga kinerja produk tidak dapat digunakan untuk mencapai standard yang diberlakukan sertifikasi greenship. Kemampuan yang bersifat sementara akan berdampak signifikan terhadap sewa pemilik, penyewa, kemampuan untuk membayar layanan hutang dan kepatuhan terhadap peraturan. Hal ini disebabkan karena kurangnya pengalaman tim operation dalam pemeliharaan, kurang canggihnya teknologi yang dibawa, belum disiapkannya pelatihan yang dipersiapkan khusus tim operation. Berdasarkan wawancara mengenai produk tersebut seperti STP Biofill, produk tersebut dalam hal maintenance perlu dilakukan secara rutin. Apabila ada keterlambatan atau sebelum keterlambatan jadwal maintenance dapat mengakibatkan kerusakan yang sulit diperbaiki. Beberapa kerusakan yang sering terjadi, akan terdengar alarm Buffer di panel . Biasanya pompa submersible yang tidak bekerja, breaker rusak, timer rusak, rantai yang memegang output submersible putus, air sisa buangan kosong dan lain lain. Kemudian pompa submersible yang direkomendasikan ada di luar negeri, maka perlu waktu untuk mendatangkan produk baru dan perlu menambahkan spare part tambahan, apabila sewaktu waktu ada perbaikan kembali.

Karena alat ini sudah terpasang dan ready di lokasi, air sisa buangan sangat penting untuk selalu ada. Dalam fase konstruksi, dikarenakan air belum ada dan perlu waktu lama apabila harus menunggu waktu aktifitas penghuni. Dari perhitungan EMV didapatkan alternatif pada fase konstruksi ini diantaranya negoisasi Adendum kontrak. dan kerjasama dengan pihak ke 3.

Contoh lain yang menjadi risiko pemakain produk yang rendah adalah pemakaian produk panel untuk mnghasilkan listrik. Kelemahan dari produk ini adalah ketergantungan dari sinar matahari, jadi cocok untuk di daerah yang cukup

panas. Lain halnya apabila digunakan untuk didaerah yang dingin, maka produk ini tidak dapat mengeluarkan kemampuan terbaiknya.

Contoh lainnya adalah pemakaian kaca asahimas insulated mirror. Didalam air gap kaca tersebut ada gas, apabila saat pemasangan tidak menggunakan tenaga terampil dan ada kebocoran yang tidak tahu / tidak dilaporkan, maka fungsi kaca tersebut akan sama dengan kaca pada umumnya.

Penjelasan diatas merupakan tentang variabel risiko dengan level tinggi beserta penjelasannya, proses analisis kualitatifnya menggunakan fuzzy logic. Selanjutnya variabel risiko yang dengan level sedang sampai rendah yang ada penelitian dengan variabel risiko yang sama, akan dibahas pada paragraph dibawah ini.

Menurut hwang, 2017 analisis risiko menggunakan mean, maka nilai level tinggi sampai rendah tidak akan didapatkan pada penelitian itu dan hanya berdasarkan urutan terbanyak pemilihnya. Penelitian lainnya menggunakan perkalian probabilitas dengan dampak, sehingga menghasilkan angka yang tertinggi sampai kerendah (Ismael dan Shealy, 2018). Ada juga yang langsung memberikan penilaian ketagori tertinggi dan tanpa ada urutan level risiko (payloff, 2009).

Penelitian yang dilakukan sebelumnya (hwang, 2017; Ismael dan Shealy, 2018) pada level sedang sampai rendah akan sangat bervariasi. Penelitian yang dilakukan hwang, 2017 meneliti variabel risiko berkelanjutan dengan jumlah 42 risiko, dengan urutan pada variabel yang dipakai pada penelitian ini yaitu urutan perubahan kebijakan ramah lingkungan sering berubah (41), penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi (27), pembatasan impor/ekspor (36), potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang (11), kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan (21), pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan (23), kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan (5). Sedangkan menurut Ismael dan shealy, 2018 dengan variabel risiko berjumlah 52 risiko, urutan variabel risiko penelitian ini adalah biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal (1), kontingensi investor tinggi (9), potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang (diluar 10 besar level risiko teratas), kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan (6). Sedangkan menurut apine, 2016

dan payoff, 2009 penelitian mereka tidak mengurutkan level risiko, akan tetapi mereka menggunakan variabel risiko teratas dengan beberapa kategori, dengan tujuan penelitian penekanan pembahasan solusi risiko tersebut.

Hasil akhir penelitian ini disebutkan pemilihan mitigasi terbaik dari variabel risiko dengan level tinggi adalah redesign dan addendum kontrak. Mitigasi tersebut menurut Hwang, 2017 harus dapat dipastikan kontrak yang menguntungkan dengan cara peningkatan komunikasi dan koordinasi diantara pihak-pihak yang mengadakan kontrak. Dengan adanya komunikasi; koordinasi yang jelas, maka risiko akan berkurang, proyek berjalan lancar dan kedua belah pihak saling menguntungkan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa, kesimpulan yang dapat dipetik sesuai dengan tujuan penelitian adalah :

1. Level risiko tinggi dalam penelitian analisis risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya ini adalah Risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong Mahal; Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah.
2. Berdasarkan decision tree analysis dan expected monetary value, pemilihan mitigasi terbaik untuk pengurangan risiko biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal fase konstruksi adalah redesign. Sedangkan pemilihan mitigasi risiko terbaik kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah fase konstruksi adalah negoisasi adendum kontrak.

5.2. Saran

1. Analisis Risiko proyek konstruksi berkelanjutan perlu dilakukan pengujian validitas dan realibilitas untuk mengetahui realitas yang ada dilapangan.
2. Dalam konsep keberlanjutan ada 3 istilah yang diperkenalkan. Istilah tersebut adalah konstruksi berkelanjutan, bangunan hijau dan bangunan berkinerja tinggi. Konstruksi berkelanjutan dan bangunan hijau sudah ada beberapa penelitian yang dilakukan, sedangkan bangunan berkinerja tinggi masih sedikit penelitian yang membahas konsep dan penerapan di Indonesia. Diperlukan kajian penelitian bangunan berkinerja tinggi tentang analisis risiko, perkembangannya dan solusi mitigasinya, untuk menambah wawasan tentang keberlanjutan, dikarenakan bangunan tinggi merupakan produk akhir yang paling penting dari penerapan keberlanjutan, yang perlu dilihat perkembangannya secara real di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M., & Fauzi, T. (2012). "Kajian Sistem Assessment Proses Konstruksi pada Greenship Rating Tool", *Konteks* 6, Universitas Trisakti, Jakarta 1-2 November 2012, hal MK111 - MK120.
- Andriantiatsaholiniaina, L. A., Kouikoglou, V. S., & Phillis, Y. A. (2004). "Evaluating strategies for sustainable development: fuzzy logic reasoning and sensitivity analysis", *Ecological Economics* 48 (2004) 149–17.
- Apine, A. (2016). "Risk Management in Sustainable Projects in the Construction Industry", Master thesis, UMEA University, Sweden.
- Asmarantaka, N. S. (2014). "Analisis Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Proyek Pada Pembangunan Hotel Batiqa Palembang", *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol.2.No.3, ISSN: 2355-374X, 2(3), 483–491.
- AS/NZS 4360:1999, *Australian / New Zealand Standard Risk Management*. Standards Association of Australia.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2017. *Statistik Daerah Kota Surabaya*, Surabaya: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya
- Bainley, H. (2015). *4.Environmental risk assesment* dalam Illustrated edition: Eastern Leases Project : Draft environmental impact statement for Groote Eylandt Mining Company (GEMCO). Hansen Bailey Environmental Consultants, Brisbane, Qld., Hal 4.1.-4.23.
- Bcca, (2011). *A Study on the Risks and Liabilities of Green Building*, British Columbia Construction Association, Victoria.
- Cornelissen, A, (2002), "Eliciting Expert Knowledge for Fuzzy Evaluation of Agricultural Production Sistem, Netherlands: Erasmus Research Institute of Management (ERIM)
- Darda, A., Miki, M., Kova, I., & Ceci, Z. (2014). "Global Perception of Sustainable Construction Project Risks", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119 hal 456 – 465
- Fauzy, d.b.,Tanuwijaya, h., Wulandari, s.h.e.,(2016). "Perencanaan Manajemen Risiko Pengadaan Proyek IT Menggunakan Iso 31000 pada PT.Pelabuhan Indonesia III ", *JSIKA* Vol. 5, No. 7, Tahun 2016, ISSN 2338-137X
- Fitria, A (2017), *Assessment Manajemen Risiko pada Proyek Konstruksi High Rise Building (Studi Kaus Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya dan Proyek One East Residence Apartment)*, Tesis, Universitas Jember.
- Haryanto, B. (2010). "Identifikasi dan Evaluasi Risiko Manajemen Rantai Pasok Komoditas Jagung dengan Pendekatan Logika Fuzzy". *Jurnal Manajemen dan Organisasi* Vol I. No. 2, Agustus 2010.
- Hanjaya.S (2014), *Makalah tentang Konsep Pembangunan Yang Berkelanjutan (green building)* (online). Tersedia : <https://elsyara15.wordpress.com/02/04/makalah-tentang-konsep-pembangunan-yang-berkelanjutan-green-building>
- Hwang, B., Shan, M., Phua, H., & Chi, S. (2017). "An Exploratory Analysis of Risks in Green Residential Building Construction Projects: The Case of Singapore", *Sustainability* 2017, 9, 1116.

- Hwang, B., & Tan, J. S. (2012). "Sustainable Project Management for Green Construction : Challenges, Impact, and Solutions", *CIOB Construction Conference 2012*, 171–179.
- Hwang, B.G & Wei J.N (2012). "Project Management Knowledge and skills for Green Construction Overcoming Challenges", Sciverse ScienceDirect *International Journal of Project Management* 31 272-284
- Imansari A, (2017), *Analisis Risiko Berdasarkan Aspek Waktu Dengan Metode Monte Carlo Pada Proyek Gedung Baru Di Universitas Brawijaya*, Tugas Akhir, Universitas Brawijaya Malang.
- Ismael, D., & Shealy, T. (2018). "Sustainable Construction Risk Perceptions in the Kuwaiti Construction Industry", *Sustainability*, 10, 1854 , hal 1-17.
- Karlinasari.L, Surjokusumo (2009), "Konsepsi konstruksi berkelanjutan (Sustainable ConstructionI menjawab tantangan perubahan iklim (Climate Change)", *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XII*, ISBN : 978-979-96348-9-4, Bandung.
- Kleiner B.,M, & Pearce, A.R (2013). " *The Safety and Health of Construction Workers on Green” Projects*". A Systematic Review of the Literature and Green Construction Rating System Analysis. The Myers-Lawson School of construction Virginia Tec.
- Koe, W.,Regina C.R.,& Alifien R.S (2014). "Kepentingan dan Implementasi Green Construction dari Sisi Pandang Kontraktor", *Jurnal Dimensi PratamaTeknik Sipil*, Surabaya, hal 1–7, Vol 3, No 2.
- Kusumadewi, S dan Purnomo, H, (2010), *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, 2nd edition,Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Martini, S (2008). *Model Investasi Fuzzy untuk Analisis Kelayakan Finansial Usaha Dversifikasi Industri Berbasis Tebu*, Tesis, Institut Pertanian Bogor.
- Pavloff, C., Ap, L., Mullen, P., & Hoss, B. (2009). *Green Building: Assessing the Risks Feedback from the Construction Industry*, MA9-10142, Marsh, Chicago.
- PMI (2001). *Project Management Body of Knowledge (Pmbok® Guide)*. *Project Management Institute*.
- PMI. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. *Project Management Journal* (Vol. 44).
- Pokoradi, L (2002), "Fuzzy Logic-based risk assessment", AARMS volume 1, Issue 1 (2002) 63-73, University of Debreceen, Debrecen, Hungary.
- Rezhakani, P (2011), " Fuzzy Risk Analysis Model for Construction Projects". *International Journal of Civil and Structural Engineering*, volume 2, no 2, 2011, ISSN 0976–4399.
- Rumimper, R.R, Sompie, B.F, Sumajouw M.D.J, (2015) "Analisis Resiko Pada Proyek Konstruksi Perumahan DI Kabupaten Minahasa Utara" *Jurnal Ilmiah Media Engineering* Vol.5 No.2, September 2015 (381-389) ISSN: 2087-9334.
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018.). "Logika Fuzzy dengan Matlab (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto)", ISBN: 978-602-51483-7-8, Jayapangus Press, Denpasar-Bali.
- Silvius, A. J. G., Utrecht, S., Schipper, R. P. J., Aetsveld, V., & Management, C. (2014). "Sustainability in Project Management: A literature Review and

- Impact Analysis", *Social Business*, 2014, Vol. 4, No. 1, ISSN2044-4087 print /ISSN2044-9860 online © Westburn Publishers Ltd., pp.63-96.
- Suharto, Wiryo, k.S (2008). "*Analisis Risiko Operasional di PT Telkom dengan metode pendekatan ERM*" *Jurnal Manajemen Teknologi*", Volume no 7 Number 1 2008.
- Suwandi, P.A.P (2010), *Kajian Manajemen Risiko Pada Proyek Dengan Sistem Kontrak Lump Sum dan Sistem Kontrak Unit Price (Studi Kasus Pada Proyek Jalan dan Jembatan, Gedungm Bangunan Air*, Tesis, Universitas Diponegoro.
- Tjakra, J, Sangari, F (2011), "Analisis Risiko Pada Proyek Konstruksi Perumahan Di Kota Manado", *Jurnal Ilmiah Media Engineering* Vol. 1, No. 1. Maret 2011 ISSN 2087-9334 (29-37).
- Utomo, C., 2011. *Lecture Handout : PM092321-Value Management*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wardhani, l.k & Haerani, E (2011). "Analisis Pengaruh Pemilihan Fuzzy Membership Function Terhadap Putput Sebuah Sistem Fuzzy Logic", *SNTIKI III*, ISSN : 2085-9902.
- Wresniwira. M, I, H (2017), " Rezim Pertumbuhan Kota : Studi Pembangunan di Kecamatan Gunung Anyar", *Jurnal Politik Muda*, Vol. 6, No 2, April-July 2017, 156-162



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

LAMPIRAN 1



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

**Kepada Yth.
Bapak/Ibu Ahli/Dosen/Praktisi Konstruksi
Di Tempat**

Perkenalkan nama saya **Sony Susanto** saat ini sedang menempuh studi Pascasarjana (Program Magister Teknik Sipil) di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. Saat ini **Saya sedang melakukan survey pendahuluan penelitian untuk identifikasi Risiko pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan. Tujuan yang lebih detail dari penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya.**

Responden pada survey pendahuluan penelitian ini adalah Ahli/Dosen/Praktisi Konstruksi. Untuk itu apabila Bapak/Ibu termasuk dalam kriteria responden tersebut, dimohon agar Bapak/Ibu dapat mengeluarkan sedikit waktu kurang lebih 10 menit guna berpartisipasi dalam survei pendahuluan ini sehingga dapat bermanfaat bagi pengembangan pengetahuan dibidang konstruksi bangunan di Indonesia. Apabila Bapak/Ibu bersedia berpartisipasi pada survei ini, silahkan melengkapi kuisioner dan mengirimkannya kembali kepada Saya dengan balasan yang telah disertakan pada kuisioner ini.

Saya informasikan bahwa partisipasi dalam survei ini adalah sifat sukarela dan semua informasi yang diberikan akan dijaga kerahasiaannya serta hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Hasil penelitian mungkin akan disampaikan pada konferensi akademik, tesis, jurnal ilmiah maupun bab buku. Mengenai informasi tambahan penelitian ini, Bapak/Ibu dapat langsung menghubungi saya melalui nomor **HP: +6281347301559**, **email: susantosony5@gmail.com**. Demikian, saya sampaikan terima kasih atas perhatian dan partisipasi Bapak/Ibu.

Hormat Kami,

Peneliti / Mahasiswa S2

Sony Susanto



BAGIAN I. INFORMASI DAN LATAR BELAKANG RESPONDEN

Petunjuk Pengisian:

Untuk kelengkapan analisis kami, mohon dapat diberikan informasi terkait latar belakang Bapak/Ibu, dengan mengisi jawaban dan memberi tanda centang (√) pada alternative jawaban yang disediakan.

1. Nama :
2. Nama instansi / Perusahaan :
3. Alamat kantor :
4. Posisi Jabatan :
 Direktur Manager Pengawas Pelaksana Dosen
 Lainnya (mohon disebutkan)
 - a. Kontak personel :
 - b. Nomor Telepon :
 - c. Email :
5. Pengalaman kerja (apabila relevan) :
 < 5 tahun 5 – 10 tahun 10-20 tahun > 20 tahun
6. Proyek apa saja yang pernah dikerjakan :
7. Jumlah keterlibatan Anda dalam proyek konstruksi berkelanjutan:
8.
 < 1 - 2 proyek 3 - 4 proyek 5 - 6 proyek 7 - 8 proyek
 9 - 10 proyek >10 proyek
9. Pendidikan:
 S3 (Doktor) S2 (Magister) S1 (Sarjana) D3 (Diploma)
 SMA Lainnya:...



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Bagian II. Petunjuk Umum Pengisian:

Berikan tanda (√) pada kolom jawaban “Ya/Tidak” untuk faktor-faktor risiko dibawah ini, dimana jawaban “Ya” mengindikasikan bahwa menganggap faktor-faktor risiko tersebut relevan/signifikan, sedangkan jawaban “Tidak” mengindikasikan bahwa anda menganggap faktor-faktor risiko tersebut tidak relevan/signifikan. Jika jawaban anda “Ya” untuk suatu faktor-faktor risiko, mohon berikan penjelasan anda tentang masalah/faktor tersebut pada kolom keterangan “Risiko” berkaitan dengan penyebab utama terjadinya faktor. Pada kolom fase proyek silahkan di beri tanda (√) untuk dipilih risiko tersebut, tergolong kedalam fase feasibility/design/konstruksi/pemeliharaan.

Contoh pengisian survey pendahuluan

No	Risiko	Jawaban		Fase Proyek				Deskripsi Risiko
		Ya	Tidak	Feasibility	Design,	Konstruksi	Operasi/Pemeliharaan	
Kode	Risiko							
A	Keuangan							
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal	√				√		Dikarenakan bahan dan alat didalam negeri belum tersedia

Bagian III. Pengisian Survey Pendahuluan

Menurut anda apakah variabel berikut merupakan risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan

No	Risiko	Jawaban		Fase Proyek				Deskripsi Risiko
		Ya	Tidak	Feasibility	Design,	Konstruksi	Operasi/Peeliharaan	
Kode	Risiko							
A	Keuangan							
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal							



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

No	Risiko	Jawaban		Fase Proyek				Deskripsi
		Ya	Tidak	Feasibility	Design	Konstruksi	Operasi/Pe meliharaan	
A2	Kontingensi Investor tinggi							
A3	Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan							
B	Standar Perawatan / Legal							
B1	Tidak ada insentif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan							
B2	Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah							
B3	Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi							
B4	Pembatasan impor/ekspor							
B5	Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman							
C	Kinerja							
C1	Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah							



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

No	Risiko	Jawaban		Fase Proyek				Deskripsi
		Ya	Tidak	Feasibility	Design	Konstruksi	Operasi/Pe meliharaan	
C2	Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan							
C3	Kinerja yang rendah selama paska konstruksi							
C4	Ketidakpercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik							
D	Konsultan, Subkonsultan, & Subkontraktor							
D1	Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka							
D2	Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka							
E	Teknologi							
E1	Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang							
E2	Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan							



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

No	Risiko	Jawaban		Fase Proyek				Deskripsi
		Ya	Tidak	Feasibility	Design	Konstruksi	Operasi/Pe meliharaan	
E3	Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan							
F	Tenaga Kerja dan Peralatan Material							
F1	Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan							
F2	Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak							
G	Lain-lain							
G1	Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan							

Apabila ada masukan untuk menambah variabel risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan, dapat ditambahkan pada form kosong dibawah ini sedangkan cara pengisiannya disamakan dengan diatas.

No	Risiko	Jawaban		Fase Proyek				Deskripsi
		Ya	Tidak	Feasibility	Design	Konstruksi	Operasi/Pe meliharaan	



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

No	Risiko	Jawaban		Fase Proyek				Deskripsi
		Ya	Tidak	Feasibility	Design	Konstruksi	Operasi/Pe meliharaan	

Akhir dari survei kuisioner. Terima kasih atas partisipasi anda.dalam pengisian survei ini, sekiranya.bapak/Ibu di lain waktu dapat saya hubungi kembali apa apabila dibutuhkan dalam mendapatkan tambahan informasi. Silahkan di beri tanda (√) untuk waktu kesediannya nanti.Terima kasih atas waktu yang telah disediakan



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

LAMPIRAN 2



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

**Kepada Yth.
Bapak/Ibu Ahli/Dosen/Praktisi Konstruksi
Di Tempat**

Perkenalkan nama saya **Sony Susanto** saat ini sedang menempuh studi Pascasarjana (Program Magister Teknik Sipil) di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. Saat ini **Saya sedang melakukan survey penentuan fungsi keanggotaan kategori variabel Risiko pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan. Tujuan yang lebih detail dari penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya.**

Responden pada survey penelitian ini adalah Ahli/Dosen/Praktisi Konstruksi. Untuk itu apabila Bapak/Ibu termasuk dalam kriteria responden tersebut, dimohon agar Bapak/Ibu dapat mengeluarkan sedikit waktu kurang lebih 10 menit guna berpartisipasi dalam survei ini sehingga dapat bermanfaat bagi pengembangan pengetahuan dibidang konstruksi bangunan di Indonesia. Apabila Bapak/Ibu bersedia berpartisipasi pada survei ini, silahkan melengkapi kuisoner dan mengirimkannya kembali kepada Saya dengan balasan yang telah disertakan pada kuisoner ini.

Saya informasikan bahwa partisipasi dalam survei ini adalah sifat sukarela dan semua informasi yang diberikan akan dijaga kerahasiaannya serta hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Hasil penelitian mungkin akan disampaikan pada konferensi akademik, tesis, jurnal ilmiah maupun bab buku. Mengenai informasi tambahan penelitian ini, Bapak/Ibu dapat langsung menghubungi saya melalui nomor **HP: +6281347301559, email: susantosony5@gmail.com.**

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/i untuk mengisi kuisoner ini. Kami sebagai peneliti berharap Bapak/Ibu/Saudara/i tidak berkeberatan untuk dihubungi kembali apabila ada kekeliruan dalam pengisian kuisoner ini atau peneliti membutuhkan keterangan tambahan.

