



UNIVERSITAS INDONESIA

**OPTIMASI ALOKASI PEKERJAAN DAN SUMBER DAYA DENGAN
SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PROYEK PADA PERUSAHAAN
TEKNOLOGI INFORMASI**

TESIS

**ILHAM NUR PRATAMA
2106663282**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
SALEMBA
2023**



UNIVERSITAS INDONESIA

**OPTIMASI ALOKASI PEKERJAAN DAN SUMBER DAYA DENGAN
SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PROYEK PADA PERUSAHAAN
TEKNOLOGI INFORMASI**

TESIS

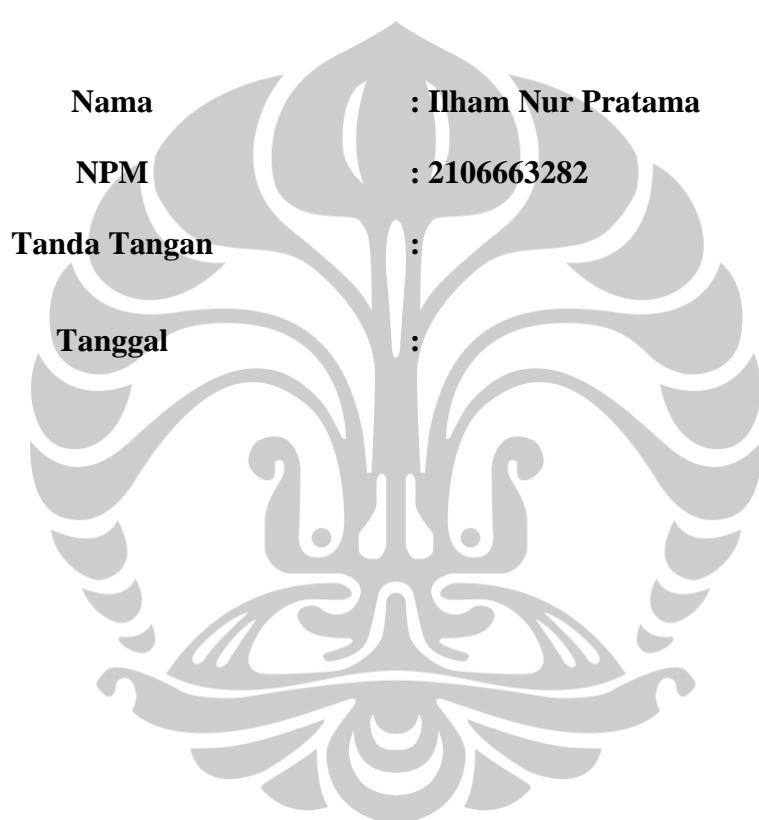
Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**ILHAM NUR PRATAMA
2106663282**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
KEKHUSUSAN MANAJEMEN INDUSTRI
SALEMBA
2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Ilham Nur Pratama
NPM : 2106663282
Program Studi : Magister Teknik Industri
Judul Tesis : Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya dengan Sistem Informasi Manajemen Proyek pada Perusahaan Teknologi Informasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pengaji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. M. Dachyar, ()
M.Sc
Pembimbing II : Dr. Novandra Rheeza ()
Pratama, S.T., M.T.
Pengaji I : Prof. Dr. Ir. Rahmat ()
Nurcahyo, M.Eng.Sc.
Pengaji II : Farizal, S.T., M.Sc.A., ()
Ph.D

Ditetapkan di :

Tanggal :

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadiran Allah SWT atas nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Tidak lupa juga shalawat dan salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang membantu dalam penelitian ini:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Dachyar, M.Sc dan Bapak Dr. Novandra Rheeza Pratama, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan motivasi, saran dan ilmu dalam penggerjaan penelitian ini,
2. Seluruh civitas akademika program Magister Teknik Industri Universitas Indonesia yang telah meluangkan waktunya dalam membantu proses perkuliahan
3. Ariyanto Soewondo Geni, S.H, M.H., R. Aju Eko Suprapti, S.H, M.Si., dan Farhan Nur Ardiyanto selaku orang tua dan saudara penulis yang selalu memberikan dukungan baik semangat, moral, maupun finansial selama penulis menjalani perkuliahan,
4. Nabilla Farah Raissa M., S.T. yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini,
5. Rekan-rekan S2 Teknik Industri Universitas Indonesia Angkatan 2021 atas kerjasama selama penyelesaikan perkuliahan dan tesis,
6. Pihak-pihak lain yang saya tidak dapat sebutkan namanya, yang telah membantu penulis dalam mengumpulkan data dan membantu dalam menyelesaikan tugas penelitian,

Sebagai penutup saya berharap seluruh kebaikan pihak yang telah membantu dapat dibalas oleh Allah SWT, dan semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan.

Salemba, Juli 2023

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Nur Pratama
NPM : 2106663282
Program Studi : Magister Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**OPTIMASI ALOKASI PEKERJAAN DAN SUMBER DAYA DENGAN SISTEM
INFORMASI MANAJEMEN PROYEK PADA PERUSAHAAN TEKNOLOGI
INFORMASI**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :

Pada tanggal :

Yang menyatakan

()

ABSTRAK

Nama	:	Ilham Nur Pratama
Program Studi	:	Magister Teknik Industri
Judul	:	Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya dengan Sistem Informasi Manajemen Proyek pada Perusahaan Teknologi Informasi
Pembimbing 1	:	Prof. Dr. Ir. M. Dachyar, M.Sc
Pembimbing 2	:	Dr. Novandra Rhezza Pratama, S.T., M.T.

Penelitian ini membahas bagaimana desain Sistem Optimalisasi Alokasi Sumber Daya dan Sumber Daya (SOAPSD) menggunakan Arsitektur Enterprise (EA) untuk membantu manajer proyek untuk menyelesaikan permasalahan *Resource Constraint Multiple Project Scheduling Problem* (RCMPSP). Dengan mengintegrasikan Sistem Informasi Manajemen Proyek (SIMP) dengan SOAPSD yang dirancang menggunakan model *Random Forest* dan *Natural Language Programming* (NLP), sistem ini memiliki akurasi ketepatan identifikasi sebesar 80% dengan waktu proses sebesar 0,029. Integrasi SIMP dan SOAPSD dapat memperbaiki waktu perenamaan sebesar 31,78 jam yang juga mengurangi biaya perencanaan sebesar Rp.5.030.000 per siklus. Integrasi SIMP dan SOAPSD juga mengurangi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan sebesar 1,25 bulan. Sistem yang dibangun diuji dengan menggunakan uji t-pasangan untuk melihat kondisi waktu dan biaya proyek sebelum dan setelah integrasi, didapatkan hasil signifikansi waktu dan juga biaya sebesar $1,919 \cdot 10^{-12}$ dan $1,386 \cdot 10^{-17}$ yang bernilai di bawah α 0,05 yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan pada waktu dan biaya sebelum dan sesudah proses integrasi SIMP dan SOAPSD.

Kata kunci: Sistem Informasi Manajemen Proyek; Arsitektur Perusahaan; Pengambilan Keputusan; Manajemen Sumber Daya Manusia pada Proyek

ABSTRACT

Name	:	Ilham Nur Pratama
Study Program	:	Master in Industrial Engineering
Title	:	Optimization of Work and Resource Allocation with Project Management Information Systems in Information Technology Companies
Counsellor 1	:	Prof. Dr. Ir. M. Dachyar, M.Sc
Counsellor 2	:	Dr. Novandra Rhezza Pratama, S.T., M.T.

This study will discuss the design proses of a Resource Allocation and Task Allocation Optimization System (RATAOS) using Enterprise Architecture (EA) to assist project managers in solving the Resource Constraint Multiple Project Scheduling Problem (RCMPSP). By integrating the Project Management Information System (PMIS) with RATAOS designed using the Random Forest model and Natural Language Programming (NLP), the system achieves an identification accuracy of 80% with a processing time of 0.029. The integration of PMIS and SOAPSD improves the planning time by 31.78 hours, reducing planning costs by Rp. 5,030,000 per cycle. The integration of PMIS and SOAPSD also reduces the overall project completion time by 1.25 months. The system was tested using paired t-test to compare project time and cost before and after integration, resulting in significant p-values of 1.919×10^{-12} and 1.386×10^{-17} respectively, both below the alpha value of 0.05, indicating a significant difference in time and cost before and after the integration process of PMIS and RATAOS.

Keyword: Project Management Information System; Enterprise Architecture; Decision Making; Project Human Resource Management

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	7
1.3 Penelitian Terdahulu	7
1.4 Celaht Penelitian dan Kebaruan Penelitian.....	17
1.5 Tujuan Penelitian	18
1.6 Manfaat Penelitian	18
1.7 Batasan Penelitian	18
1.8 Ringkasan Metodologi Penelitian	19
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	21
2.1 Transformasi Digital pada Industri Teknologi Informasi	21
2.1.1 Manfaat Transformasi Digital	21
2.1.2 Kekurangan Transformasi Digital	21

2.2	Manajemen Proyek	22
2.3	Pendekatan Manajemen Proyek.....	23
2.4	Kriteria Kesuksesan Proyek.....	25
2.5	Sistem Informasi Manajemen Proyek.....	25
2.5.1	Pengolahan Jadwal	28
2.5.2	Pengendali Pengeluaran Proyek	28
2.5.3	Sistem Pengendali Sumber Daya Proyek	28
2.5.4	Sistem Kontrol Dokumen Proyek.....	29
2.6	<i>PIECES Framework</i>	31
2.7	<i>Enterprise Architecture</i>	32
2.7.1	<i>Zachman Framework</i>	33
2.7.2	<i>Gartner Framework</i>	33
2.7.3	<i>Federal Enterprise Architecture Framework</i>	34
2.7.4	<i>The Open Group Architecture Framework</i>	34
2.8	<i>Business Process</i>	36
2.8.1	<i>Business Process Modelling Notation</i>	37
2.8.2	<i>Business Process Management Best Practice</i>	38
2.9	Teori Pengambilan Keputusan	38
2.9.1	Multi Criteria Decision Making	39
2.9.2	Kecerdasan Buatan dan <i>Machine Learning</i>	45
2.10	Pemilihan Proyek	50
2.11	Analisis Statistik	51
BAB 3	METODOLOGI DAN PELAKSANAAN RISET	53
3.1	Profil Perusahaan	53
3.2	Metodologi Riset.....	55
3.3	Studi Literatur	55