Hormat Kami,
Peneliti / Mahasiswa S2

Sony Susanto



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

BAGIAN I. INFORMASIDAN LATAR BELAKANG RESPONDEN

Petuniuk Pengisian:

Untuk kelengkapan analisis kami, mohon dapat diberikan informasi terkait latar belakang Bapak/Ibu, dengan mengisi jawaban dan memberi tanda centang (√) pada alternative jawaban yang disediakan.

1. Nama :
2. Nama instansi / Perusahaan :
3. Alamat kantor :
4. Posisi Jabatan :

Direktur Manager Pengawas Pelaksana Dosen

Lainnya (mohon disebutkan)

- a. Kontak personel :
- b. Nomor Telepon :
- c. Email :

5. Pengalaman kerja (apabila relevan) :

< 5 tahun 5 – 10 tahun 10-20 tahun > 20 tahun

6. Proyek apa saja yang pernah dikerjakan :

7. Jumlah keterlibatan Anda dalam proyek konstruksi berkelanjutan:

8.

< 1 - 2 proyek 3 - 4 proyek 5 - 6 proyek 7 - 8 proyek

9 - 10 proyek >10 proyek

9. Pendidikan:

S3 (Doktor) S2 (Magister) S1 (Sarjana) D3 (Diploma)

SMA Lainnya:...



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Bagian II. Petunjuk pengisian kuisioner adalah sebagai berikut:

- a. Bapak/ Ibu dimohon mengisi pada kotak kosong yang tersedia berupa arsiran yang menunjukkan batas jawaban, sesuai dengan variable risiko yang dimaksud.
- b. Nilai jawaban dapat diisi secara *overlap*.
- c. Panduan Variabel Risiko Proyek Konstruksi Berkelanjutan dalam probabilitas dan Dampak dijelaskan sebagai berikut (Keterangan yang digaris bawah sesuai fase pada risiko tersebut) ;

Tabel Probabilitas/kemungkinan Risiko yang terjadi

Peringkat	Penjelasan
Jarang	Langka, sangat tidak mungkin terjadi selama periode tiga tahun.
Sedikit	Mungkin terjadi dalam periode tiga tahun.
Sedang	Mungkin terjadi setidaknya sekali setiap tiga tahun.
Sedikit Sering	Terjadi setidaknya sekali setiap tiga tahun.
Sering	Hampir pasti akan terjadi beberapa kali selama periode tiga tahun.

Tabel Dampak Risiko Ekonomi yang terjadi

Nama Skala	Objektif
Sangat Rendah	Dampaknya sangat kecil
Rendah	Dampaknya kecil
Sedang	Dampaknya cukup besar
Besar	Dampaknya besar
Bencana	Dampaknya sangat besar



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tabel Dampak Risiko Sosial yang terjadi

Nama Skala	Objektif
Sangat Rendah	<ul style="list-style-type: none">- Dampak sosial dengan level yang rendah.- Tidak berdampak pada pelanggaran /gangguan warisan budaya,- berdampak kecil terhadap hak asasi manusia
Rendah	<ul style="list-style-type: none">- Dampak sosial dalam jangka menengah- Kerusakan yang dapat diperbaiki atau gangguan pada properti, struktur atau barang.- Pelanggaran kecil terhadap warisan budaya.- Dampak minor, sementara terhadap hak asasi manusia
Sedang	<ul style="list-style-type: none">- Dampak sosial jangka menengah atau seringnya masalah sosial.- Kerusakan sedang pada struktur / benda peninggalan budaya lokal.- Dampak hak asasi manusia sementara
Besar	<ul style="list-style-type: none">- Dampak Besar pada ketertiban sosial.- Kerusakan besar pada barang-barang yang memiliki signifikansi budaya global.- Pelanggaran warisan budaya yang sangat ofensif.- Perusahaan secara langsung bertanggung jawab atau terlibat dalam dampak jangka panjang yang berat terhadap hak asasi manusia
Bencana	<ul style="list-style-type: none">- Kerusakan total tatanan sosial.- Penodaan item-item yang memiliki signifikansi budaya global.- Perusahaan langsung bertanggung jawab atau terlibat secara parah dan luas



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tabel Dampak Risiko Lingkungan yang terjadi

Nama Skala	Objektif
Sangat Rendah	Dampak Risiko rendah terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
Rendah	Dampak Kecil terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
Sedang	Dampak Sedang terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
Besar	Dampak signifikan (> 20 tahun) tanah, keanekaragaman hayati, jasa ekosistem, sumber daya air atau udara
Bencana	Dampak permanen, parah pada tanah, keanekaragaman hayati, layanan ekosistem, sumber daya air, atau udara

Tabel Output

Nama Skala	Objektif
Rendah	Langkah perbaikan bila memungkinkan
Sedang	Langkah penanganan dalam jangka waktu tertentu
Tinggi	Harus dilakukan penurunan risiko, ke tingkat yang lebih rendah

Contoh pengisian kuisisioner yang diarsir sesuai variable risiko proyek konstruksi berkelanjutan yang tertera dibawah ini ;

d. Hasil arsiran pada contoh dibawah ini menjelaskan bahwa *Level Rendah* terjadi pada variable risiko proyek kontruksi berkelanjutan Level Sedang, Level Tinggi

A.1. Variabel Risiko Peralatan yang tergolong mahal
Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											0-30
Sedikit											20-60
Sedang											60-80
Sedikit Sering											70-90
Sering											80-100
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											0-30
Rendah											20-50
Sedang											40-80
Besar											70-90
Bencana											80-100
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											0-30
Rendah											20-50
Sedang											40-80
Besar											70-90
Bencana											80-100
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											0-30
Rendah											20-50
Sedang											40-60
Besar											60-90
Bencana											80-100
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											0-40
Sedang											30-80
Tinggi											70-100



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

PERTANYAAN

Berikan penilaian berupa arsiran pada kotak-kotak yang menunjukkan batasan nilai dampak dan probabilitas pada risiko pada variable risiko proyek konstruksi berkelanjutan dengan rentang 0-100 .

A. Keuangan

A.1. Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

A.2. Kontingensi Investor tinggi

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											

Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											

Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

A.3. Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

B. Standar Perawatan / Legal

B.1. Tidak ada insentif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

B.2. Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

B.3. Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

B.4. Pembatasan impor

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

B.5 Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

C. Kinerja

C.1. Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

C.2. Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

C.3. Kinerja yang rendah selama paska konstruksi

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											

Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

C.4. Ketidakpercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											

Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											

Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											

Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

D. Konsultan, Subkonsultan, & Subkontraktor

D.1. Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

D.2. Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

E. Teknologi

E.1. Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

E.2. Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

E.3. Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											

Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											

Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

F. Tenaga Kerja dan Peralatan Material

F.1. Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											
Sedang											
Tinggi											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

F.2. Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

G. Lain-lain

G.1. Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

G.2. Kemampuan daya besi masyarakat terhadap investasi menurun

Fase : Feasibility-Design-Konstruksi-Operation

Tingkat probabilitas											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Jarang											
Sedikit											
Sedang											
Sedikit Sering											
Sering											
Tingkat Dampak Ekonomi											
Tingkatan	Range 0-100%										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Range
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tingkat Dampak Sosial											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Tingkat Dampak Lingkungan											
Tingkatan	Range 0-100%										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Sangat Rendah											
Rendah											
Sedang											
Besar											
Bencana											
Level Risk (Output)											
Level Risk	Range 0-100 (%)										Range
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Rendah											
Sedang											
Tinggi											

Akhir dari survei kuisioner. Terima kasih atas partisipasi anda.dalam pengisian survei ini, sekiranya.bapak/Ibu di lain waktu dapat saya hubungi kembali apa apabila dibutuhkan dalam mendapatkan tambahan informasi. Silahkan di beri tanda (√) untuk waktu kesediannya nanti.Terima kasih atas waktu yang telah disediakan □



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

LAMPIRAN 3



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

**Kepada Yth.
Bapak/Ibu Ahli/Dosen/Praktisi Konstruksi
Di Tempat**

Perkenalkan nama saya **Sony Susanto** saat ini sedang menempuh studi Pascasarjana (Program Magister Teknik Sipil) di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. Saat ini **Saya sedang melakukan survey penentuan aturan logika fuzzy untuk menentukan level risiko rendah, sedang, tinggi. Tujuan yang lebih detail dari penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya.**

Responden pada survey penelitian ini adalah Ahli/Dosen/Praktisi Konstruksi. Untuk itu apabila Bapak/Ibu termasuk dalam kriteria responden tersebut, dimohon agar Bapak/Ibu dapat mengeluarkan sedikit waktu kurang lebih 15 menit guna berpartisipasi dalam survei ini sehingga dapat bermanfaat bagi pengembangan pengetahuan dibidang konstruksi bangunan di Indonesia. Apabila Bapak/Ibu bersedia berpartisipasi pada survei ini, silahkan melengkapi kuisoner dan mengirimkannya kembali kepada Saya dengan balasan yang telah disertakan pada kuisoner ini.

Saya informasikan bahwa partisipasi dalam survei ini adalah sifat sukarela dan semua informasi yang diberikan akan dijaga kerahasiaannya serta hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Hasil penelitian mungkin akan disampaikan pada konferensi akademik, tesis, jurnal ilmiah maupun bab buku. Mengenai informasi tambahan penelitian ini, Bapak/Ibu dapat langsung menghubungi saya melalui nomor **HP: +6281347301559, email: susantosony5@gmail.com.**

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/i untuk mengisi kuisoner ini. Kami sebagai peneliti berharap Bapak/Ibu/Saudara/i tidak berkeberatan untuk dihubungi kembali apabila ada kekeliruan dalam pengisian kuisoner ini atau peneliti membutuhkan keterangan tambahan.

Hormat Kami,
Peneliti / Mahasiswa S2

Sony Susanto



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

BAGIAN I. INFORMASI DAN LATAR BELAKANG RESPONDEN

Petuniuk Pengisian:

Untuk kelengkapan analisis kami, mohon dapat diberikan informasi terkait latar belakang Bapak/Ibu, dengan mengisi jawaban dan memberi tanda centang (√) pada alternative jawaban yang disediakan.

1. Nama :

2. Nama instansi / Perusahaan :

3. Alamat kantor :

4. Posisi Jabatan :

Direktur Manager Pengawas Pelaksana Dosen

Lainnya (mohon disebutkan)

a. Kontak personel :

b. Nomor Telepon :

c. Email :

5. Pengalaman kerja (apabila relevan) :

< 5 tahun 5 – 10 tahun 10-20 tahun > 20 tahun

6. Proyek apa saja yang pernah dikerjakan :

7. Jumlah keterlibatan Anda dalam proyek konstruksi berkelanjutan:

8.

< 1 - 2 proyek 3 - 4 proyek 5 - 6 proyek 7 - 8 proyek

9 - 10 proyek >10 proyek

9. Pendidikan:

S3 (Doktor) S2 (Magister) S1 (Sarjana) D3 (Diploma)

SMA Lainnya:...



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Bagian II. Petunjuk pengisian kuisioner adalah sebagai berikut:

- a. Bapak/ Ibu dimohon mengisi aturan fuzzy berdasarkan pengalaman dalam menerapkan praktik konstruksi berkelanjutan.
- b. Bapak/Ibu mengisi salah satu level risiko rendah, sedang atau tinggi pada kotak yang kosong sesuai dengan tingkat probabilitas dan tingkat dampak ekonomi, social dan lingkungan, dengan memberi centang (✓).
- c. Panduan Variabel Risiko Proyek Konstruksi Berkelanjutan dalam probabilitas dan Dampak dijelaskan sebagai berikut ;

Tabel Probabilitas/kemungkinan Risiko yang terjadi

Peringkat	Penjelasan
Jarang	Langka, sangat tidak mungkin terjadi selama periode tiga tahun.
Sedikit	Mungkin terjadi dalam periode tiga tahun.
Sedang	Mungkin terjadi setidaknya sekali setiap tiga tahun.
Sedikit Sering	Terjadi setidaknya sekali setiap tiga tahun.
Sering	Hampir pasti akan terjadi beberapa kali selama periode tiga tahun.

Tabel Dampak Risiko Ekonomi yang terjadi

Nama Skala	Objektif
Sangat Rendah	Dampaknya sangat kecil
Rendah	Dampaknya kecil
Sedang	Dampaknya cukup besar
Besar	Dampaknya besar
Bencana	Dampaknya sangat besar



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tabel Dampak Risiko Sosial yang terjadi

Nama Skala	Objektif
Sangat Rendah	<ul style="list-style-type: none">- Dampak sosial dengan level yang rendah.- Tidak berdampak pada pelanggaran /gangguan warisan budaya,- berdampak kecil terhadap hak asasi manusia
Rendah	<ul style="list-style-type: none">- Dampak sosial dalam jangka menengah- Kerusakan yang dapat diperbaiki atau gangguan pada properti, struktur atau barang.- Pelanggaran kecil terhadap warisan budaya.- Dampak minor, sementara terhadap hak asasi manusia
Sedang	<ul style="list-style-type: none">- Dampak sosial jangka menengah atau seringnya masalah sosial.- Kerusakan sedang pada struktur / benda peninggalan budaya lokal.- Dampak hak asasi manusia sementara
Besar	<ul style="list-style-type: none">- Dampak Besar pada ketertiban sosial.- Kerusakan besar pada barang-barang yang memiliki signifikansi budaya global.- Pelanggaran warisan budaya yang sangat ofensif.- Perusahaan secara langsung bertanggung jawab atau terlibat dalam dampak jangka panjang yang berat terhadap hak asasi manusia
Bencana	<ul style="list-style-type: none">- Kerusakan total tatanan sosial.- Penodaan item-item yang memiliki signifikansi budaya global.- Perusahaan langsung bertanggung jawab atau terlibat secara parah dan luas



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tabel Dampak Risiko Lingkungan yang terjadi

Nama Skala	Objektif
Sangat Rendah	Dampak Risiko rendah terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
Rendah	Dampak Kecil terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
Sedang	Dampak Sedang terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
Besar	Dampak signifikan (> 20 tahun) tanah, keanekaragaman hayati, jasa ekosistem, sumber daya air atau udara
Bencana	Dampak permanen, parah pada tanah, keanekaragaman hayati, layanan ekosistem, sumber daya air, atau udara

Tabel Output Level Risiko

Nama Skala	Objektif
Rendah	Langkah perbaikan bila memungkinkan
Sedang	Langkah penanganan dalam jangka waktu tertentu
Tinggi	Harus dilakukan penurunan risiko, ke tingkat yang lebih rendah

Contoh pengisian

Probabilitas x Dampak Ekonomi

1. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Sangat Rendah** maka Level risikonya

Rendah Sedang Tinggi



Pertanyaan

I. Probabilitas x Dampak Ekonomi

1. Jika Tingkat probabilitas *Jarang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
2. Jika Tingkat probabilitas *Jarang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
3. Jika Tingkat probabilitas *Jarang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sedang* maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
4. Jika Tingkat probabilitas *Jarang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
5. Jika Tingkat probabilitas *Jarang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
6. Jika Tingkat probabilitas *sedikit*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
7. Jika Tingkat probabilitas *sedikit*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
8. Jika Tingkat probabilitas *sedikit*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sedang* maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
9. Jika Tingkat probabilitas *sedikit*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

-
10. Jika Tingkat probabilitas *sedikit*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
11. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
12. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
13. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *sedang* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
14. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
15. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
16. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
17. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
18. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *sedang* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
19. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

20. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
21. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
22. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
23. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *sedang* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
24. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
25. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi



II. Probabilitas x Dampak Sosial

1. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Sangat Rendah** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
2. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Rendah** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
3. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Sedang** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
4. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **besar** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
5. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **bencana** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
6. Jika Tingkat probabilitas **sedikit**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Sangat Rendah** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
7. Jika Tingkat probabilitas **sedikit**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Rendah** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
8. Jika Tingkat probabilitas **sedikit**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Sedang** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
9. Jika Tingkat probabilitas **sedikit**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **besar** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

-
10. Jika Tingkat probabilitas *sedikit*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
11. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
12. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
13. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *sedang* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
14. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
15. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
16. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
17. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
18. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *sedang* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
19. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

20. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
21. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
22. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
23. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *sedang* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
24. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
25. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi



III. Probabilitas x Dampak Lingkungan

1. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Sangat Rendah** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
2. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Rendah** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
3. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Sedang** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
4. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **besar** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
5. Jika Tingkat probabilitas **Jarang**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **bencana** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
6. Jika Tingkat probabilitas **sedikit**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Sangat Rendah** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
7. Jika Tingkat probabilitas **sedikit**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Rendah** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
8. Jika Tingkat probabilitas **sedikit**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **Sedang** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi
9. Jika Tingkat probabilitas **sedikit**, sedangkan tingkat dampak ekonomi **besar** maka Level risikonya
 Rendah Sedang Tinggi



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

-
10. Jika Tingkat probabilitas *sedikit*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
11. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
12. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
13. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *sedang* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
14. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
15. Jika Tingkat probabilitas *sedang*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
16. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
17. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
18. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *sedang* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
19. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

20. Jika Tingkat probabilitas *sedikit sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
21. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Sangat Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
22. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *Rendah* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
23. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *sedang* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
24. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *besar* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi
25. Jika Tingkat probabilitas *sering*, sedangkan tingkat dampak ekonomi *bencana* maka Level risikonya
- Rendah Sedang Tinggi

Akhir dari survei kuisioner. Terima kasih atas partisipasi anda.dalam pengisian survei ini, sekiranya.bapak/Ibu di lain waktu dapat saya hubungi kembali apa apabila dibutuhkan dalam mendapatkan tambahan informasi. Silahkan di beri tanda (√) untuk waktu kesediannya nanti.Terima kasih atas waktu yang telah disediakan



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

LAMPIRAN 4



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Kepada Yth.

**Bapak/Ibu Manajemen Proyek /Pimpinan Proyek
Di Tempat**

Perkenalkan nama saya **Sony Susanto** saat ini sedang menempuh studi Pascasarjana (Program Magister Teknik Sipil) di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. Saat ini **Saya sedang melakukan survey penilaian proses aplikasi fuzzy pada probability dan dampak penelitian untuk Analisis Risiko pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan. Tujuan yang lebih detail dari penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko pada proyek konstruksi berkelanjutan di Surabaya.**

Responden pada survey penelitian ini adalah Manajemen Proyek /Pimpinan Proyek. Untuk itu apabila Bapak/Ibu termasuk dalam kriteria responden tersebut, dimohon agar Bapak/Ibu dapat mengeluarkan sedikit waktu kurang lebih 15 menit guna berpartisipasi dalam survei pendahuluan ini sehingga dapat bermanfaat bagi pengembangan pengetahuan dibidang konstruksi bangunan di Indonesia. Apabila Bapak/Ibu bersedia berpartisipasi pada survei ini, silahkan melengkapi kuisioner dan mengirimkannya kembali kepada Saya dengan balasan yang telah disertakan pada kuisioner ini.

Saya informasikan bahwa partisipasi dalam survei ini adalah sifat sukarela dan semua informasi yang diberikan akan dijaga kerahasiaannya serta hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Hasil penelitian mungkin akan disampaikan pada konferensi akademik, tesis, jurnal ilmiah maupun bab buku. Mengenai informasi tambahan penelitian ini, Bapak/Ibu dapat langsung menghubungi saya melalui nomor **HP: +6281347301559**, **email: susantosony5@gmail.com.**

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas kesediaan Bapak/Ibu/ Saudara/i untuk mengisi kuisioner ini. Kami sebagai peneliti berharap Bapak/ Ibu/Saudara/i tidak berkeberatan untuk dihubungi kembali apabila ada kekeliruan dalam pengisian kuisioner ini atau peneliti membutuhkan keterangan tambahan.

Hormat Kami,

Peneliti / Mahasiswa S2

Sony Susanto



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

BAGIAN I. INFORMASI DAN LATAR BELAKANG RESPONDEN

Petunjuk Pengisian:

Untuk kelengkapan analisis kami, mohon dapat diberikan informasi terkait latar belakang Bapak/Ibu, dengan mengisi jawaban dan memberi tanda centang (√) pada alternative jawaban yang disediakan.

1. Nama :
2. Nama instansi / Perusahaan :
3. Alamat kantor :
4. Posisi Jabatan :
 Direktur Manager Pengawas Pelaksana Dosen
 Lainnya (mohon disebutkan)
 - a. Kontak personel :
 - b. Nomor Telepon :
 - c. Email :
5. Pengalaman kerja (apabila relevan) :
 < 5 tahun 5 – 10 tahun 10-20 tahun > 20 tahun
6. Proyek apa saja yang pernah dikerjakan :
7. Jumlah keterlibatan Anda dalam proyek konstruksi berkelanjutan:
8.
 < 1 - 2 proyek 3 - 4 proyek 5 - 6 proyek 7 - 8 proyek
 9 - 10 proyek >10 proyek
9. Pendidikan:
 S3 (Doktor) S2 (Magister) S1 (Sarjana) D3 (Diploma)
 SMA Lainnya:...



II. Petunjuk Kuisisioner Probabilitas dan Impact

Petunjuk:

1. Dibawah ini merupakan penjelasan untuk probabilitas dan dampak ekonomi, sosial, lingkungan Bapak/ i dimohon untuk mengisikan nilai probabilitas dari range 1-10.
2. Pada pertanyaan di bawah, Bapak/Ibu/Saudara/i dapat mengisi dengan angka pada kolom probabilitas dengan nilai probabilitas dan nilai dampak ekonomi, social an lingkungan dari setiap variable. Nilai dapat diisikan antara 1-10 sesuai daftar tabel.
3. Pada dampak dinyatakan dalam nominal biaya sebagai konsekuensi atas terjadinya variabel tersebut dan diuraikan dampak ekonomi, social dan lingkungan.

Tabel Penjelasan Probabilitas/kemungkinan Risiko yang terjadi

Peringkat	Penjelasan
Jarang	Langka, sangat tidak mungkin terjadi selama periode tiga tahun.
Sedikit	Mungkin terjadi dalam periode tiga tahun.
Sedang	Mungkin terjadi setidaknya sekali setiap tiga tahun.
Sedikit Sering	Terjadi setidaknya sekali setiap tiga tahun.
Sering	Hampir pasti akan terjadi beberapa kali selama periode tiga tahun.

Tabel Penjelasan Dampak Risiko Ekonomi yang terjadi

Nama Skala	Objektif
Sangat Rendah	Dampaknya sangat kecil
Rendah	Dampaknya kecil
Sedang	Dampaknya cukup besar
Besar	Dampaknya besar
Bencana	Dampaknya sangat besar



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tabel Penjelasan Dampak Risiko Sosial yang terjadi

Nama Skala	Objektif
Sangat Rendah	<ul style="list-style-type: none">- Dampak sosial dengan level yang rendah.- Tidak berdampak pada pelanggaran /gangguan warisan budaya,- berdampak kecil terhadap hak asasi manusia
Rendah	<ul style="list-style-type: none">- Dampak sosial dalam jangka menengah- Kerusakan yang dapat diperbaiki atau gangguan pada properti, struktur atau barang.- Pelanggaran kecil terhadap warisan budaya.- Dampak minor, sementara terhadap hak asasi manusia
Sedang	<ul style="list-style-type: none">- Dampak sosial jangka menengah atau seringnya masalah sosial.- Kerusakan sedang pada struktur / benda peninggalan budaya lokal.- Dampak hak asasi manusia sementara
Besar	<ul style="list-style-type: none">- Dampak Besar pada ketertiban sosial.- Kerusakan besar pada barang-barang yang memiliki signifikansi budaya global.- Pelanggaran warisan budaya yang sangat ofensif.- Perusahaan secara langsung bertanggung jawab atau terlibat dalam dampak jangka panjang yang berat terhadap hak asasi manusia
Bencana	<ul style="list-style-type: none">- Kerusakan total tatanan sosial.- Penodaan item-item yang memiliki signifikansi budaya global.- Perusahaan langsung bertanggung jawab atau terlibat secara parah dan luas



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Tabel Penjelasan Dampak Risiko Lingkungan yang terjadi

Nama Skala	Objektif
Sangat Rendah	Dampak Risiko rendah terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
Rendah	Dampak Kecil terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
Sedang	Dampak Sedang terhadap daratan, biodiversitas, pelayanan ekosistem, sumber air atau udara
Besar	Dampak signifikan (> 20 tahun) tanah, keanekaragaman hayati, jasa ekosistem, sumber daya air atau udara
Bencana	Dampak permanen, parah pada tanah, keanekaragaman hayati, layanan ekosistem, sumber daya air, atau udara

Tabel Kuisisioner

No	Nama Risiko	Fase	N.Prob.	Nilai Dampak	Note
A	Keuangan				
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal			E S L	
A2	Kontingensi Investor tinggi			E S L	



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

No	Nama Risiko	Fase	N.Prob.	Nilai Dampak	Note
A3	Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan			E S L	
B	Standar Perawatan / Legal				
B1	Tidak ada insentif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan			E S L	
B2	Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah			E S L	



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

No	Nama Risiko	Fase	N.Prob.	Nilai Dampak	Note
B3	Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi			E S L	
B4	Pembatasan impor/ekspor			E S L	
B5	Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman			E S L	



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

No	Nama Risiko	Fase	N.Prob.	Nilai Dampak	Note
C	Kinerja				
C1	Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah			E S L	
C2	Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan			E S L	
C3	Kinerja yang rendah selama paska konstruksi			E S L	
C4	Ketidakpercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik			E S L	



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

D	Konsultan, Subkonsultan, & Subkontraktor				
D1	Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka			E S L	
D2	Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka			E S L	
E	Teknologi				
E1	Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang			E S L	
No	Nama Risiko	Fase	N.Prob.	Nilai Dampak	Note
E2	Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan			E S L	



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

E3	Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan			E S L	
F	Tenaga Kerja dan Peralatan Material				
F1	Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan			E S L	
No	Nama Risiko	Fase	N.Prob.	Nilai Dampak	Note
F2	Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak			E S L	



**BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

G	Lain-lain				
G1	Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan			E S L	
G2	Kemampuan daya besi masyarakat terhadap investasi menurun			E S L	

Note :

E : Ekonomi S : Sosial L : Lingkungan

Akhir dari survei kuisoner. Terima kasih atas partisipasi anda.dalam pengisian survei ini, sekiranya.bapak/Ibu di lain waktu dapat saya hubungi kembali apa apabila dibutuhkan dalam mendapatkan tambahan informasi. Silahkan di beri tanda (√) untuk waktu kesediannya nanti.Terima kasih atas waktu yang telah disediakan

LAMPIRAN 5



Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Surabaya Program Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil
Bidang Keahlian Manajemen Proyek Konstruksi
2019

Judul Tesis

Analisa Risiko Pada Proyek Konstruksi Berkelanjutan

Kuesioner ini dibuat sebagai bahan untuk menyelesaikan Tesis Program Magister Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Identitas responden dijamin kerahasiannya, maka responden diharapkan untuk mengisi kuesioner secara obyektif dan sebenar-benarnya.

Tujuan

Survei ini dilakukan untuk mengurangi risiko dengan mitigasi menggunakan Expected Monetary Value yaitu memperkirakan pemilihan alternatif yang optimal dengan mengisi dampak positif dan probabilitasnya, serta alternatif dampak negatif. Setelah itu mengisi alternatif perkiraan biaya dan probabilitasnya dengan. Hal ini dilakukan agar ada analisa mitigasi risikonya, sehingga proyek konstruksi keberlanjutan dapat dilakukan dengan baik.

Lingkup Penelitian

Proyek Konstruksi Berkelanjutan di Surabaya Jawa Timur

Responden

Manager Proyek Konstruksi Berkelanjutan

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/i untuk mengisi kuisisioner ini. Kami sebagai peneliti berharap Bapak/Ibu/Saudara/i tidak berkeberatan untuk dihubungi kembali apabila ada kekeliruan dalam pengisian kuisisioner ini atau peneliti membutuhkan keterangan tambahan.

A. Data Responden

8. Nama Responden :
9. Jabatan saat ini :
10. Nama Proyek :
11. Alamat :
12. Telp / Fax / Email :
13. Nilai proyek :
14. Progres proyek saat ini :

B. Pendahuluan

Aktivitas proyek konstruksi yang selama ini dilakukan, tidak terlepas dari penggunaan sumber daya alam sekitarnya. Aktivitas tersebut apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak negatif seperti berkurangnya lahan bebas, pemakaian alat selama pelaksanaan konstruksi yang berdampak polusi dan lain lain. Maka hal ini perlunya penggunaan efisiensi penggunaan sumberdaya yang tepat guna dalam pengembangan konsep konstruksi berkelanjutan dengan konsep konstruksi hijau.

C. Petunjuk Kuisisioner Probabilitas dan Impact

Petunjuk:

1. Dibawah ini adalah faktor risiko terbesar yang merupakan hasil perhitungan dari tahap kuisisioner sebelumnya.
2. Pada kuisisioner tahap 5 ini, responden diminta untuk mengisi :
 - bentuk pencegahan atau mitigasi dari setiap faktor risiko proyek berkelanjutan,
 - besarnya biaya yang dibutuhkan untuk melakukan mitigasi tersebut,
 - probabilitas keberhasilan dari bentuk mitigasi tersebut. (0,00% - 100%)

Pada langkah sebelumnya telah dilakukan pengolahan nilai probabilitas dan dampak yang diakibatkan oleh variabel risiko. kemudian dilakukan Mitigasi risiko untuk mengurangi risiko terbesar pada langkah-langkah berikut ini :

Risiko.....

Untuk mencegah atau mengurangi dampak tersebut maka mitigasi atau langkah yang perlu dilakukan adalah :

<p>Risiko : dan Biayanya</p> <p>Dengan kemungkinan keberhasilan % dan biaya yang akan dicapai.....</p> <p>Dengan kemungkinan kegagalan % dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan.....</p>	
<p>Alternatif A : dan Biayanya</p> <p>Dengan kemungkinan keberhasilan % dan biaya yang akan dicapai.....</p> <p>Dengan kemungkinan kegagalan % dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan.....</p>	
<p>Bentuk Kegiatannya :</p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p>	<p>Biaya Kegiatan :</p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p>
<p>Alternatif B : dan Biayanya</p> <p>Dengan kemungkinan keberhasilan % dan biaya yang dicapai</p> <p>Dengan kemungkinan kegagalan % dan kerugian biaya yang akan dikeluarkan.....</p>	
<p>Bentuk Kegiatannya :</p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p>	<p>Biaya Kegiatan :</p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p>

Lampiran 6

Daftar Proyek Konstruksi Gedung di Kota Surabaya yang Menjadi Obyek Penelitian

No	Nama Proyek	Alamat
1	Proyek Dharma Husada Lagoon	PT PP Property Tbk Jl. Raya Mulyosari No.366 A, Mulyorejo, Surabaya
2	Proyek Dharma Husada Lagoon	PT PP Konstruksi Tbk Jl. Raya Mulyosari No.366 A, Mulyorejo, Surabaya
3	Proyek Grand Shamaya	PT. PP Properti Tbk Jl. Manyar Kertoarjo no. 71 / Jl. Embong Sawo no. 1 Surabaya
4	Proyek Grand Shamaya	PT. PP Konstruksi Tbk Jl. Manyar Kertoarjo no. 71 / Jl. Embong Sawo no. 1 Surabaya
5	Proyek Pembangunan Apartemen Ciputra	Jl. Mayjen Sungkono 89, Surabaya
6	Proyek Swiss Bell Hotel Darmo	Jl. Bintoro, Surabaya
7	Proyek Pembangunan Apartemen One Galaxy	Jl. Kertajaya Indah Timur, Surabaya
8	Proyek Pekerjaan konstruksi rancang bangun pembangunan Gedung terminal dan stasiun intermoda	PT Adhi-Tiara-Persada Jl Joyoboyo no 1 Surabaya
9	Proyek Klaska Residence	PT Sinar Mas Land Jl Jagir Wonokromo no
10	Proyek Trans Icon Apartemen	Jl Ahmad Yani Surabaya-Jawa Timur

Daftar Proyek Konstruksi Gedung di Kota Surabaya yang Menjadi Obyek Penelitian (lanjutan)

No	Nama Proyek	Alamat
11	Proyek Swiss-Belinn Manyar	Jl Manyar Kertoarjo No 100 Surabaya-Jawa Timur
12	Proyek Gedung Telkom Group Manyar	Jl Dr.Ir.Soekarno, Surabaya- Jawa Timur
13	Proyek Grand Sungkono Lagoon	PT PP Property Tbk Jl Abdul Wahab Siamin no 9 Surabaya
14	Proyek Grand Sungkono Lagoon	PT PP Konstruksi Tbk Jl Abdul Wahab Siamin no 9 Surabaya
15	Proyek Pembangunan Ciputra	Jl Mayjen Sungkono 89 Surabaya-Jawa Timur
16	Proyek Bess Mansion Apartment	Jl Raya Jemursari No 15,Jemur Wonosari Surabaya-Jawa Timur

Lampiran 7

Survei Pendahuluan Variabel Risiko pada proyek Konstruksi Berkelanjutan

No	Nama Risiko		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	%	
		Fase																
A	Keuangan																	
A1	Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal	F															-	
D		v	v		v		v	v	v	v	v	v	v	v	v		71 %	
K		v	v	v	v	v	v	v	v	v	v		v		v		78 %	
O								v									7 %	
A2	Kontingensi Investor tinggi	F	v					v	v	v	v			v			43 %	
D		v			v			v	v	v							36 %	
K				v								v	v				21 %	
O																		
A3	Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan	F								-					v		7 %	
D			v							-			v				14 %	
K		v	v	v	v	v	v			-	v	v	v				64 %	
O											-							
B	Standar Perawatan / Legal																	
B1	Tidak ada insentif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan	F								-	-				v		7 %	
D								v		-	-	v	v	v			29 %	
K								v		-	-		v				14 %	
O											-	-						
B2	Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah	F			v	v			v	v	-						29 %	
D					v						-	v					14 %	
K						v					-					v	14 %	
O												-						
B3	Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi	F			v	v			v	v							29 %	
D		V	V		v		v			v	V						43 %	
K		V	v			v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v		86 %
O																		

Survei Pendahuluan Variabel Risiko pada proyek Konstruksi Berkelanjutan (lanjutan)

No	Nama Risiko		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	%		
		Fase																	
B4	Pembatasan impor	F								-									
		D								-									
		K	v								-							7 %	
		O									-								
B5	Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman	F						v										7 %	
		D						v										7 %	
		K	v		v					v	v	v	v		v			50 %	
		O																	
C	Kinerja																		
C1	Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah	F						v											
		D		v		v		v				v	v	v				7 %	
		K		v	v	v	v		v	v		v	v					57 %	
		O											v						7 %
C2	Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan	F			v	v					-							14 %	
		D		v	v	v		v			-		v					29 %	
		K		v	v	v	v	v			-								36 %
		O	v						v		-	v		v		v			36 %
C3	Kinerja yang rendah selama paska konstruksi	F									-								
		D									-								
		K			v	v						-		v					21 %
		O	v				v	v				-	v						29 %
C4	Ketidakpercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik	F				v					-							7 %	
		D		v														7 %	
		K		v	v								v					21 %	
		O								v	v		v		v				29 %
D	Konsultan, Subkonsultan, & Subkontraktor																		
D1	Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka	F																	
		D																	
		K	v		v	v					v	v	v	v		v			57 %
		O																	

Survei Pendahuluan Variabel Risiko pada proyek Konstruksi Berkelanjutan (lanjutan)

No	Nama Risiko		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	%
		Fase															
D2	Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka	F								v							7 %
		D								v							7 %
		K	v		v	v	v			v	v	v	v				57 %
		O															
E	Teknologi																
E1	Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang	F															
		D		v									v				14 %
		K		v	v	v	v	v	v	v		v	v				64 %
		O						v		v							14 %
E2	Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan	F															
		D		V													7 %
		K	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v		v	v	93 %
		O	v						v	v	v	v					43 %
E3	Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan	F															
		D	v								v						14 %
		K	v		v	v	v	v			v	v	v		v		64 %
		O															
F	Tenaga Kerja dan Peralatan Material																
F1	Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan	F				v											7 %
		D		v		v		v									21 %
		K		v	v		v	v	v				v	v	v		50 %
		O						v									
F2	Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak	F															
		D		v		v											14 %
		K		v		v	v		v						v		36 %
		O															

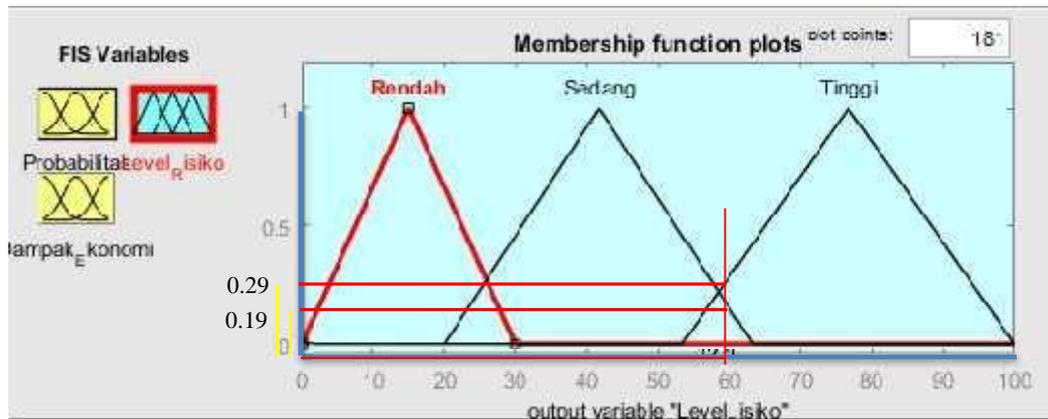
Survei Pendahuluan Variabel Risiko pada proyek Konstruksi Berkelanjutan (lanjutan)

No	Nama Risiko		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	%		
		Fase																	
G	Lain-lain																		
G1	Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan	F																	
		D		v														7 %	
		K	v	v	v	v	v	v				v							50 %
		O							v										7 %
G2	Kemampuan daya besi masyarakat terhadap investasi menurun	F						v										7 %	
		D																	
		K																	
		O																	

Lampiran 8 Penilaian Risiko

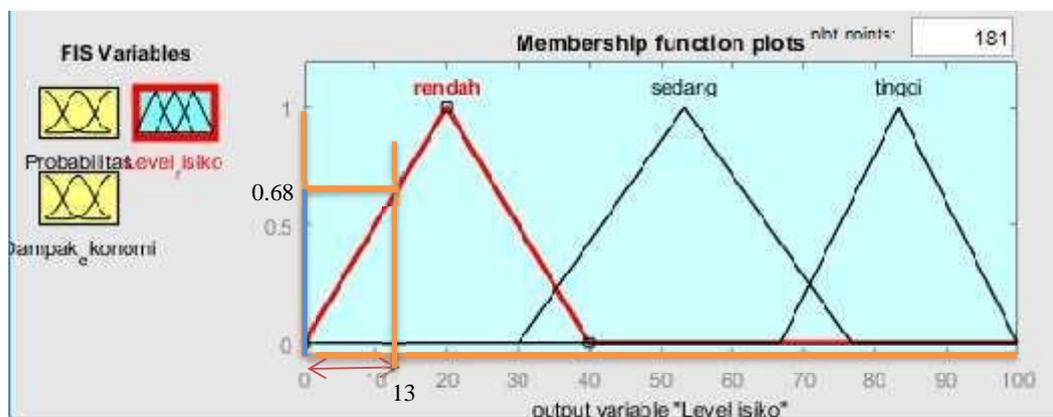
A Keuangan

A1 Biaya penggunaan bahan dan alat yang ramah lingkungan tergolong mahal



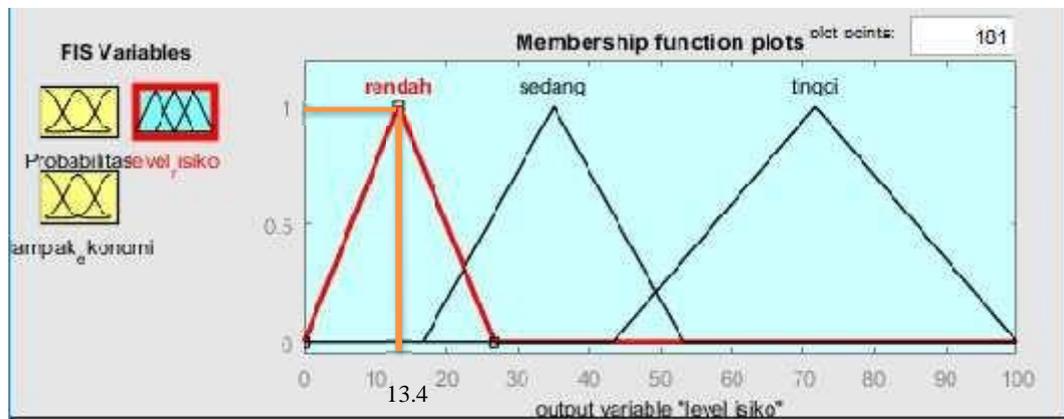
No	Not	Responden						Rata2 (%)	Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l)=Rsp	Level Risiko
		Data (%)									
Risiko		R1	R2	R3	R4	R5	R6				
A1	p	80	70	80	20	50	70	61.67		59.4	tinggi (0.29)
	lec	30	40	50	40	60	40	43.33	76.6		Sedang (0.19)
	Iso	20	30	40	20	70	30	35.00	41.7		
	Ien	30	30	40	20	70	30	36.67	59.9		

A2 Kontingensi Investor tinggi



No	Not	Responden						Rata2 (%)	Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l)=Rsp	Level Risiko
		Data (%)									
Risiko		R1	R2	R3	R4	R5	R6				
A2	p	50	40	50	50	50	40	46.67			
	lec	30	50	60	60	60	50	51.67	53.3	13	rendah (0,68)
	Iso	30	40	50	60	60	40	46.67	20		
	Ien	30	40	40	60	60	40	45.00	20		

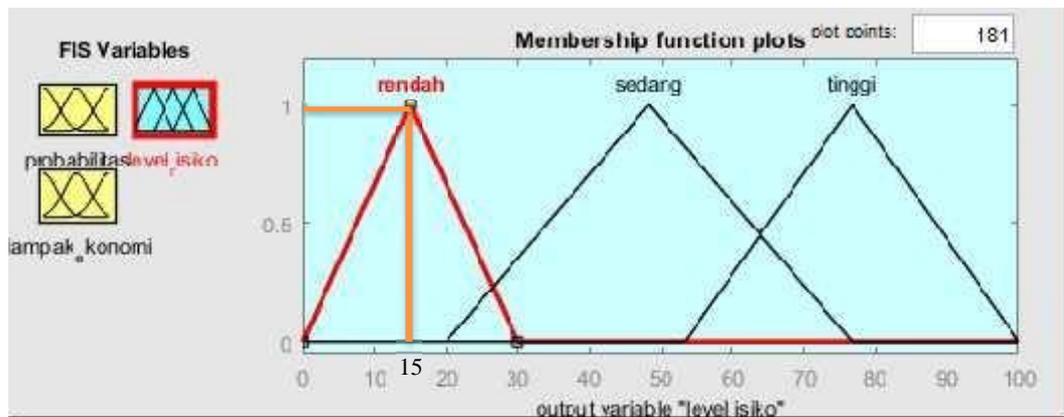
A3 Pengiriman material bangunan ramah lingkungan melebihi biaya yang direncanakan



No	Not	Responden								Defuzzifikasi	Rata2	
Risiko		Data (%)							Rata2 (%)	(p x l)	Defuz.(p x l)=Rsp	Level Risiko
A3	p	30	20	20	30	30	20	25.00				
	lec	30	40	30	30	30	40	33.33	13.4	13.4	rendah (1)	
	Iso	30	30	30	30	30	30	30.00	13.4			
	len	50	40	30	30	30	40	36.67	13.4			

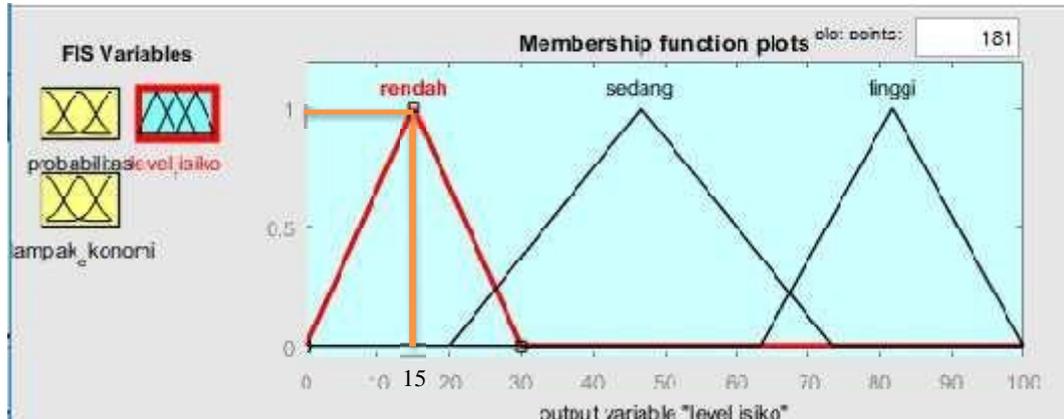
B Standar Perawatan / Legal

B1 Tidak ada insentif dalam praktik penerapan kebijakan ramah lingkungan



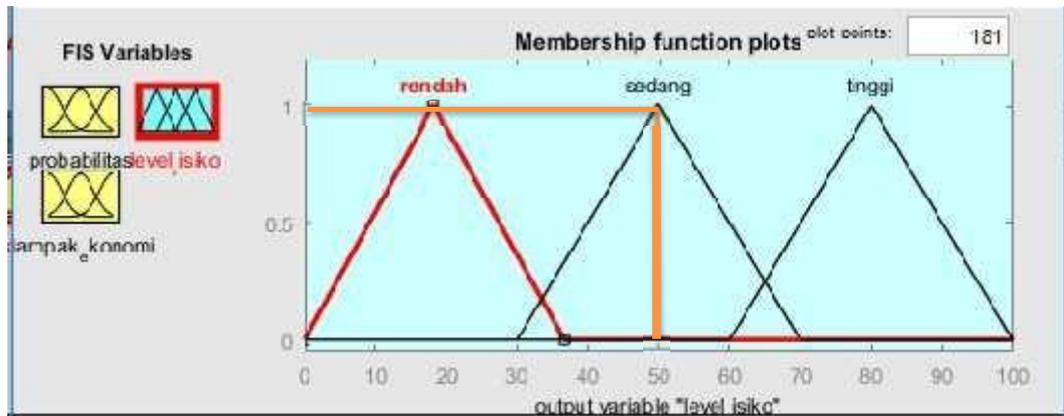
No	Not	Responden								Defuzzifikasi	Rata2	
Risiko		Data (%)							Rata2 (%)	(p x l)	Defuz.(p x l)=Rsp	Level Risiko
B1	p	10	30	30	20	20	30	23.33				
	lec	50	30	30	20	20	30	30.00	15	15	rendah (1)	
	Iso	30	30	30	20	20	30	26.67	15			
	len	40	30	20	20	20	30	26.67	15			

B2 Perubahan Kebijakan ramah lingkungan sering berubah



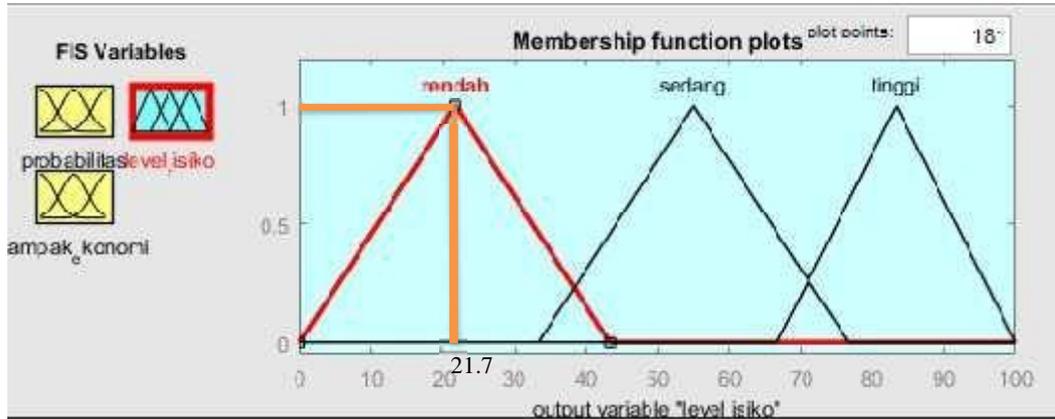
No	Not	Responden								Defuzzifikasi	Rata2	
Risiko		Data (%)							Rata2 (%)	(p x l)	Defuz.(p x l)=Rsp	Level Risiko
B2	p	10	30	30	40	40	30	30.00				
	lec	50	40	30	40	40	40	40.00	15	15	rendah (1)	
	Iso	20	40	20	50	50	40	36.67	15			
	len	50	40	20	50	50	40	41.67	15			

B3 Penerapan kebijakan ramah lingkungan memberikan tekanan besar untuk mengurangi limbah konstruksi



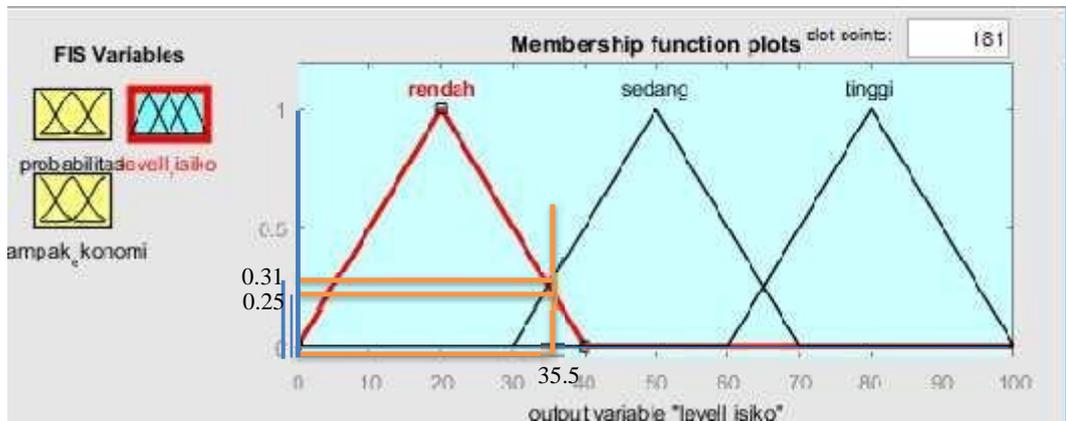
No	Not	Responden								Defuzzifikasi	Rata2	
Risiko		Data (%)							Rata2 (%)	(p x l)	Defuz.(p x l)=Rsp	Level Risiko
B3	p	90	50	40	70	70	50	61.67				
	lec	40	40	30	60	60	40	45.00	50	50	Sedang (1)	
	Iso	40	40	30	60	60	40	45.00	50			
	len	30	50	20	70	70	50	48.33	50			

B4 Pembatasan impor/ekspor



No	Not	Responden							Rata2 (%)	Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l)=Rsp	Level Risiko
		Data (%)										
B4	p	30	40	30	50	50	40	40.00				
	lec	50	40	20	50	50	40	41.67	21.7	21.7	rendah (1)	
	Iso	30	30	20	50	50	30	35.00	21.7			
	len	50	30	20	50	50	30	38.33	21.7			

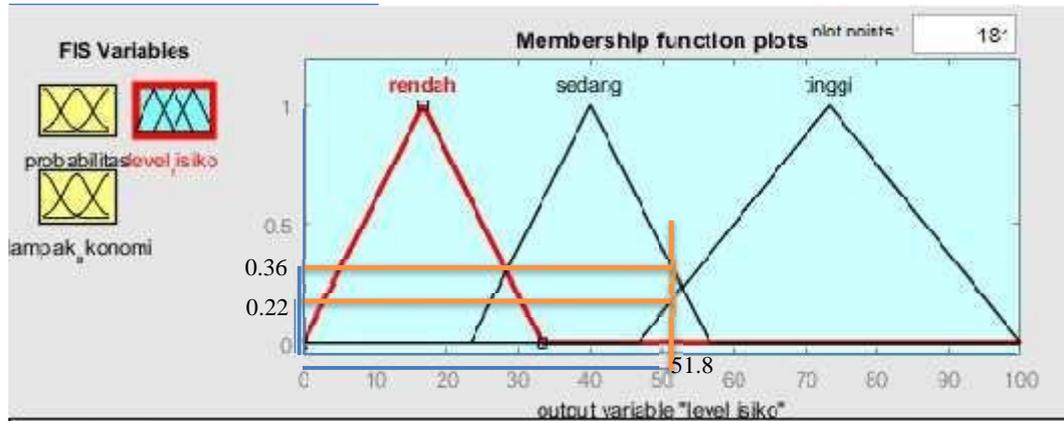
B5 Pelanggaran peraturan kebijakan ramah lingkungan akan dikenakan hukuman



No	Not	Responden							Rata2 (%)	Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l)=Rsp	Level Risiko
		Data (%)										
B5	p	80	50	40	60	60	50	56.67				
	lec	60	50	40	60	60	50	53.33	20	35.5	sedang (0.31)	
	Iso	60	40	50	60	60	40	51.67	36.4		rendah (0.25)	
	len	40	50	40	70	70	50	53.33	50			

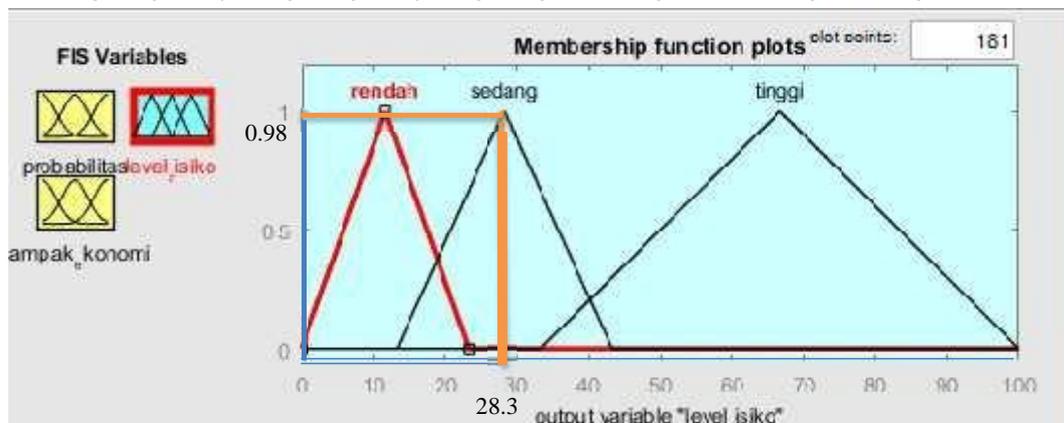
C Kinerja

C1 Kinerja pemakaian produk ramah lingkungan yang rendah



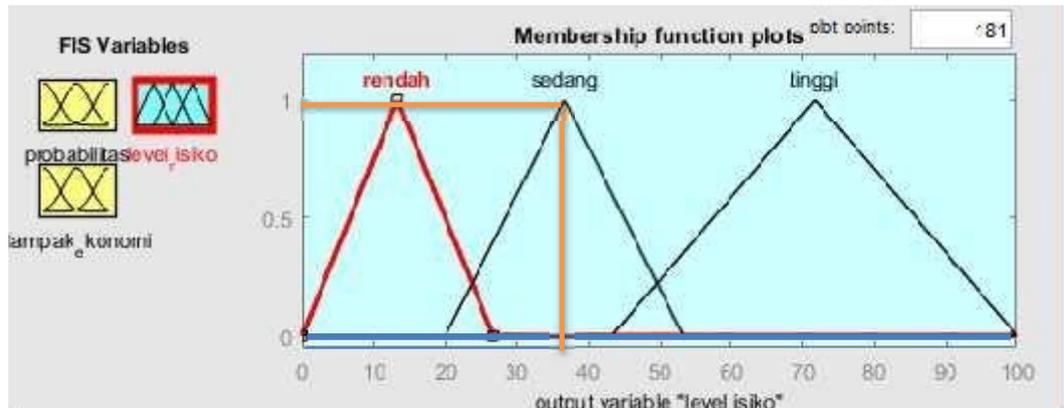
No	Not	Responden										
Risiko		Data (%)							Rata2 (%)	Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l) = Rsp	level risiko
C1	p	60	40	40	40	40	40	40	43.33			
	lec	50	40	30	40	40	40	40	40.00	60.8	51.8	sedang (0.36)
	Iso	30	40	30	50	50	40	40.00	40			tinggi (0.22)
	len	50	50	40	60	60	50	51.67	54.6			

C2 Ketidaktahuan kualitas bahan ramah lingkungan yang akan digunakan



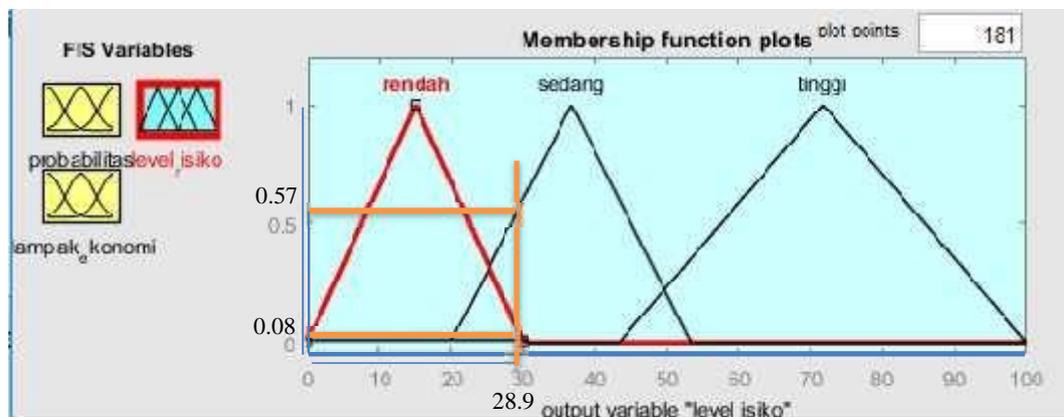
No	Not	Responden										
Risiko		Data (%)							Rata2 (%)	Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l) = Rsp	level risiko
C2	p	80	60	50	30	30	60	51.67				
	lec	70	40	30	40	40	40	43.33	28.3	28.3	sedang (0.98)	
	Iso	50	50	30	40	40	50	43.33	28.3			
	len	70	30	30	50	50	30	43.33	28.3			

C3 Kinerja yang rendah selama paska konstruksi



No	Not	Responden								Defuzzifikasi	Rata2	
Risiko		Data (%)							Rata2 (%)	(p x l)	Defuz.(p x l) =Rsp	level risiko
C3	p	70	60	50	30	30	60	50.00				
	lec	80	40	30	40	40	40	45.00	36.7	36.7	sedang (1)	
	Iso	30	40	30	40	40	40	36.67	36.7			
	len	80	40	30	40	40	40	45.00	36.7			

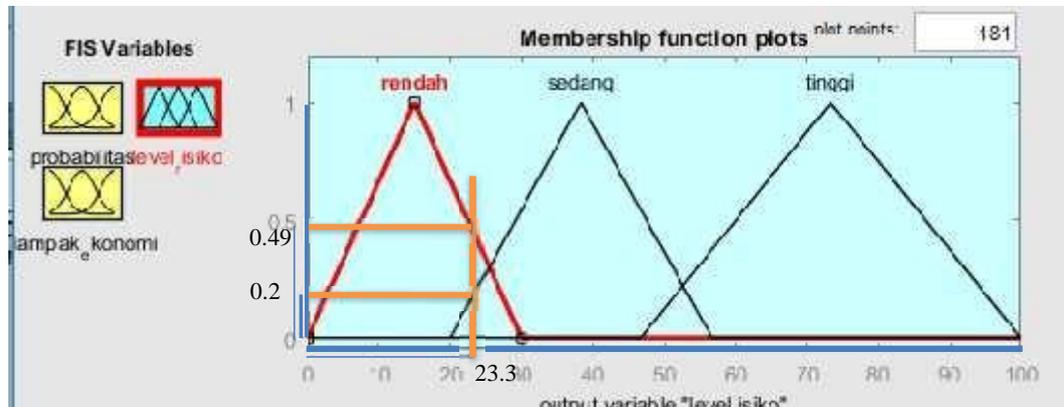
C4 Ketidakpercayaan penerapan kebijakan ramah lingkungan dapat membuat praktik pembangunan menjadi lebih baik



No	Not	Responden								Defuzzifikasi	Rata2	
Risiko		Data							Rata2	Rata2 (%)	Defuz.	Level Risiko
C4	P	4	5	5	3	3	5	4.17	41.7			
	E	3	4	4	4	4	4	3.83	38.3	25.9	28.9333 rendah (0.08)	
	S	3	3	3	4	4	3	3.33	33.3	36.7	sedang (0.57)	
	L	7	3	3	4	4	3	4.00	40.0	24.2		

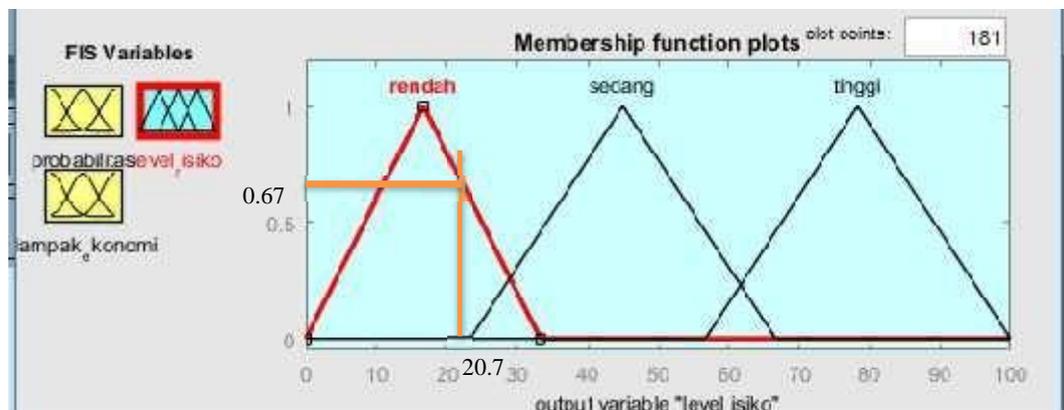
D. Konsultan, Subkonsultan, & Subkontraktor

D1. Kontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka



No	Not	Responden								Defuzzifikasi	Rata2	
Risiko		Data (%)							Rata2(%)	(p x l)	Defuz.(p x l)=Rsp	level risiko
D1	p	30	50	50	20	20	50	36.67				
	lec	30	40	40	30	30	40	35.00	15	23.3	rendah (0.49)	
	Iso	30	50	40	30	30	50	38.33	38.3		sedang (0.2)	
	len	70	40	30	30	30	40	40.00	16.7			

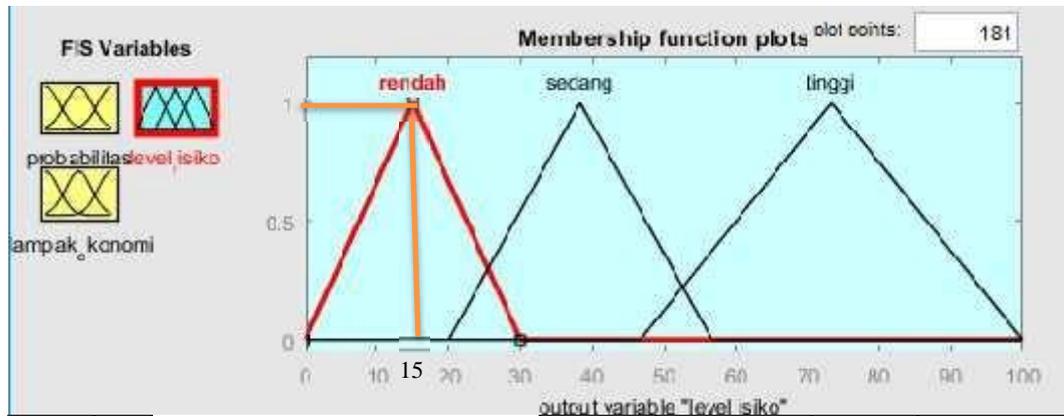
D2. Subkontraktor menyetujui kontrak kerjasama diluar kemampuan mereka



No	Not	Responden								Defuzzifikasi	Rata2	
Risiko		Data (%)							Rata2(%)	(p x l)	Defuz.(p x l)=Rsp	level risiko
D2	p	30	20	50	10	10	20	23.33				
	lec	30	20	40	20	20	20	25.00	16.7	20.7	rendah (0.67)	
	Iso	30	40	40	30	30	40	35.00	28.7			
	len	70	40	30	30	30	40	40.00	16.7			

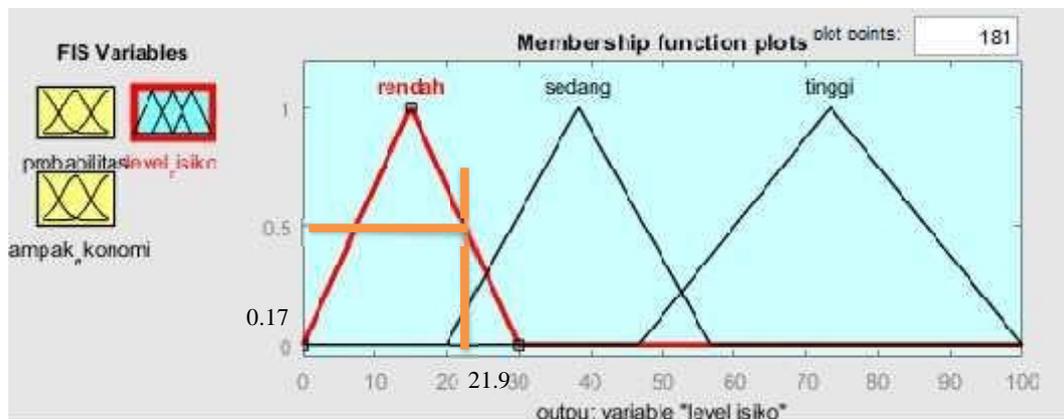
E. Teknologi

E1. Potensi penggunaan produk yang ramah lingkungan menjadi berkurang



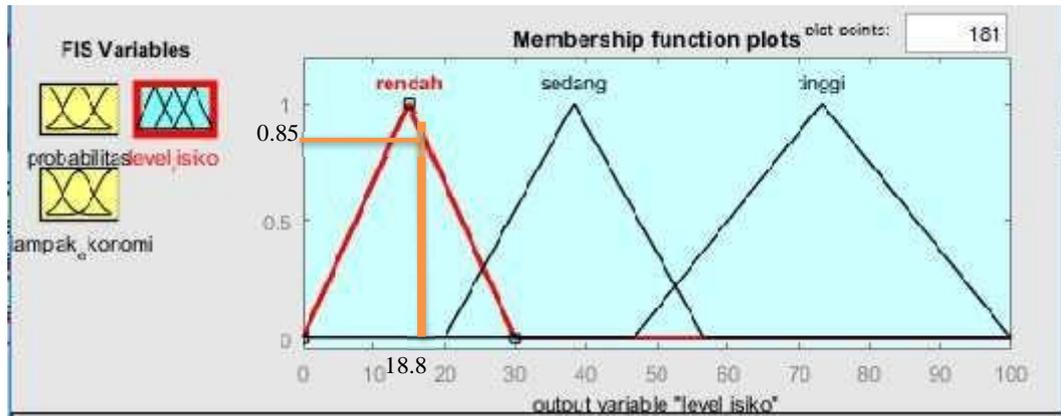
No	Not	Responden								Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l)=Rsp	level risiko
Risiko		Data (%)							Rata2(%)			
E1	p	20	20	20	30	30	20	23.33				
	lec	30	40	30	30	30	40	33.33	15	15	rendah (1)	
	Iso	40	40	30	30	30	40	35.00	15			
	len	80	30	30	40	40	30	41.67	15			

E2. Kurang pengalaman dalam mengoperasikan produk ramah lingkungan



No	Not	Responden								Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l)=Rsp	level risiko
Risiko		Data (%)							Rata2(%)			
E2	p	80	30	30	20	20	30	35.00				
	lec	70	20	30	30	30	20	33.33	15	21.9	rendah (0.5)	
	Iso	40	30	20	30	30	30	30.00	20.7		sedang (0.17)	
	len	70	30	30	30	30	30	36.67	30.1			

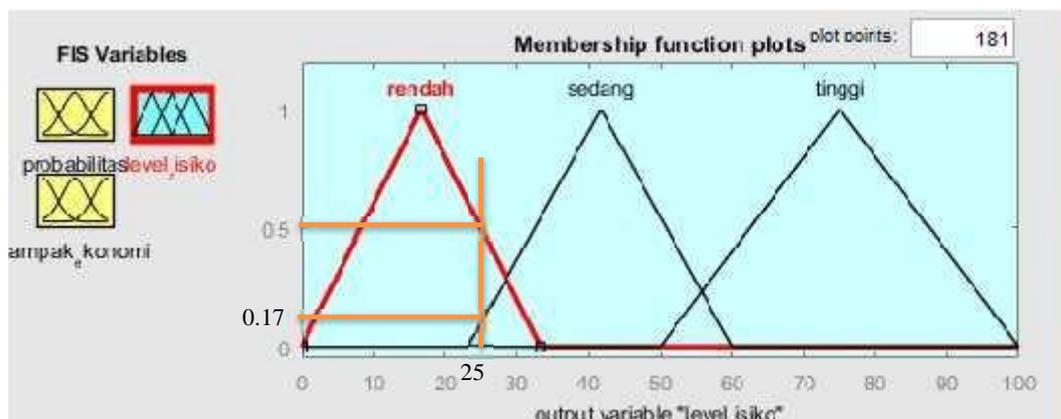
E3. Pekerja tidak terbiasa dengan pemakaian teknologi produk ramah lingkungan



No	Not	Responden							Rata2	Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l) = Rsp	level risiko
		Data (%)										
E3	p	40	30	30	20	20	30	28.33				
	lec	60	30	20	30	30	30	33.33	15	18.8	rendah (0.85)	
	Iso	40	30	30	30	30	30	31.67	15			
	len	70	30	20	30	30	30	35.00	26.5			

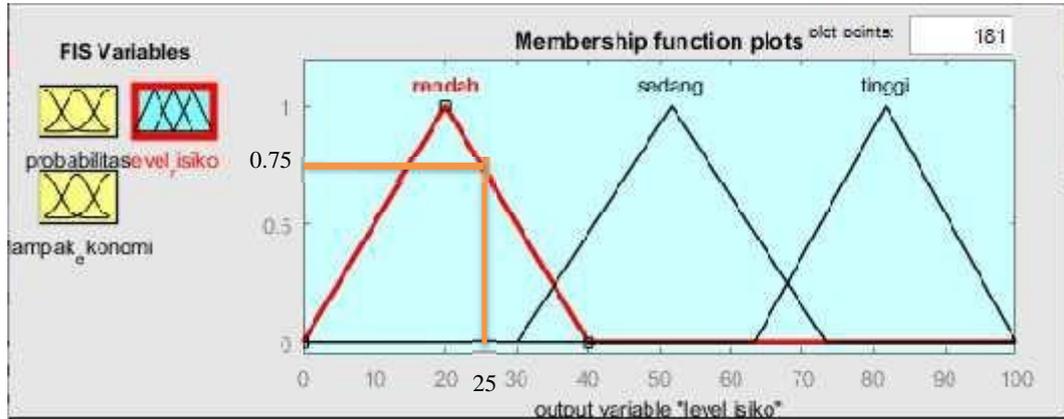
F. Tenaga Kerja dan Peralatan Material

F1. Kurangnya ketersediaan bahan dan peralatan yang ramah lingkungan



No	Not	Responden							Rata2	Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l) = Rsp	level risiko
		Data (%)										
F1	p	80	30	30	20	20	30	35.00				
	lec	60	30	30	30	30	30	35.00	41.7	25.0	rendah (0.5)	
	Iso	40	20	20	30	30	20	26.67	16.7		sedang (0.17)	
	len	70	20	20	30	30	20	31.67	16.7			

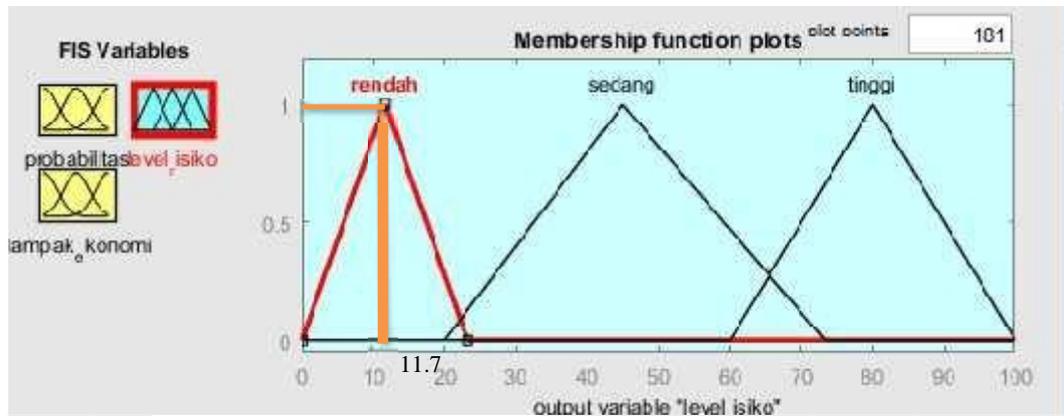
F2. Bahan dan peralatan ramah lingkungan mudah rusak



No	Not	Responden							Rata2 Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l)=Rsp	level risiko
		Data (%)									
F2	p	60	20	20	20	20	20	26.67			
	lec	70	30	40	30	30	30	38.33	20	25.0	rendah (0.75)
	Iso	30	30	30	30	30	30	30.00	20		
	len	80	20	20	40	40	20	36.67	35.1		

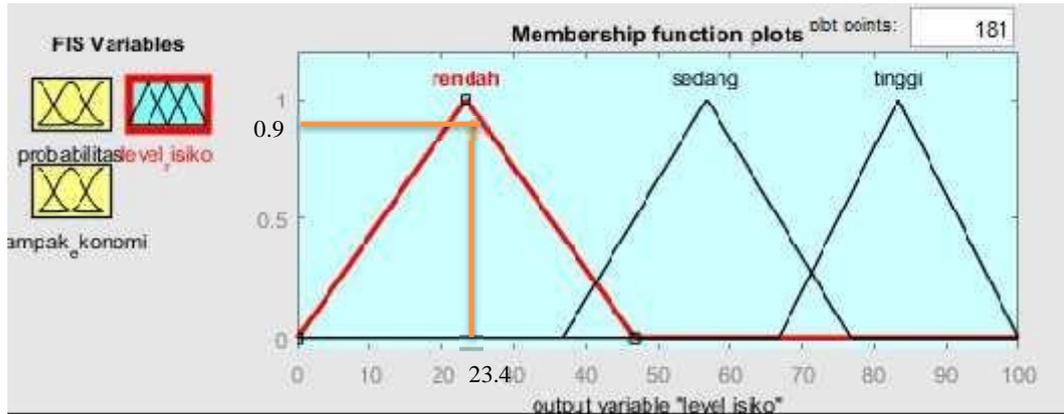
G. Lain-lain

G1. Seringnya keterlambatan pengiriman material bangunan ramah lingkungan



No	Not	Responden							Rata2 Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p x l)=Rsp	level risiko
		Data (%)									
G1	p	40	30	30	20	20	30	28.33			
	lec	30	30	30	30	30	30	30.00	11.6	11.7	rendah (1)
	Iso	40	30	30	30	30	30	31.67	11.7		
	len	70	30	20	30	30	30	35.00	11.7		

G2. Kemampuan daya beli masyarakat terhadap investasi menurun



No	Not	Responden								Defuzzifikasi	Rata2	
Risiko		Data (%)							Rata2(%)	(p x l)	Defuz.(p x l)=Rsp	level risiko
G2	p	70	40	20	20	20	40	35.00				
	lec	80	40	30	20	20	40	38.33	23.4	23.4	rendah (0.9)	
	Iso	30	30	20	20	20	30	25.00	23.4			
	Ien	30	30	20	20	20	30	25.00	23.4			

Lampiran 9 Data Input Matlab Membership Function

Input Membership Function Pada Matlab

No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab			
			Data						Rata-Rata			
			R1		R2		R3					
			Range		Range		Range		Range			
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2	
A1	p	Jarang	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0	
		Sedikit	10	30	10	30	10	40	10.0	21.7	33.3	
		Sedang	20	50	30	60	30	50	26.7	40.0	53.3	
		Sedkit sering	40	80	50	90	40	80	43.3	63.3	83.3	
		Sering	70	100	80	100	70	100	73.3	86.7	100.0	
lec		Sangat rendah	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0	
		Rendah	10	30	10	30	10	30	10.0	20.0	30.0	
		sedang	20	50	20	50	20	40	20.0	33.3	46.7	
		Besar	40	80	40	90	30	80	36.7	60.0	83.3	
		Bencana	70	100	80	100	70	100	73.3	86.7	100.0	
Iso		Sangat rendah	0	30	0	30	0	40	0.0	16.7	33.3	
		Rendah	20	60	20	70	30	70	23.3	45.0	66.7	
		sedang	50	80	60	80	60	80	56.7	68.3	80.0	
		Besar	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0	
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0	
len		Sangat rendah	0	40	0	30	0	40	0.0	18.3	36.7	
		Rendah	30	70	20	50	30	70	26.7	45.0	63.3	
		sedang	60	80	40	70	60	80	53.3	65.0	76.7	
		Besar	70	90	60	90	70	90	66.7	78.3	90.0	
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0	
Risk		Rendah	0	40	0	30	0	20	0.0	15.0	30.0	
		Sedang	30	70	20	70	10	50	20.0	41.7	63.3	
		Tinggi	60	100	60	100	40	100	53.3	76.7	100.0	
A2	p	Jarang	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0	
		Sedikit	20	60	20	70	20	70	20.0	43.3	66.7	
		Sedang	50	70	60	80	60	80	56.7	66.7	76.7	
		Sedkit sering	60	90	70	90	70	90	66.7	78.3	90.0	
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0	
	lec		Sangat rendah	0	20	0	20	0	30	0.0	11.7	23.3
			Rendah	10	30	10	40	10	60	10.0	26.7	43.3
			sedang	20	40	30	50	30	80	26.7	41.7	56.7
			Besar	30	80	40	80	40	90	36.7	60.0	83.3
			Bencana	70	100	70	100	70	100	70.0	85.0	100.0
	Iso		Sangat rendah	0	40	0	40	0	30	0.0	18.3	36.7
			Rendah	30	70	30	70	20	60	26.7	46.7	66.7
			sedang	60	90	60	80	50	70	56.7	68.3	80.0
			Besar	80	100	70	90	70	80	73.3	81.7	90.0
			Bencana	90	100	80	100	80	100	83.3	91.7	100.0
len		Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0	
		Rendah	20	50	20	60	20	60	20.0	38.3	56.7	
		sedang	40	70	50	70	50	70	46.7	58.3	70.0	
		Besar	60	90	60	80	60	80	60.0	71.7	83.3	
		Bencana	80	100	70	100	70	100	73.3	86.7	100.0	

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)											
No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
	Risk	Rendah	0	50	0	40	0	30	0.0	20.0	40.0
		Sedang	40	80	30	80	20	70	30.0	53.3	76.7
		Tinggi	70	100	70	100	60	100	66.7	83.3	100.0
A3	p	Jarang	0	40	0	30	0	30	0.0	16.7	33.3
		Sedikit	40	70	20	50	20	50	26.7	41.7	56.7
		Sedang	60	80	40	70	40	70	46.7	60.0	73.3
		Sedkit sering	70	90	60	90	60	80	63.3	75.0	86.7
		Sering	80	100	80	100	70	100	76.7	88.3	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	20	0	20	0.0	11.7	23.3
		Rendah	20	50	10	40	10	40	13.3	28.3	43.3
		sedang	40	70	30	60	30	60	33.3	48.3	63.3
		Besar	60	90	50	80	50	80	53.3	68.3	83.3
		Bencana	80	100	70	100	70	100	73.3	86.7	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0
		Rendah	10	40	10	30	10	30	10.0	21.7	33.3
		sedang	30	50	20	40	20	40	23.3	33.3	43.3
		Besar	40	80	30	80	30	80	33.3	56.7	80.0
		Bencana	70	100	70	100	70	100	70.0	85.0	100.0
	len	Sangat rendah	0	30	0	20	0	30	0.0	13.3	26.7
		Rendah	20	50	10	40	20	50	16.7	31.7	46.7
		sedang	40	70	30	60	40	70	36.7	51.7	66.7
		Besar	60	90	50	80	60	90	56.7	71.7	86.7
		Bencana	80	100	70	100	80	100	76.7	88.3	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	30	0	20	0.0	13.3	26.7
		Sedang	20	60	20	60	10	40	16.7	35.0	53.3
		Tinggi	50	100	50	100	30	100	43.3	71.7	100.0
B1	p	Jarang	0	40	0	40	0	30	0.0	18.3	36.7
		Sedikit	30	70	30	70	20	60	26.7	46.7	66.7
		Sedang	60	90	60	80	30	80	50.0	66.7	83.3
		Sedkit sering	80	100	70	90	70	90	73.3	83.3	93.3
		Sering	90	100	80	100	80	100	83.3	91.7	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	40	0	30	0.0	16.7	33.3
		Rendah	20	40	30	70	20	50	23.3	38.3	53.3
		sedang	30	60	60	80	40	70	43.3	56.7	70.0
		Besar	50	80	70	90	60	90	60.0	73.3	86.7
		Bencana	70	100	80	100	80	100	76.7	88.3	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	20	0	20	0	30	0.0	11.7	23.3
		Rendah	10	30	20	40	20	60	16.7	30.0	43.3
		sedang	20	50	30	80	50	80	33.3	51.7	70.0
		Besar	40	80	70	90	70	90	60.0	73.3	86.7
		Bencana	70	100	80	100	80	100	76.7	88.3	100.0

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)

No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
	len	Sangat rendah	0	20	0	20	0	30	0.0	11.7	23.3
		Rendah	10	40	10	40	20	60	13.3	30.0	46.7
		sedang	30	80	30	60	50	80	36.7	55.0	73.3
		Besar	70	90	50	90	70	90	63.3	76.7	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedang	20	80	20	70	20	80	20.0	48.3	76.7
		Tinggi	30	100	60	100	70	100	53.3	76.7	100.0
B2	p	Jarang	0	40	0	40	0	40	0.0	20.0	40.0
		Sedikit	30	70	30	70	30	70	30.0	50.0	70.0
		Sedang	60	80	60	80	60	80	60.0	70.0	80.0
		Sedkit sering	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	40	0	30	0.0	16.7	33.3
		Rendah	20	50	30	60	20	50	23.3	38.3	53.3
		sedang	40	70	50	80	40	70	43.3	58.3	73.3
		Besar	60	90	70	90	60	90	63.3	76.7	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	30	0	40	0	40	0.0	18.3	36.7
		Rendah	20	60	30	70	30	70	26.7	46.7	66.7
		sedang	50	80	60	80	60	80	56.7	68.3	80.0
		Besar	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	len	Sangat rendah	0	30	0	30	0	40	0.0	16.7	33.3
		Rendah	20	60	20	60	30	70	23.3	43.3	63.3
		sedang	50	80	50	80	60	80	53.3	66.7	80.0
		Besar	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedang	20	80	20	70	20	70	20.0	46.7	73.3
		Tinggi	70	100	60	100	60	100	63.3	81.7	100.0
B3	P	Jarang	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedikit	20	60	20	60	20	60	20.0	40.0	60.0
		Sedang	50	80	50	80	50	90	50.0	66.7	83.3
		Sedkit sering	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	lec	Sangat rendah	0	40	0	30	0	30	0.0	16.7	33.3
		Rendah	30	60	20	50	20	60	23.3	40.0	56.7
		sedang	50	80	40	70	50	80	46.7	61.7	76.7
		Besar	70	90	60	80	70	90	66.7	76.7	86.7
		Bencana	90	100	70	100	80	100	80.0	90.0	100.0

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)											
No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
	Iso	Sangat rendah	0	20	0	40	0	40	0.0	16.7	33.3
		Rendah	10	40	30	70	30	70	23.3	41.7	60.0
		sedang	30	70	60	80	60	90	50.0	65.0	80.0
		Besar	60	80	70	90	80	100	70.0	80.0	90.0
		Bencana	70	100	80	100	90	100	80.0	90.0	100.0
	Ien	Sangat rendah	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0
		Rendah	10	40	10	30	10	40	10.0	23.3	36.7
		sedang	30	70	20	60	30	70	26.7	46.7	66.7
		Besar	60	80	50	80	60	90	56.7	70.0	83.3
		Bencana	70	100	70	100	80	100	73.3	86.7	100.0
	Risk	Rendah	0	40	0	30	0	40	0.0	18.3	36.7
		Sedang	40	70	20	70	30	70	30.0	50.0	70.0
		Tinggi	60	100	60	100	60	100	60.0	80.0	100.0
B4	p	Jarang	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedikit	20	60	20	50	20	60	20.0	38.3	56.7
		Sedang	50	80	40	80	50	80	46.7	63.3	80.0
		Sedkit sering	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Iec	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	50	20	50	30	50	23.3	36.7	50.0
		sedang	40	80	40	70	50	80	43.3	60.0	76.7
		Besar	70	90	60	90	70	90	66.7	78.3	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	40	0	40	0	40	0.0	20.0	40.0
		Rendah	30	70	30	70	30	60	30.0	48.3	66.7
		sedang	60	90	60	80	50	80	56.7	70.0	83.3
		Besar	80	100	70	90	70	90	73.3	83.3	93.3
		Bencana	90	100	80	100	80	100	83.3	91.7	100.0
	Ien	Sangat rendah	0	40	0	30	0	30	0.0	16.7	33.3
		Rendah	30	60	20	50	20	50	23.3	38.3	53.3
		sedang	50	80	40	70	40	70	43.3	58.3	73.3
		Besar	70	90	60	90	60	90	63.3	76.7	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Risk	Rendah	0	40	0	50	0	40	0.0	21.7	43.3
		Sedang	30	70	40	80	30	80	33.3	55.0	76.7
		Tinggi	60	100	70	100	70	100	66.7	83.3	100.0
B5	P	Jarang	0	50	0	50	0	40	0.0	23.3	46.7
		Sedikit	40	70	40	70	30	70	36.7	53.3	70.0
		Sedang	60	80	60	80	60	80	60.0	70.0	80.0
		Sedkit sering	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)

No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
	lec	Sangat rendah	0	40	0	40	0	40	0.0	20.0	40.0
		Rendah	30	70	30	70	30	70	30.0	50.0	70.0
		sedang	60	90	60	80	60	80	60.0	71.7	83.3
		Besar	80	100	70	90	70	90	73.3	83.3	93.3
		Bencana	90	100	90	100	80	100	86.7	93.3	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	30	0	30	0	40	0.0	16.7	33.3
		Rendah	20	50	20	50	30	70	23.3	40.0	56.7
		sedang	40	70	40	70	60	80	46.7	60.0	73.3
		Besar	60	90	60	80	70	90	63.3	75.0	86.7
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Ien	Sangat rendah	0	30	0	30	0	20	0.0	13.3	26.7
		Rendah	20	60	20	60	10	40	16.7	35.0	53.3
		sedang	50	80	50	80	30	80	43.3	61.7	80.0
		Besar	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Risk	Rendah	0	40	0	40	0	40	0.0	20.0	40.0
		Sedang	30	70	30	70	30	70	30.0	50.0	70.0
		Tinggi	60	100	60	100	60	100	60.0	80.0	100.0
C1	p	Jarang	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0
		Sedikit	10	40	10	30	10	30	10.0	21.7	33.3
		Sedang	30	60	20	40	20	40	23.3	35.0	46.7
		Sedkit sering	50	90	30	80	30	80	36.7	60.0	83.3
		Sering	80	100	70	100	70	100	73.3	86.7	100.0
	lec	Sangat rendah	0	20	0	30	0	30	0.0	13.3	26.7
		Rendah	10	40	20	50	20	40	16.7	30.0	43.3
		sedang	30	60	40	70	30	50	33.3	46.7	60.0
		Besar	50	90	60	90	40	80	50.0	68.3	86.7
		Bencana	80	100	80	100	70	100	76.7	88.3	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	50	20	50	20	50	20.0	35.0	50.0
		sedang	40	70	40	70	40	70	40.0	55.0	70.0
		Besar	60	90	60	90	60	90	60.0	75.0	90.0
		Bencana	80	100	90	100	80	100	83.3	91.7	100.0
	Ien	Sangat rendah	0	30	0	30	0	50	0.0	18.3	36.7
		Rendah	20	60	20	50	40	70	26.7	43.3	60.0
		sedang	50	80	40	70	60	80	50.0	63.3	76.7
		Besar	70	90	60	80	70	90	66.7	76.7	86.7
		Bencana	80	100	70	100	80	100	76.7	88.3	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	30	0	40	0.0	16.7	33.3
		Sedang	20	50	20	50	30	70	23.3	40.0	56.7
		Tinggi	40	100	40	100	60	100	46.7	73.3	100.0

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)

No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
C2	p	Jarang	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedikit	20	50	20	50	20	50	20.0	35.0	50.0
		Sedang	40	70	40	70	40	70	40.0	55.0	70.0
		Sedkit sering	60	90	60	90	60	90	60.0	75.0	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	40	0	30	0.0	16.7	33.3
		Rendah	20	50	30	60	20	40	23.3	36.7	50.0
		sedang	40	70	50	80	30	60	40.0	55.0	70.0
		Besar	60	90	70	90	50	90	60.0	75.0	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	50	20	50	20	50	20.0	35.0	50.0
		sedang	40	70	40	70	40	70	40.0	55.0	70.0
		Besar	60	90	60	80	60	90	60.0	73.3	86.7
		Bencana	80	100	70	100	80	100	76.7	88.3	100.0
Ien	Sangat rendah	0	20	0	30	0	30	0.0	13.3	26.7	
	Rendah	10	40	20	40	20	50	16.7	30.0	43.3	
	sedang	30	60	30	50	40	70	33.3	46.7	60.0	
	Besar	50	80	40	80	60	90	50.0	66.7	83.3	
	Bencana	70	100	70	100	80	100	73.3	86.7	100.0	
Risk	Rendah	0	20	0	30	0	20	0.0	11.7	23.3	
	Sedang	10	40	20	50	10	40	13.3	28.3	43.3	
	Tinggi	30	100	40	100	30	100	33.3	66.7	100.0	
C3	p	Jarang	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedikit	20	50	20	50	20	50	20.0	35.0	50.0
		Sedang	40	70	40	70	40	70	40.0	55.0	70.0
		Sedkit sering	60	90	60	90	60	90	60.0	75.0	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	50	20	50	20	60	20.0	36.7	53.3
		sedang	40	80	40	70	50	80	43.3	60.0	76.7
		Besar	70	90	60	90	70	90	66.7	78.3	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	30	0	30	0	20	0.0	13.3	26.7
		Rendah	20	60	20	60	10	30	16.7	33.3	50.0
		sedang	50	80	50	80	20	50	40.0	55.0	70.0
		Besar	70	90	70	90	40	90	60.0	75.0	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
Ien	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0	
	Rendah	20	50	20	50	20	50	20.0	35.0	50.0	
	sedang	40	70	40	70	40	70	40.0	55.0	70.0	
	Besar	60	80	60	90	60	90	60.0	73.3	86.7	
	Bencana	70	100	80	100	80	100	76.7	88.3	100.0	

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)

No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
	Risk	Rendah	0	20	0	30	0	30	0.0	13.3	26.7
		Sedang	20	60	20	50	20	50	20.0	36.7	53.3
		Tinggi	50	100	40	100	40	100	43.3	71.7	100.0
C4	p	Jarang	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedikit	20	60	20	50	20	50	20.0	36.7	53.3
		Sedang	50	80	40	80	40	70	43.3	60.0	76.7
		Sedkit sering	70	90	70	90	60	90	66.7	78.3	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	30	0	20	0.0	13.3	26.7
		Rendah	30	50	20	50	10	30	20.0	31.7	43.3
		sedang	40	70	40	70	20	40	33.3	46.7	60.0
		Besar	60	90	60	90	30	80	50.0	68.3	86.7
		Bencana	80	100	80	100	70	100	76.7	88.3	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0
		Rendah	10	30	10	30	10	30	10.0	20.0	30.0
		sedang	20	40	20	40	20	40	20.0	30.0	40.0
		Besar	30	80	30	80	30	80	30.0	55.0	80.0
		Bencana	70	100	70	100	70	100	70.0	85.0	100.0
	len	Sangat rendah	0	20	0	30	0	20	0.0	11.7	23.3
		Rendah	10	40	20	60	10	40	13.3	30.0	46.7
		sedang	30	60	50	80	30	50	36.7	50.0	63.3
		Besar	50	80	70	90	40	80	53.3	68.3	83.3
		Bencana	70	100	80	100	70	100	73.3	86.7	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedang	20	60	20	50	20	50	20.0	36.7	53.3
		Tinggi	50	100	40	100	40	100	43.3	71.7	100.0
D1	p	Jarang	0	30	0	40	0	30	0.0	16.7	33.3
		Sedikit	20	50	30	70	20	50	23.3	40.0	56.7
		Sedang	50	70	60	80	40	70	50.0	61.7	73.3
		Sedkit sering	60	90	70	90	60	80	63.3	75.0	86.7
		Sering	80	100	80	100	70	100	76.7	88.3	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	50	20	60	20	40	20.0	35.0	50.0
		sedang	40	70	40	70	30	50	36.7	50.0	63.3
		Besar	60	90	60	90	40	70	53.3	68.3	83.3
		Bencana	80	100	80	100	60	100	73.3	86.7	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	20	0	20	0	30	0.0	11.7	23.3
		Rendah	10	30	10	30	20	50	13.3	25.0	36.7
		sedang	20	40	20	40	40	70	26.7	38.3	50.0
		Besar	30	80	40	90	60	90	43.3	65.0	86.7
		Bencana	70	100	80	100	80	100	76.7	88.3	100.0

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)

No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
	len	Sangat rendah	0	30	0	40	0	30	0.0	16.7	33.3
		Rendah	20	50	30	70	20	50	23.3	40.0	56.7
		sedang	40	70	60	80	40	70	46.7	60.0	73.3
		Besar	60	90	70	90	60	80	63.3	75.0	86.7
		Bencana	80	100	80	100	70	100	76.7	88.3	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedang	20	50	20	70	20	50	20.0	38.3	56.7
		Tinggi	40	100	60	100	40	100	46.7	73.3	100.0
D2	P	Jarang	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedikit	20	50	20	50	20	50	20.0	35.0	50.0
		Sedang	40	70	40	70	40	70	40.0	55.0	70.0
		Sedkit sering	60	90	60	90	60	90	60.0	75.0	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	lec	Sangat rendah	0	40	0	30	0	30	0.0	16.7	33.3
		Rendah	30	70	20	50	20	50	23.3	40.0	56.7
		sedang	60	90	40	70	40	70	46.7	61.7	76.7
		Besar	80	100	60	90	60	90	66.7	80.0	93.3
		Bencana	90	100	80	100	80	100	83.3	91.7	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0
		Rendah	10	40	10	30	10	30	10.0	21.7	33.3
		sedang	30	50	20	40	20	40	23.3	33.3	43.3
		Besar	40	90	30	80	30	80	33.3	58.3	83.3
		Bencana	80	100	70	100	70	100	73.3	86.7	100.0
	len	Sangat rendah	0	40	0	30	0	30	0.0	16.7	33.3
		Rendah	30	70	20	50	20	50	23.3	40.0	56.7
		sedang	60	90	40	70	40	80	46.7	63.3	80.0
		Besar	80	100	60	90	70	90	70.0	81.7	93.3
		Bencana	90	100	80	100	80	100	83.3	91.7	100.0
	Risk	Rendah	0	40	0	30	0	30	0.0	16.7	33.3
		Sedang	30	70	20	70	20	60	23.3	45.0	66.7
		Tinggi	60	100	60	100	50	100	56.7	78.3	100.0
E1	P	Jarang	0	40	0	40	0	40	0.0	20.0	40.0
		Sedikit	30	70	30	70	30	70	30.0	50.0	70.0
		Sedang	60	80	60	80	60	80	60.0	70.0	80.0
		Sedkit sering	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	50	20	50	20	50	20.0	35.0	50.0
		sedang	40	70	40	70	40	70	40.0	55.0	70.0
		Besar	60	90	60	80	60	90	60.0	73.3	86.7
		Bencana	80	100	70	100	80	100	76.7	88.3	100.0

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)

No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
	Iso	Sangat rendah	0	40	0	30	0	30	0.0	16.7	33.3
		Rendah	30	70	20	60	20	50	23.3	41.7	60.0
		sedang	60	90	40	80	40	70	46.7	63.3	80.0
		Besar	80	100	70	90	60	80	70.0	80.0	90.0
		Bencana	90	100	80	100	70	100	80.0	90.0	100.0
	Ien	Sangat rendah	0	20	0	30	0	30	0.0	13.3	26.7
		Rendah	10	40	20	60	20	60	16.7	35.0	53.3
		sedang	30	70	50	80	50	80	43.3	60.0	76.7
		Besar	60	90	70	90	70	90	66.7	78.3	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedang	20	60	20	50	20	60	20.0	38.3	56.7
		Tinggi	50	100	40	100	50	100	46.7	73.3	100.0
E2	P	Jarang	0	30	0	20	0	30	0.0	13.3	26.7
		Sedikit	20	50	10	40	20	40	16.7	30.0	43.3
		Sedang	40	70	30	60	30	50	33.3	46.7	60.0
		Sedkit sering	60	80	50	90	40	80	50.0	66.7	83.3
		Sering	70	100	80	100	70	100	73.3	86.7	100.0
	Iec	Sangat rendah	0	30	0	20	0	20	0.0	11.7	23.3
		Rendah	20	40	10	40	20	30	16.7	26.7	36.7
		sedang	30	50	30	60	40	50	33.3	43.3	53.3
		Besar	40	80	50	90	60	80	50.0	66.7	83.3
		Bencana	70	100	80	100	80	100	76.7	88.3	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	50	20	50	20	50	20.0	35.0	50.0
		sedang	40	70	40	70	40	70	40.0	55.0	70.0
		Besar	60	90	60	90	60	90	60.0	75.0	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Ien	Sangat rendah	0	20	0	20	0	30	0.0	11.7	23.3
		Rendah	10	30	10	40	20	50	13.3	26.7	40.0
		sedang	20	50	30	70	40	80	30.0	48.3	66.7
		Besar	40	80	60	90	70	90	56.7	71.7	86.7
		Bencana	70	100	80	100	80	100	76.7	88.3	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedang	20	60	20	50	20	60	20.0	38.3	56.7
		Tinggi	50	100	40	100	50	100	46.7	73.3	100.0
E3	P	Jarang	0	20	0	30	0	20	0.0	11.7	23.3
		Sedikit	10	40	20	50	10	30	13.3	26.7	40.0
		Sedang	30	60	40	70	20	40	30.0	43.3	56.7
		Sedkit sering	50	90	60	80	30	80	46.7	65.0	83.3
		Sering	80	100	70	100	70	100	73.3	86.7	100.0

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)

No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
	lec	Sangat rendah	0	20	0	30	0	20	0.0	11.7	23.3
		Rendah	10	40	20	40	20	30	16.7	26.7	36.7
		sedang	30	60	30	50	40	50	33.3	43.3	53.3
		Besar	50	90	40	80	60	80	50.0	66.7	83.3
		Bencana	80	100	70	100	80	100	76.7	88.3	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	50	20	50	20	50	20.0	35.0	50.0
		sedang	40	70	40	70	40	70	40.0	55.0	70.0
		Besar	60	90	60	90	60	90	60.0	75.0	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Ien	Sangat rendah	0	20	0	20	0	30	0.0	11.7	23.3
		Rendah	10	40	10	30	20	50	13.3	26.7	40.0
		sedang	30	70	20	50	40	80	30.0	48.3	66.7
		Besar	60	90	40	80	70	90	56.7	71.7	86.7
		Bencana	80	100	70	100	80	100	76.7	88.3	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedang	20	60	20	50	20	60	20.0	38.3	56.7
		Tinggi	50	100	40	100	50	100	46.7	73.3	100.0
F1	P	Jarang	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Sedikit	20	50	20	50	20	60	20.0	36.7	53.3
		Sedang	40	70	40	60	50	80	43.3	56.7	70.0
		Sedkit sering	60	90	50	80	70	90	60.0	73.3	86.7
		Sering	80	100	70	100	80	100	76.7	88.3	100.0
	lec	Sangat rendah	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0
		Rendah	10	30	10	30	10	30	10.0	20.0	30.0
		sedang	20	40	20	40	20	40	20.0	30.0	40.0
		Besar	30	80	30	80	30	80	30.0	55.0	80.0
		Bencana	70	100	70	100	70	100	70.0	85.0	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	20	0	30	0	30	0.0	13.3	26.7
		Rendah	10	40	20	50	20	50	16.7	31.7	46.7
		sedang	30	60	40	70	40	70	36.7	51.7	66.7
		Besar	50	90	60	90	60	90	56.7	73.3	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Ien	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	50	20	50	20	50	20.0	35.0	50.0
		sedang	40	70	40	70	40	70	40.0	55.0	70.0
		Besar	60	90	60	90	60	90	60.0	75.0	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	40	0	30	0.0	16.7	33.3
		Sedang	20	60	30	70	20	50	23.3	41.7	60.0
		Tinggi	50	100	60	100	40	100	50.0	75.0	100.0

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)

No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
F2	P	Jarang	0	30	0	40	0	30	0.0	16.7	33.3
		Sedikit	20	50	30	60	20	60	23.3	40.0	56.7
		Sedang	40	70	50	80	50	80	46.7	61.7	76.7
		Sedkit sering	60	90	70	90	70	90	66.7	78.3	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	30	0	30	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	60	20	50	20	50	20.0	36.7	53.3
		sedang	50	80	40	80	40	70	43.3	60.0	76.7
		Besar	70	90	70	90	60	90	66.7	78.3	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	30	0	30	0	40	0.0	16.7	33.3
		Rendah	20	60	20	60	30	70	23.3	43.3	63.3
		sedang	50	80	50	80	60	80	53.3	66.7	80.0
		Besar	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Bencana	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	Ien	Sangat rendah	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0
		Rendah	10	30	10	30	10	30	10.0	20.0	30.0
		sedang	20	40	20	40	20	40	20.0	30.0	40.0
		Besar	30	80	30	80	30	80	30.0	55.0	80.0
		Bencana	70	100	70	100	70	100	70.0	85.0	100.0
	Risk	Rendah	0	40	0	40	0	40	0.0	20.0	40.0
		Sedang	30	80	30	70	30	70	30.0	51.7	73.3
		Tinggi	70	100	60	100	60	100	63.3	81.7	100.0
G1	p	Jarang	0	40	0	40	0	40	0.0	20.0	40.0
		Sedikit	30	70	30	70	30	70	30.0	50.0	70.0
		Sedang	60	80	60	80	60	80	60.0	70.0	80.0
		Sedkit sering	70	90	70	90	70	90	70.0	80.0	90.0
		Sering	80	100	80	100	80	100	80.0	90.0	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	20	0	40	0.0	15.0	30.0
		Rendah	20	40	10	30	30	60	20.0	31.7	43.3
		sedang	30	60	20	40	50	80	33.3	46.7	60.0
		Besar	50	90	30	80	70	90	50.0	68.3	86.7
		Bencana	80	100	70	100	80	100	76.7	88.3	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	20	0	20	0	20	0.0	10.0	20.0
		Rendah	10	30	10	40	10	30	10.0	21.7	33.3
		sedang	20	50	30	60	20	50	23.3	38.3	53.3
		Besar	40	80	50	90	40	90	43.3	65.0	86.7
		Bencana	70	100	80	100	80	100	76.7	88.3	100.0

Input Membership Function Pada Matlab (lanjutan)

No	Not	Level	Interval Membership funtion						Bilangan Interval pada Matlab		
			Data						Rata-Rata		
			R1		R2		R3				
			Range		Range		Range		Range		
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	am	a2
	len	Sangat rendah	0	30	0	30	0	20	0.0	13.3	26.7
		Rendah	20	60	20	50	10	40	16.7	33.3	50.0
		sedang	50	80	40	70	30	60	40.0	55.0	70.0
		Besar	70	90	60	90	50	80	60.0	73.3	86.7
		Bencana	80	100	80	100	70	100	76.7	88.3	100.0
	Risk	Rendah	0	30	0	30	0	10	0.0	11.7	23.3
		Sedang	20	70	20	80	20	60	20.0	45.0	70.0
		Tinggi	60	100	70	100	50	100	60.0	80.0	100.0
G2	P	Jarang	0	40	0	40	0	40	0.0	20.0	40.0
		Sedikit	30	80	30	70	30	70	30.0	51.7	73.3
		Sedang	70	90	60	80	60	90	63.3	75.0	86.7
		Sedkit sering	80	100	70	90	80	100	76.7	86.7	96.7
		Sering	90	100	80	100	90	100	86.7	93.3	100.0
	lec	Sangat rendah	0	30	0	40	0	30	0.0	16.7	33.3
		Rendah	20	60	30	60	20	50	23.3	40.0	56.7
		sedang	50	80	50	70	40	80	46.7	61.7	76.7
		Besar	70	90	60	80	70	90	66.7	76.7	86.7
		Bencana	80	100	70	100	80	100	76.7	88.3	100.0
	Iso	Sangat rendah	0	40	0	50	0	40	0.0	21.7	43.3
		Rendah	30	70	40	80	30	70	33.3	53.3	73.3
		sedang	60	80	70	90	60	80	63.3	73.3	83.3
		Besar	70	90	80	100	70	90	73.3	83.3	93.3
		Bencana	80	100	90	100	80	100	83.3	91.7	100.0
	len	Sangat rendah	0	50	0	50	0	40	0.0	23.3	46.7
		Rendah	40	80	40	70	30	70	36.7	55.0	73.3
		sedang	70	90	60	80	60	80	63.3	73.3	83.3
		Besar	80	100	70	90	70	90	73.3	83.3	93.3
		Bencana	90	100	80	100	80	100	83.3	91.7	100.0
	Risk	Rendah	0	50	0	50	0	40	0.0	23.3	46.7
		Sedang	40	80	40	80	30	70	36.7	56.7	76.7
		Tinggi	70	100	70	100	60	100	66.7	83.3	100.0

Lampiran 10 Penilaian Variabel Risiko pada Matlab

Input Penilaian variabel risiko Pada Matlab											
No	Not	Responden								Rata2	
Risiko		Data (%)						Rata2 (%)	Defuzzifikasi (p x l)	Defuz.(p xl)=Rsp	Level Risiko
		R1	R2	R3	R4	R5	R6				
A1	p	80	70	80	20	50	70	61.67		59.4	tinggi (0.29)
	lec	30	40	50	40	60	40	43.33	76.6		Sedang (0.19)
	Iso	20	30	40	20	70	30	35.00	41.7		
	len	30	30	40	20	70	30	36.67	59.9		
A2	p	50	40	50	50	50	40	46.67			
	lec	30	50	60	60	60	50	51.67	53.3	13	rendah (0,68)
	Iso	30	40	50	60	60	40	46.67	20		
	len	30	40	40	60	60	40	45.00	20		
A3	p	30	20	20	30	30	20	25.00			
	lec	30	40	30	30	30	40	33.33	13.4	13.4	rendah (1)
	Iso	30	30	30	30	30	30	30.00	13.4		
	len	50	40	30	30	30	40	36.67	13.4		
B1	p	10	30	30	20	20	30	23.33			
	lec	50	30	30	20	20	30	30.00	15	15	rendah (1)
	Iso	30	30	30	20	20	30	26.67	15		
	len	40	30	20	20	20	30	26.67	15		
B2	p	10	30	30	40	40	30	30.00			
	lec	50	40	30	40	40	40	40.00	15	15	rendah (1)
	Iso	20	40	20	50	50	40	36.67	15		
	len	50	40	20	50	50	40	41.67	15		
B3	p	90	50	40	70	70	50	61.67			
	lec	40	40	30	60	60	40	45.00	50	50	Sedang (1)
	Iso	40	40	30	60	60	40	45.00	50		
	len	30	50	20	70	70	50	48.33	50		
B4	p	30	40	30	50	50	40	40.00			
	lec	50	40	20	50	50	40	41.67	21.7	21.7	rendah (1)
	Iso	30	30	20	50	50	30	35.00	21.7		
	len	50	30	20	50	50	30	38.33	21.7		
B5	p	80	50	40	60	60	50	56.67			
	lec	60	50	40	60	60	50	53.33	20	35.5	sedang(0.31)
	Iso	60	40	50	60	60	40	51.67	36.4		rendah (0.25)
	len	40	50	40	70	70	50	53.33	50		
C1	p	60	40	40	40	40	40	43.33			
	lec	50	40	30	40	40	40	40.00	60.8	51.8	sedang (0.36)
	Iso	30	40	30	50	50	40	40.00	40		tinggi (0.22)
	len	50	50	40	60	60	50	51.67	54.6		
C2	p	80	60	50	30	30	60	51.67			
	lec	70	40	30	40	40	40	43.33	28.3	28.3	sedang(0.98)
	Iso	50	50	30	40	40	50	43.33	28.3		
	len	70	30	30	50	50	30	43.33	28.3		

Input Penilaian variabel risiko Pada Matlab (lanjutan)												
No	Not	Responden								Defuzzifikasi (p x l)	Rata2 Defuz.(p xl)=Rsp	level risiko
Risiko		Data (%)							Rata2 (%)			
C3	p	70	60	50	30	30	60	50.00				
	lec	80	40	30	40	40	40	45.00	36.7	36.7	sedang (1)	
	Iso	30	40	30	40	40	40	36.67	36.7			
	len	80	40	30	40	40	40	45.00	36.7			
C4	p	40	50	50	30	30	50	41.67				
	lec	30	40	40	40	40	40	38.33	25.9	28.9	rendah (0.25)	
	Iso	30	30	30	40	40	30	33.33	36.7		sedang (0.5)	
	len	70	30	30	40	40	30	40.00	24.2			
D1	p	30	50	50	20	20	50	36.67				
	lec	30	40	40	30	30	40	35.00	15	23.3	rendah (0.49)	
	Iso	30	50	40	30	30	50	38.33	38.3		sedang (0.2)	
	len	70	40	30	30	30	40	40.00	16.7			
D2	p	30	20	50	10	10	20	23.33				
	lec	30	20	40	20	20	20	25.00	16.7	20.7	rendah (0.67)	
	Iso	30	40	40	30	30	40	35.00	28.7			
	len	70	40	30	30	30	40	40.00	16.7			
E1	p	20	20	20	30	30	20	23.33				
	lec	30	40	30	30	30	40	33.33	15	15	rendah (1)	
	Iso	40	40	30	30	30	40	35.00	15			
	len	80	30	30	40	40	30	41.67	15			
E2	p	80	30	30	20	20	30	35.00				
	lec	70	20	30	30	30	20	33.33	15	21.9	rendah (0.5)	
	Iso	40	30	20	30	30	30	30.00	20.7		sedang (0.17)	
	len	70	30	30	30	30	30	36.67	30.1			
E3	p	40	30	30	20	20	30	28.33				
	lec	60	30	20	30	30	30	33.33	15	18.8	rendah (0.85)	
	Iso	40	30	30	30	30	30	31.67	15			
	len	70	30	20	30	30	30	35.00	26.5			
F1	p	80	30	30	20	20	30	35.00				
	lec	60	30	30	30	30	30	35.00	41.7	25.0	rendah (0.5)	
	Iso	40	20	20	30	30	20	26.67	16.7		sedang (0.17)	
	len	70	20	20	30	30	20	31.67	16.7			
F2	p	60	20	20	20	20	20	26.67				
	lec	70	30	40	30	30	30	38.33	20	25.0	rendah (0.75)	
	Iso	30	30	30	30	30	30	30.00	20			
	len	80	20	20	40	40	20	36.67	35.1			
G1	p	40	30	30	20	20	30	28.33				
	lec	30	30	30	30	30	30	30.00	11.6	11.7	rendah (1)	
	Iso	40	30	30	30	30	30	31.67	11.7			
	len	70	30	20	30	30	30	35.00	11.7			
G2	p	70	40	20	20	20	40	35.00				
	lec	80	40	30	20	20	40	38.33	23.4	23.4	rendah (0.9)	
	Iso	30	30	20	20	20	30	25.00	23.4			
	len	30	30	20	20	20	30	25.00	23.4			

LAMPIRAN 11

PERENCANAAN DAN PEMBANGUNAN IPAL DOMESTIK KAPASITAS 517 M³ PER HARI (Redesign)

1.1 Kriteria Perencanaan

Pemilihan proses pengolahan air limbah domestik yang digunakan didasarkan atas beberapa kriteria yang diinginkan oleh pengguna yaitu antara lain :

1. Efisiensi pengolahan dapat mencapai standar baku mutu air limbah domestik yang syaratkan.
2. Pengelolaannya mudah.
3. Lahan yang diperlukan tidak terlalu besar.
4. Konsumsi energi rendah.
5. Biaya operasinya rendah.
6. Lumpur yang dihasilkan kecil.
7. Dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar.
8. Dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik.
9. Dapat menghilangkan amoniak sampai mencapai standar baku mutu yang berlaku.
10. Perawatannya mudah dan sederhana.
11. kombinasi proses biofilter anaerob- aerob.

1.2 Disain Proses Ipal Domestik

Seluruh air limbah yang dihasilkan dari kegiatan apartemen dialirkan ke bak pemisah lemak atau minyak. Selanjutnya limpasan dari bak pemisah lemak dialirkan ke bak ekualisasi (*Sum Pit*) yang berfungsi sebagai bak penampung limbah dan bak kontrol aliran. Air limbah di dalam bak ekualisasi selanjutnya dipompa ke unit IPAL.

Di dalam unit IPAL tersebut, pertama air limbah dialirkan masuk ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengurai

senyawa organik yang berbentuk padatan, *sludge digestion* (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.

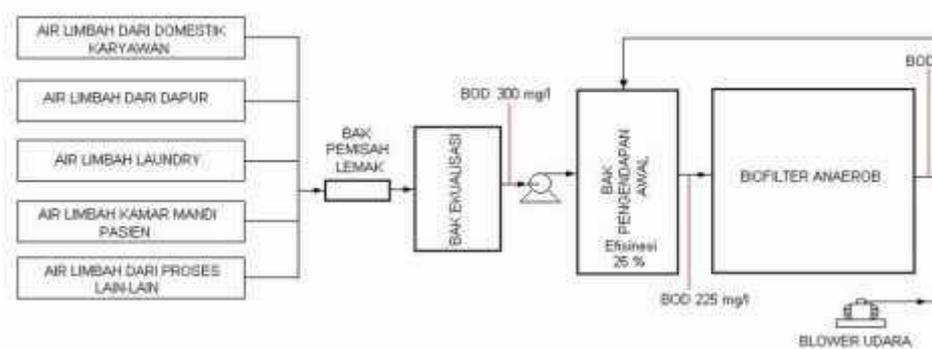
Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak kontaktor anaerob (*biofilter Anaerob*) dengan arah aliran dari atas ke bawah. Di dalam bak kontaktor anaerob tersebut diisi dengan media khusus dari bahan plastik tipe sarang tawon. Jumlah bak kontaktor anaerob terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik atau fakultatif aerobik. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikro-organisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

Air limbah dari bak kontaktor (biofilter) anaerob dialirkan ke bak kontaktor aerob. Di dalam bak kontaktor aerob ini diisi dengan media khusus dari bahan plastik tipe sarang tawon, sambil diaerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikro organisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan demikian air limbah akan kontak dengan mikro-organisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media yang mana hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, serta mempercepat proses nitrifikasi, sehingga efisiensi penghilangan amonia menjadi lebih besar. Proses ini sering di namakan Aerasi Kontak (*Contact Aeration*).

Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung mikro-organisme diendapkan dan sebagian air dipompa kembali ke bagian bak pengendap awal dengan pompa sirkulasi lumpur.

Sedangkan air limpasan (*outlet/ over flow*) sebagian dialirkan ke bak yang ditanami ikan, dan sebagian lagi dialirkan ke bak khlorinasi/kontaktor khlor. Di dalam bak kontaktor khlor ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikro-organisme patogen. Penambahan khlor bisa dilakukan dengan menggunakan khlor tablet atau dengan larutan kaporit yang disuplai melalui pompa dosing. Air olahan, yakni air yang keluar setelah proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum. Dengan kombinasi proses anaerob dan aerob tersebut selain dapat menurunkan zat organik (BOD, COD), amonia, padatan tersuspensi (SS), phospat dan lainnya dapat juga turun secara signifikan.

Berikut skema proses pengolahan air limbah



Gambar Diagram Proses Pengolahan Air limbah Domestik

1.3 Disain Teknis IPAL Domestik

1.3.1 Kapasitas Ipal Domestik yang Direncanakan

Kapasitas Disain yang direncanakan :

Kapasitas Pengolahan : 517 m³ per hari : 21,54 m³ per jam : 359 liter per menit

BOD Air Limbah rata-rata : 300 mg/l

Konsentrasi SS : 300 mg/l

Total Efisiensi Pengolahan : 90-95 %

BOD Air Olahan : 20 mg/l

SS Air Olahan : 20 mg/l

1.3.2 Perhitungan Disain

1.3.2.1 Disain Bak Pemisah Lemak/Minyak

Bak pemisah lemak atau *grease removal* yang direncanakan adalah tipe gravitasi sederhana. Bak terdiri dari dua buah ruangan yang dilengkapi dengan bar screen pada bagian inletnya.

Kapasitas Pengolahan : 517 m³ perhari : 21,54 m³ perjam : 359 liter per menit

Kriteria perencanaan : *Retention Time* = ± 30 menit.

Volume bak yang diperlukan = (30/(60 x 24)) hari x 517 m³/hari = 6,204 m³

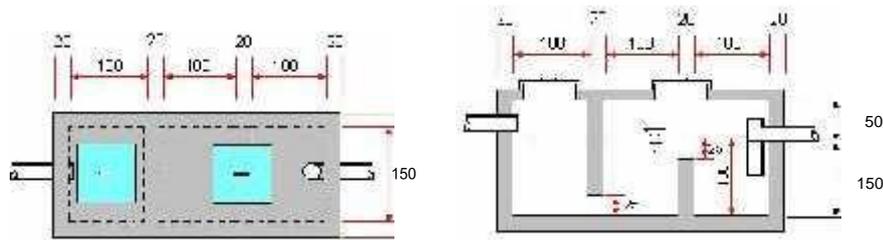
Dimensi Bak :

- Panjang : 3,0 m

- Lebar : 1,5 m

- kedalaman air : 1,5 m
- Ruang Bebas : 0,5 m
- Volume efektif : 6,75 m³
- Konstruksi : Beton K300
- Tebal dinding : 20 cm

Disain bak pemisah minyak/ lemak ditunjukkan seperti pada gambar dibawah ini



Gambar Bak pemisah lemak

1.3.2.2 Disain Bak Ekualisasi / Bak Penampung Air Limbah

Waktu Tinggal di dalam Bak (HRT) = 4-8 Jam

Ditetapkan : Waktu tinggal di dalam bak ekualisasi 5 jam. Jadi,

Volume bak yang diperlukan = (5/24) hari X 517 m³/hari = 107,71 m³ ~ 108 m³

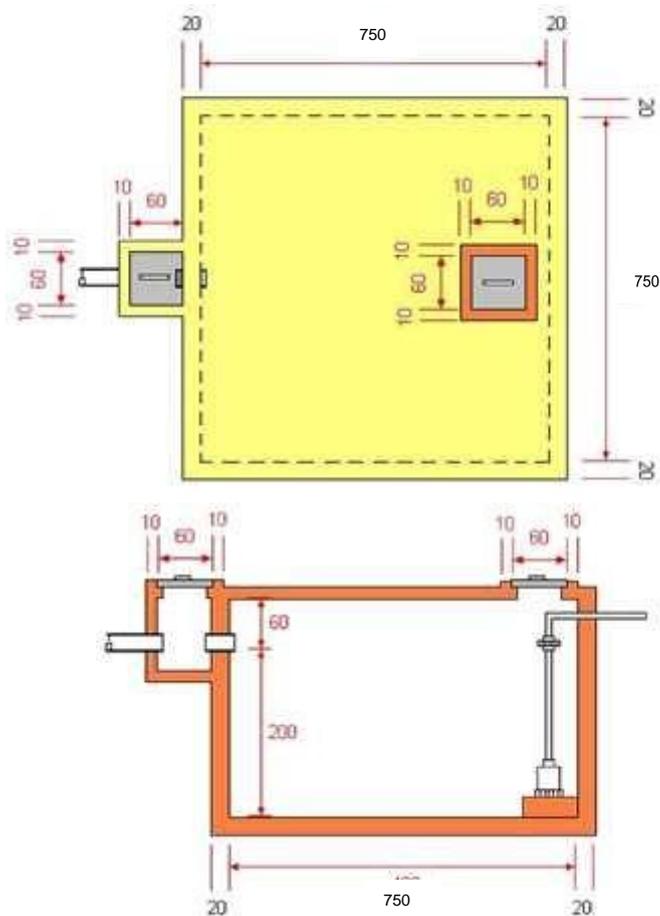
Ditetapkan : Dimensi Bak :

- Kedalaman bak : 4,0 m
- Lebar bak : 7,5 m
- Panjang bak 7,5 m
- Tinggi Ruang Bebas : 0,5 m
- Konstruksi : Beton K275
- Tebal dinding : 20 cm

Chek :

- Volume efektif : 4m x 7,5m x 7,5m = 112,5 m³
- Waktu Tinggal : HRT di dalam Bak = 5 jam

Terlampir design bak ekivalensi, dibawah ini ;



Gambar Disain bak Ekualisasi

1.3.2.3 Pompa Air Limbah (PL)

Debit air limbah = $517 \text{ m}^3/\text{hari} = 21,54 \text{ m}^3/\text{jam} = 359 \text{ liter per menit}$.

Spesifikasi Pompa :

Type Pompa Celup/ submersible pump

Type kapasitas : min 300 liter /menit

Total head : 45-50 m

Material : Fiber glass dan technopolimer

Pompa yang direkomendasikan :

Merk : Pedrollo atau yang setara

Type : 4SR

Merk : Pedrollo

Type : 3 phase (380 vol)

Atau type yang setara

1.3.2.4 Bak Pengendapan Awal

Debit Air Limbah : $150 \text{ m}^3/\text{hari}$

BOD_{Masuk} : 300 mg/l

Efisiensi : 25 %

BOD_{Keluar} : 225 mg/l

Waktu Tinggal Di dalam Bak = 2 - 4 jam

Volume bak yang diperlukan = $(2/24) \times 517 \text{ m}^3 = 43,08 \text{ m}^3$

• Dimensi Ditetapkan :

- Lebar : 4,0 m
- Kedalaman air efektif : 2,0 m
- Panjang : 5,5 m
- Tinggi ruang bebas : 0,4 m (d disesuaikan dengan kondisi lapangan).
- Konstruksi : Beton K275
- Tebal dinding : 20 cm

Chek :

Waktu Tinggal (*Retention Time*) rata-rata (T) = $((4\text{m} \times 5,5\text{m} \times 2\text{m})/517 \text{ m}^3/\text{hari})$

$\times 24 \text{ jam/hari} = 2,04 \text{ jam}$

Beban permukaan (*surface loading*) = $(517 \text{ m}^3/\text{hari} / (4 \text{ m} \times 5,5\text{m})) = 23,5$

$\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$

Waktu tinggal pada saat beban puncak = $2,04 / 2 = 1,02 \text{ Jam}$ (asumsi jumlah limbah 2

\times jumlah rata-rata).

Beban permukaan (surface loading) rata-rata = $23,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$

Beban permukaan pada saat puncak = $23,5 \times 2 = 47 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$.

Standar : Waktu tinggal : 2 – 4 jam.

Beban permukaan : 20 – 50 $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$. (JWWA)

1.3.2.5 Biofilter Anaerob

BOD_{Masuk} : 225 mg/l

Efisiensi : 80 %

BOD_{Keluar} : 45 mg/l

Debit Limbah : 517 m³/hari

Untuk pengolahan air dengan proses biofilter standar Beban BOD per volume media 0,4 – 4,7 kg BOD /m³.hari.

Ditetapkan beban BOD yang digunakan = 1,0 kg BOD /m³.hari.

Beban BOD di dalam air limbah = 517 m³/hari X 225 g/m³ = 116325 g/hari
= 116,325 kg/hari

Volume media yang diperlukan = 116,325 kg/hari : 1,0 kg/m³.hari
= 116,325 m³.

Volume Media = 60 % dari total Volume reaktor,

Volume Reaktor yang diperlukan = 100/60 x 116,325 m³ = 193,875 m³

Waktu Tinggal Di dalam Reaktor Anaerob = (193,875 m³ / 517 m³/hari) x 24
jam/hari = 9 jam

Ditetapkan dimensi Reaktor Anaerob :

Dimensi :

- Lebar : 4 m
- Kedalaman air efektif : 2,0 m
- Panjang : 25 m
- Tinggi ruang bebas : 0,4 m

Volume efektif : 200 m³

Jumlah ruangan : dibagi menjadi 2 ruangan

Konstruksi beton K 300

Tebal dinding 20 cm

(200m³ / 517m³/hari) x 24 jam/hari = 9,3 jam

Waktu tinggal rata-rata : 4,65jam

Tinggi ruang lumpur : 0,2 m

Tinggi bed media pembiakan mikroba : 1,2 m

Tinggi air diatas bed media : 30 cm

Volume media pada biofilter anaerob : 1,8 m³.

BOD Loading pervolume media = (116,325 kg BOD/hari) / (4m x 25m x 1,2 m)
= 0,97 Kg BOD/m³.hari.

Standar high rate trickling filter : 0,4 – 4,7 kg BOD/m².hari. (Ebie Kunio, 1995)

Jika media yang dipakai mempunyai luas spesifik $\pm 517 \text{ m}^2/\text{m}^3$ media, maka :

BOD Loading per luas permukaan media = (517 m²/m³ / (4m x 25m)) = 5,17 gr
BOD/m² per hari.

1.3.2.6 Biofilter Aerob

Debit Limbah BOD _{Masuk} : 517 m³/hari

BOD _{Masuk} : 45 mg/l

Efisiensi : 60 %

BOD _{Keluar} : 18 mg/l

Beban BOD di dalam air limbah = 517 m³/hari X 45 g/m³ = 23265 g/hari =
23,265 kg/hari.

Jumlah BOD yang dihilangkan = 0,6 x 23,265 kg/hari = 13,959 kg/hari.

Beban BOD per volume media yang digunakan = 0,5 kg/m³.hari.

Volume media yang diperlukan = (23,265 /0,5) = 46,53 m³

Volume media = 40 % dari Volume Reaktor → Volume Reaktor Biofilter Aerob
yang diperlukan = =100/40 x 46,53 m³ = 116,325 m³

Biofilter Aerob terdiri dari dua ruangan yakni ruang aerasi dan ruang bed Media.

Dimensi Reaktor Biofilter Aerob :

- Ruang Aerasi :
 - Lebar: 4,0 m
 - Kedalaman air efektif : 2,0 m
 - Panjang : 7,5 m
 - Tinggi ruang bebas : 0,4 m

• Ruang Bed Media :

- Lebar : 4,0 m
- Kedalaman air efektif : 2,0 m
- Panjang : 7,5 m
- Tinggi ruang bebas : 0,4 m
- Total Volume Efektif Biofilter Aerob = 4 m x 4,4 m x 7,5 m = 132 m³
- Konstruksi : Beton K275
- Tebal dinding : 20 cm

Chek :

- Waktu tinggal total rata-rata = $(132/517) \times 24 \text{ jam} = 6,12 \text{ jam}$
- Waktu tinggal total pada saat beban puncak : 3,16 jam
- Tinggi ruang lumpur : 0,5 m
- Tinggi Bed media pembiakan mikroba : 1,5 m
- Volume total media pada biofilter aerob =
 $4 \text{ m} \times 7,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 30 \text{ m}^3$.

Chek :

- BOD Loading per volume media = $(23,625 / 30) = 0,8 \text{ Kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$.
- Standar high rate trickling filter : 0,4 – 4,7 kg BOD/m²·hari.

Jika media yang dipakai mempunyai luas spesifik 517 m²/m³, maka,

BOD Loading = $((0,8/517) \times 1000) = 1,53 \text{ g BOD/m}^2 \text{ luas media per hari}$.

Kebutuhan Oksigen :

Kebutuhan oksigen di dalam reaktor biofilter aerob sebanding dengan jumlah BOD yang dihilangkan.

Jadi : Kebutuhan teoritis = Jumlah BOD yang dihilangkan
 $= (60\% \times 23,265) = 13,959 \text{ kg/hari}$.

Faktor keamanan ditetapkan $\pm 2,0 \rightarrow$ Kebutuhan Oksigen Teoritis = $2 \times 13,959$
 $\text{kg/ hari} = 27,918 \text{ kg/hari}$.

Temperatur udara rata-rata = 28 °C

Berat Udara pada suhu 28 °C = 1,1725 kg/m³.

Di asumsikan jumlah oksigen di dalam udara 23,2 % . \rightarrow

Jadi : Jumlah Kebutuhan Udara Teoritis = $27,918 \text{ kg/hari} / (1,1725 \text{ kg/m}^3 \times 0,232 \text{ g O}_2/\text{g Udara}) = 102,63 \text{ m}^3/\text{hari}$

Efisiensi Difuser = 3 %

Kebutuhan Udara Aktual = $29,8 \text{ m}^3/\text{hari} : 0,05 = 2052,6 \text{ m}^3/\text{hari} = 1,43 \text{ m}^3/\text{menit}$
= 1430 liter/menit.

Blower Udara Yang diperlukan :

- Spesifikasi Blower :
- Kapasitas Blower : Shawa Denky 800
- Head : 800 liter / menit
- Jumlah : 4 unit
- Power : $800 \text{ watt} \times 4 = 1600 \text{ watt}$
- Pipa outlet : $\frac{1}{2}$ Inc.
- Kelistrikan : 1 fase

Difuser udara:

Total transfer udara = 800 liter/menit

Tipe Difuser yang digunakan : *Perforated Pipe Diffuser* atau yang setara (difuser bentuk piringan dll)

11.3.2.7 Bak Pengendap Akhir

Debit Limbah : $517 \text{ m}^3/\text{hari}$

BOD_{Masuk} : 20 mg/l

BOD_{Keluar} : 20 mg/l

Waktu Tinggal Di dalam Bak = 2 - 4 jam

Volume bak yang diperlukan = $(2/24) \times 517 \text{ m}^3 = 43 \text{ m}^3$

• Dimensi :

- Lebar : 4,0 m
- Kedalaman air efektif : 2,0 m
- Panjang : 5,5 m
- Tinggi ruang bebas : 0,4 m (d disesuaikan dengan kondisi lapangan).
- Konstruksi : Beton K275

- Tebal dinding : 20 cm

Chek :

- Waktu Tinggal (Retention Time) rata-rata = $(4 \text{ m} \times 5,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}) / 517 \text{ m}^3$
/hari x 24 jam/hari = 2,04 jam
- Beban permukaan (*surface loading*) = $517 \text{ m}^3/\text{hari} : (4 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}) = 23,5$
 $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$
- Waktu tinggal pada saat beban puncak = 1,02 Jam (asumsi jumlah limbah 2 x jumlah rata-rata).
- Beban permukaan (*surface loading*) rata-rata = $23,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$
- Beban permukaan pada saat puncak = $30 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$.
- Standar : Waktu tinggal = 2 – 4 jam
- Beban permukaan = 20 –50 $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$. (JWWA)

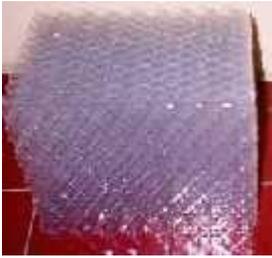
1.3.2.8 Media Pembiakan Mikroba

Media biofilter yang digunakan adalah media dari bahan plastik yang ringan, tahan lama, mempunyai luas spesifik yang besar, ringan serta mempunyai volume rongga yang besar sehingga resiko kebuntuan media sangat kecil.

Spesifikasi Media biofilter yang digunakan :

- Material : PVC sheet
- Ukuran Modul : 25 cm x 30 cm x 30 cm
- Ketebalan : 0,15 – 0,23 mm
- Luas Kontak Spesifik : $517 \text{ m}^2/\text{m}^3$
- Diameter lubang : 3 cm x 3 cm
- Warna : bening transparan.
- Berat Spesifik : 30 -35 kg/m^3
- Porositas Rongga : 0,98
- Jumlah total media yang dibutuhkan = $(25 \text{ m} + 15) \times 1,6 \text{ m} = 64 \text{ m}^3$

Spesifikasi Media Biofilter Tipe Sarang Tawon :



Gambar type sarang tawon

- Tipe : Sarang Tawon, cross flow.
- Material : PVC
- Ukuran Modul: $30^{\text{cm}} \times 25^{\text{cm}} \times 30^{\text{cm}}$
- Ukuran Lubang : 3 cm x 3 cm
- Ketebalan : 0,5 mm
- Luas Spesifik : $150 \text{ m}^2/\text{m}^3$
- Berat : $30\text{-}35 \text{ kg}/\text{m}^3$
- Porositas Ronga : 0,98
- Warna : bening transparan

1.3.2.9 Pompa Air Sirkulasi

Rasio Sirkulasi Hidrolik (*Hydraulic Recycle Ratio*, HRR) = 0,25–0,5

Laju Sirkulasi : 37,5 -75 liter per menit

Spesifikasi Pompa :

Tipe : Pompa Celup

Kapasitas : 37,5 - 75 liter per menit

Total Head : 5-6 meter

Jumlah : 2 buah (satu untuk cadangan)

Listrik : 250 watt, 220-240 volt

Pompa yang direkomendasikan :

Merk : Grundfos

Type : KP.150 Automatic atau type yang setara

1.3.2.10 Sistem Kelistrikan dan Kontrol Panel Perlengkapan Kelistrikan

Bangunan IPAL :

Kabel 3 x 2,5 NYY 500 Volt

Kabel 4 x 4 NYA 500 Volt

Box panel 50 x 60 cm

MCB 1 phase 6 Amp - 220 Volt

MCB 3 phase 32 Amp - 380 Volt

Earth Copper Rod Tape 1"

T Doz

Ruber Tape 3 - M

Contactora D - 10,8 Amp-220 Vac

Selector Switch Amp - 220 Volt

Pilot Lamp 2 Amp - 220 Volt

Cu Bus Bar

Earth Bus Bar

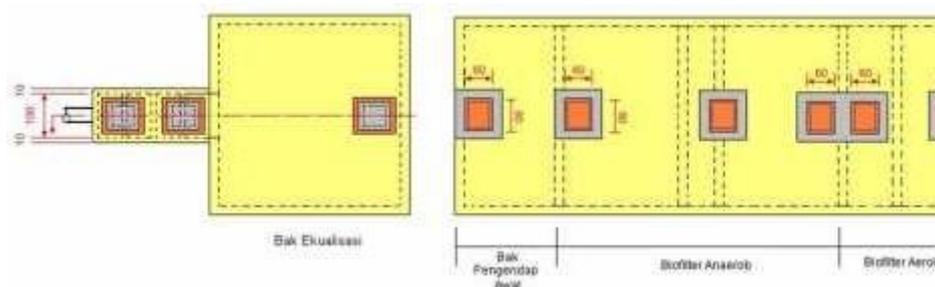
Cable Duct 25 x 25 mm

Terminal Blok 12 Pole

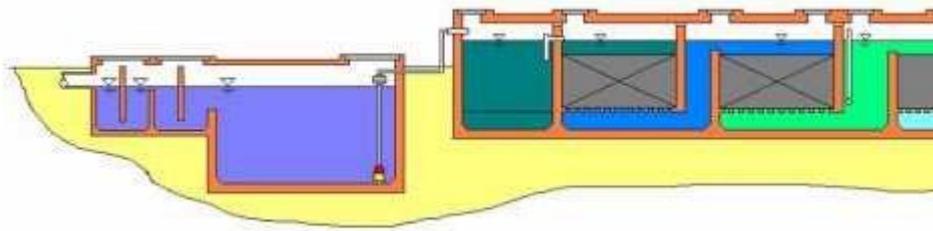
Volt Meter 3 Phase - 500 Volt

Kontrol panel listrik IPAL: ditempatkan dekat IPAL. Fungsinya untuk mematikan kelistrikan yang mengalir pada pompa ataupun blower.

Dibawah ini Gambar IPAL 517 m³



Gambar tampak atas STP Biofill 517 m³

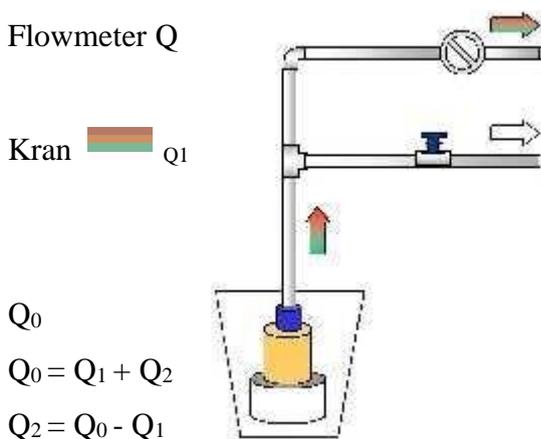


Gambar tampak samping STP Biofill 517 m³

Sebelum IPAL dioperasikan seluruh peralatan mekanik dan elektrik harus dipastikan dalam keadaan berjalan dengan baik.

Air limbah yang berasal dari kegiatan domestik dialirkan ke bak penampung air limbah atau bak ekualisasi. Bak ekualisasi dilengkapi dengan pompa air limbah yang bekerja secara otomatis yakni jika permukaan air limbah lebih tinggi melampaui batas level minimum maka pompa air limbah akan berjalan dan air limbah akan dipompa ke bak reaktor anaerob pada sistem IPAL. Jika permukaan air limbah di dalam bak ekualisasi mencapai level minimum pompa air limbah secara otomatis akan berhenti (mati).

Debit pompa air limbah diatur sesuai dengan kapasitas IPAL yakni 150 m³ per hari, dengan cara mengatur posisi bukaan *valve by pass* (lihat Gambar di bawah ini). Debit pompa air limbah (Q_2) diatur sesuai dengan kapasitas IPAL dengan cara mengatur debit Q_1 dengan cara coba-coba.



Gambar 10.51 : Diagram pompa air limbah dengan valve by pass.

Pada saat pertama kali IPAL dioperasikan (*Start Up*), bak IPAL yakni bak reaktor biofilter anaerob (anoksik), reaktor biofilter aerob (reaktor pengolahan lanjut) arus sudah terisi air limbah sepenuhnya. Setelah itu dilakukan proses aerasi dan proses sirkulasi air dari bak pengendapan akhir ke bak pengendapan awal di dalam reaktor aerob.

Proses pembiakan mikroba dilakukan secara alami atau natural karena di dalam air limbah domestik sudah mengandung mikroba atau mikroorganisme yang dapat menguraikan polutan yang ada di dalam air limbah.

Untuk pengoperasian mulai dari awal operasi (*start up*) sampai mencapai operasi yang stabil memerlukan waktu pembiakan (*seeding*) sekitar 4-8 minggu. Waktu adaptasi tersebut dimaksudkan untuk membiakkan mikroba agar tumbuh dan menempel pada permukaan media biofilter. Pertumbuhan mikroba secara fisik dapat dilihat dari adanya lapisan lendir atau biofilm yang menempel pada permukaan media.

Setelah operasional berjalan selama dua bulan perlu dilakukan pemeriksaan kualitas air limbah untuk mengetahui efisiensi pengolahan. Pemeriksaan kualitas dilakukan minimal 2 kali dalam satu tahun.

Unit IPAL yang telah terpasang belum dilengkapi dengan bak pengering lumpur, oleh karena itu pengurasan lumpur dilakukan secara periodik dengan menggunakan mobil tangki air kotor (lumpur) dan dibuang ke tempat pengolahan air kotor (tinja). Pengurasan lumpur di dalam bak ekualisasi dilakukan minimal satu tahun sekali atau bila jumlah lumpur sudah tampak banyak endapan.

1.5.2 Pengoperasian Blower Udara

Unit IPAL ini dilengkapi dengan empat buah blower tipe Shiwa Denky 800 yang dioperasikan secara terus menerus (kontinyu). Blower udara dijalankan secara bersama-sama.

1.5.3 Pengoperasian Pompa Air Limbah Dan Pompa Sirkulasi

Unit IPAL dilengkapi dengan satu buah pompa air limbah dan satu buah pompa sirkulasi (pompa celup) yang dioperasikan secara terus menerus (kontinyu). Pompa air limbah secara otomatis akan berjalan jika permukaan air limbah di dalam bak ekualisasi cukup tinggi dan akan berhenti secara sendirinya jika permukaan air

di dalam bak ekualisasi turun sampai level minimum, sedangkan pompa sirkulasi dijalankan secara kontinyu.

1.5.4 Perawatan IPAL

Unit IPAL ini tidak memerlukan perawatan yang khusus, tetapi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Sedapat mungkin tidak ada sampah padat (plastik, kain, batu, softex, dll) yang masuk ke dalam sistem IPAL.
- Diusahakan sedapat mungkin untuk mencegah masuknya sampah padat ke dalam sistem IPAL.
- Bak kontrol harus dibersihkan secara rutin minimal satu minggu sekali atau segera jika terjadi penyumbatan oleh sampah padat.
- Menghindari masuknya zat-zat kimia beracun yang dapat mengganggu pertumbuhan mikroba yang ada di dalam biofilter misalnya, cairan limbah perak nitrat, merkuri atau logam berat lainnya.
- Perlu pengurasan lumpur di dalam Bak ekualisasi dan
- bak pengendapan awal secara periodik untuk menguras lumpur yang tidak dapat terurai secara biologis. Biasanya dilakukan minimal 6 bulan sekali atau disesuaikan dengan kebutuhan.
- Perlu perawatan rutin terhadap pompa pengumpul, pompa air limbah, pompa sirkulasi serta blower yang dilakukan 3-4 bulan sekali.
- Perawatan rutin pompa dan blower udara dapat dilihat pada buku operasional dan perawatan dari pabriknya.

1.5.5 Permasalahan yang mungkin timbul dan cara penanganannya

Permasalahan permasalahan dan cara penanganannya

Jenis Permasalahan	Penyebab	Cara mengatasi
Bak penampung atau bak control air limbah luber	Pompa pengum air limbah tidak berjalan atau saringan pompa buntu	Cek aliran listrik pompa, cek posisi pelampung otomatis pompa, bersihkan saringan pompa dari kotoran-kotoran

Permasalahan permasalahan dan cara penanganannya (lanjutan)

Jenis Permasalahan	Penyebab	Cara mengatasi
Aliran air limbah ke dalam reaktor lambat atau pelan.	Pompa air limbah di dalam bak ekualisasi kurang lancar, atau meter air tersumbat kotoran	Cek pompa air limbah, cek saringan air limbah, cek screen meter air tersumbat atau tidak. Jika tersumbat harus dibersihkan.
Blower udara di bak aerobik bekerja namun tidak mengeluarkan hembusan udara	Pipa saluran udara bocor	Lepas pipa, dan kemudian sambung lagi dengan lem pralon.
Blower udara di bak aerobik tidak bekerja	Listrik tidak mengalir.	Cek instalasi kelistrikan ke blower.
Kualitas air limbah hasil olahan tidak memenuhi baku mutu lingkungan	Proses peruraian limbah berkurang karena aktifitas mikroba melemah. Hembusan udara diunit aerobik kurang. debit air limbah melebihi kapasitas IPAL.	Atur debit air limbah rata-rata sesuai dengan kapasitas. Periksa blower dan pipa pengeluaran udara. Apabila terjadi kebocoran, perbaiki.
Air olahan yang keluar masih bau	Suplai udara kurang, debit air limbah melebihi kapasitas IPAL.	Cek blower sudah bekerja dengan baik atau tidak.

1.5.6 Biaya Operasional IPAL

Biaya operasional dihitung berdasarkan jumlah pemakaian peralatan listrik seperti pompa pengumpul, pompa limbah, pompa sirkulasi dan blower udara. Perkiraan perhitungan biaya operasional IPAL khususnya biaya pemakaian listrik dapat disimulasikan sebagai berikut :

1. Pompa yang beroperasi 8 jam/ hari

- Pompa bak pengumpul = $10 \times 350 \text{ watt} = 3.500 \text{ watt}$

- Pompa air limbah = $1 \times 380 \text{ watt} = 380 \text{ watt}$

Jumlah Kwh/hari pompa air limbah = $(3.500+380) \times 8 = 31040 \text{ wh} = 31,04 \text{ Kwh}$

2. Pompa yang beroperasi 24 jam/hari = $1 \times 250 \text{ watt} = 250 \text{ watt}$

- Pompa recycle Pompa udara/blower = $4 \times 800 \text{ watt} = 1600 \text{ watt}$

Jumlah Kwh/hari = $(1600+250) \times 24 = 25.200 \text{ wh} = 25,2 \text{ Kwh}$

Harga listrik/Kwh = Rp. 1020

Total biaya listrik/ hari $= (31,04 + 25,2) \times 1020 = \text{Rp } 57.364,8,-$

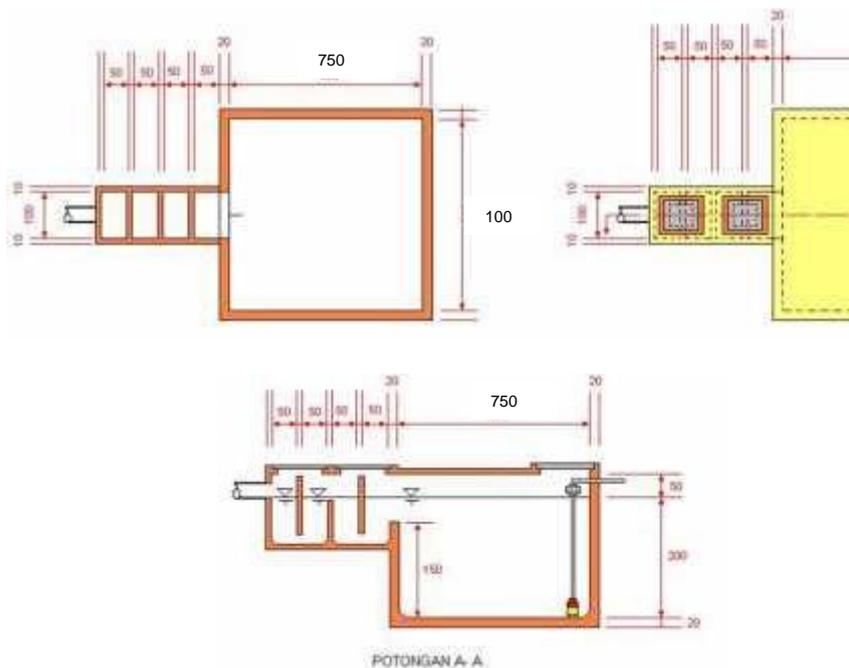
Total Biaya Listrik Per bulan = $30 \times \text{Rp } 57.364,8 = \text{Rp. } 1.720.944,-$

Total Biaya Listrik Per tahun = $12 \times \text{Rp } 1.720.944,- = \text{Rp. } 20.651.328,-$

TOTAL BIAYA OPERASIONAL IPAL =

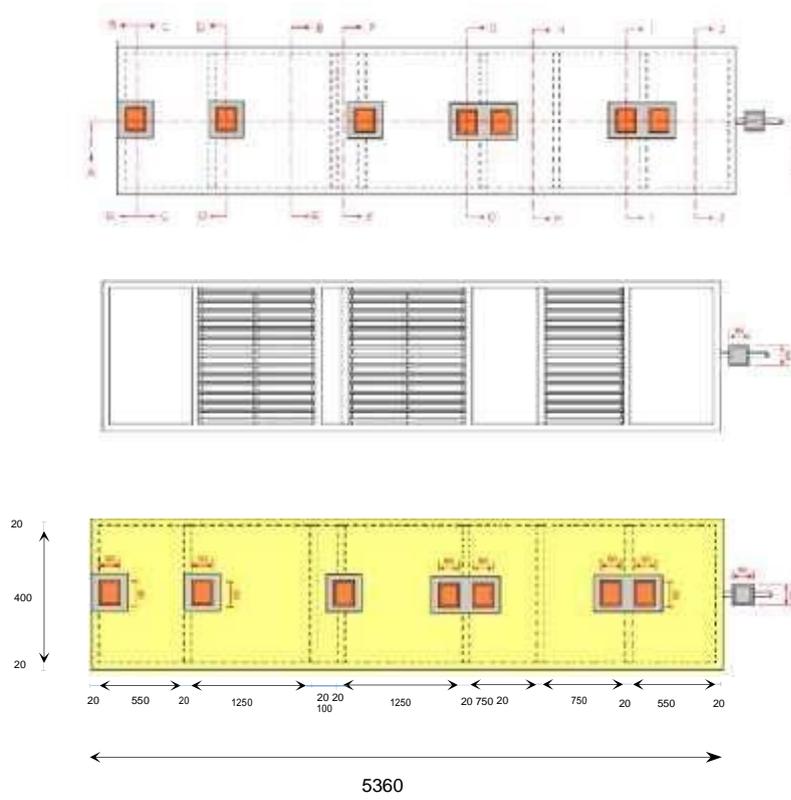
= $\text{Rp. } 31.130,- / 517 = \text{Rp. } 60,21$ per m^3 air limbah

Dibawah ini gambar bak pemisahlemak dan bak ekuivalensi



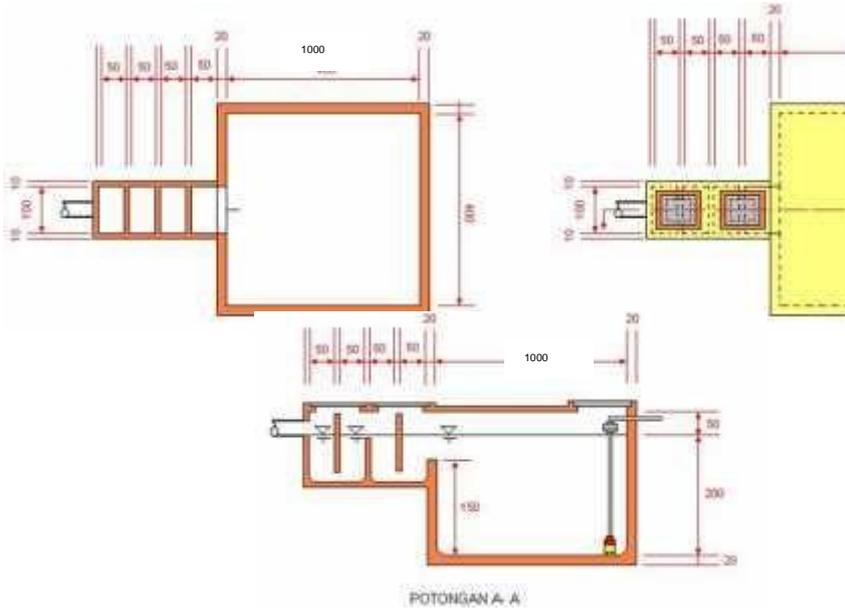
Gambar bak pemisahlemak dan bak ekuivalensi

Dibawah ini gambar tampak atas dan potongan STP 517 m3

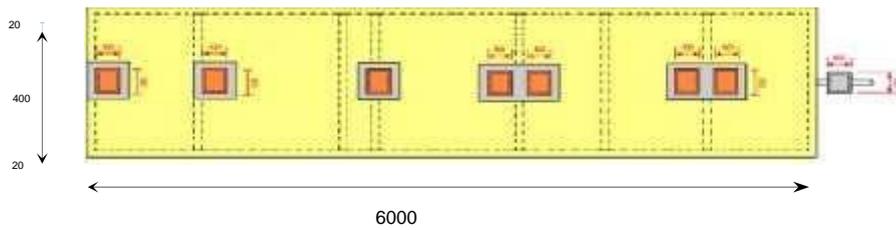


Gambar tampak atas dan potongan STP 517 m3

Dibawah ini perencanaan gambar pada proyek klaska residence :

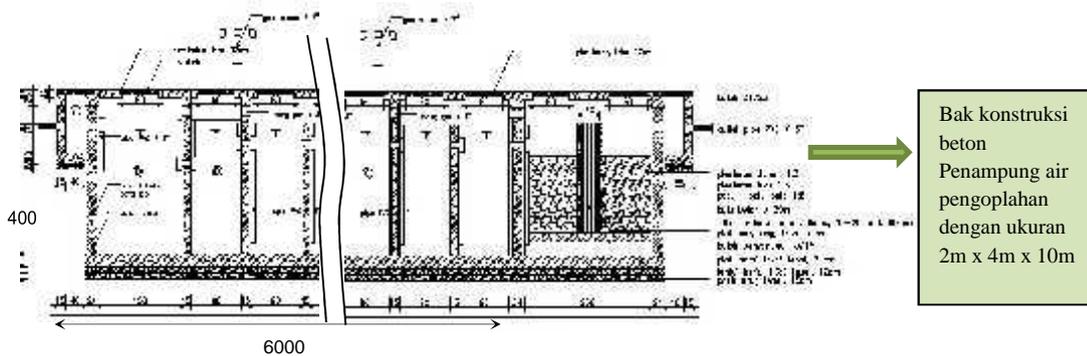


Gambar bak pemisah lemak dan bak ekuivalensi perencanaan proyek klaska



Gambar tampak atas dan potongan STP proyek klaska

Dibawah ini perencanaan gambar stp berkonsep komunal



Bak konstruksi beton
Penampung air
pengolahan
dengan ukuran
2m x 4m x 10m

Note : Sebelum masuk STP tiap 20 m ada bak control : 60cm x 60cm x 60 cm (20 ea)

Gambar stp berkonsep komunal

Biodata Penulis



Penulis memiliki nama lengkap Sony Susanto atau sering dipanggil Sony. Penulis dilahirkan pada 27 September 1982 di Madiun, Jawa Timur. Penulis merupakan putra kedua dari pasangan Suroto dan Sri Suweni. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Sambung Macan 1 Sragen Jawa tengah, SD Negeri Manisrejo I Madiun, SMP Negeri 4 madiun, SMANegeri

1 Madiun dan dilanjutkan dengan pendidikan sarjana di Institut Teknologi Nasional Malang jurusan Teknik Sipil pada tahun 2001. Setelah menyelesaikan pendidikan sarjana, bekerja di PT. Sepinggian (Balikpapan Local contractor) lokasi Total E & P senipah, Balikpapan, Kaltim, Indonesia tahun 2008 – 2010 sebagai supervisor dan Site Manager di project Senipah Various Civil Work , Maintenance Project dan Improvement of Sewage Treatment Plant at Senipah camp and Overhead Crane at Senipah Warehouse; Total E & P CPU Tambora, Samarinda, Kaltim, Indonesia. Dilanjutkan bekerja PT. METITO INDONESIA (UEA country contractor, Jakarta Branch) tahun 2010 (June-desember) sebagai site manager di SWWT, Water distribution and Fire Fighting on Permanent Operational Housing II (POH) Owner Paiton Energy Company (PEC). Kemudian tahun bekerja di PT. PEMBANGUNAN SARANA PERKASA (Jakarta) sebagai site engineer pada April 2011 – October 2011 EARTHWORK CUT AND BACKFILL TO PLAN OF PLANT SITE-TUBAN, EAST JAVA dilokasi Tuban

Holcim Plant Tuban Jawa Timur. Selanjutnya bekerja di Working at PT.Holcim Indonesia Tbk Tuban Holcim Plant Tuban Jawa Timur April 2011 selama 4 tahun – sebagai environmental officer. Setelah itu bekerja di PT Pertamina EP Poleng WMO lokasi WMO (West Madura Offshore), Office : Jl Tridarma 3, Gresik position : HSSE Inspector. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan magister jurusan manajemen konstruksi di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan (FTSLK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan bidang keahlian Manajemen Proyek Konstruksi. Penulis dapat dihubungi melalui email susantosony5@gmail.com.