3.4	Keselarasan dengan Ilmu Teknik Industri	56
3.5	Mencari dan Menentukan Celah Penelitian	58
3.6	Penentuan Sumber dan Pakar	59
3.7	Melakukan Penyusunan Kuesioner.....	62
2.	A review of machine learning applications in human resource management – Garg, 2022	65
3.8	Melakukan Pengumpulan Data	65
3.8.1	<i>Data Project Management Case</i>	65
3.8.2	<i>Data Expert Case</i>	68
3.8.3	<i>Data Work Allocation Study Case</i>	71
3.9	Perancangan Arsitektur Sistem	74
3.9.1	Arsitektur Sistem	77
3.10	Melakukan Pembangunan Basis Data.....	95
3.10.1	Struktur Basis Data.....	97
3.10.2	Data Flow Diagram	102
3.11	Pemodelan Proses Bisnis <i>as is</i> untuk Proses Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya 106	
3.11.1	Pemodelan Proses Bisnis kondisi <i>As Is</i>	109
3.12	Pembangunan Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya	115
3.13	Simulasi Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya	119
3.13.1	Simulasi Sistem	119
3.13.2	Optimasi Sistem.....	126
3.14	Pemodelan Proses Bisnis <i>To Be</i> untuk Proses Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya 132	
3.14.1	Pemodelan Bisnis <i>To Be</i>	133
3.15	Analisis dan Kesimpulan	138
BAB 4	ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL RISET	140

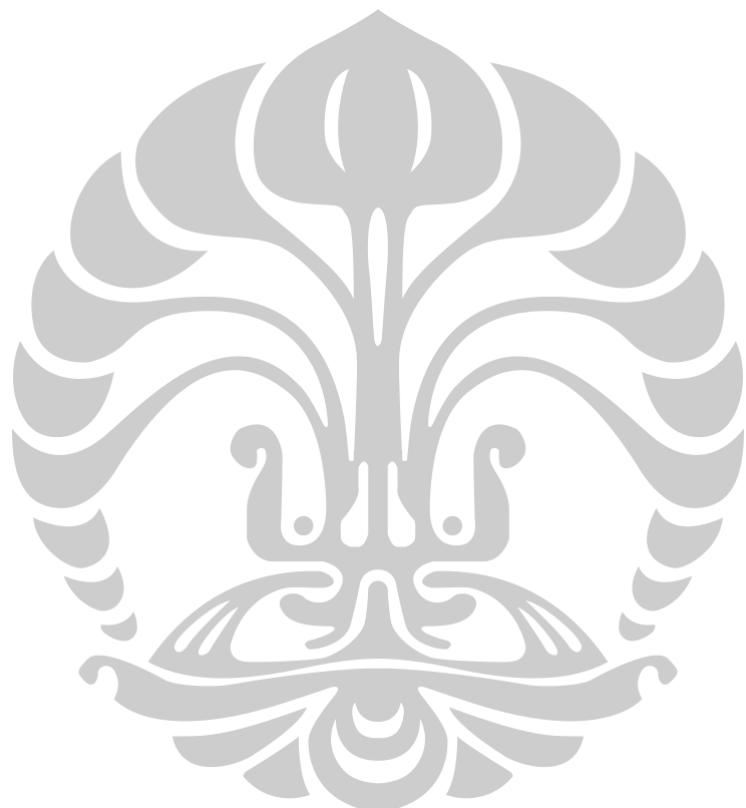
4.1	Perbandingan Kondisi PIECES dengan Kondisi <i>To-be</i>	140
4.2	Analisis Pembangunan Sistem.....	144
4.3	Perbandingan Proses <i>As Is</i> dengan <i>To Be</i>	145
4.3.1	Analisis Biaya Pekerjaan	157
4.3.2	Analisis Perulangan Pekerjaan	159
4.3.3	Analisis Durasi Pekerjaan.....	161
4.3.4	Analisis Waktu Tunggu Pekerjaan	162
4.4	Hasil Komparasi Waktu Penyelesaian Proyek Sebelum dan Sesudah Optimasi	
	163	
BAB 5	KESIMPULAN.....	169
5.1	Kesimpulan	169
5.2	Saran	170
DAFTAR REFERENSI.....		171
LAMPIRAN		177
	Lampiran-1: Data Hasil Simulasi Proses <i>As Is</i> dan <i>To Be</i>	177

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data performa proyek berdasarkan daerah	2
Gambar 1.2 Kendala yang mengakibatkan keterlambatan proyek menurut Association Project Management	3
Gambar 1.3 Diagram Pareto yang menggambarkan kendala keterlambatan proyek PT Pembayaran Digital Indonesia.....	5
Gambar 1.4 Performa waktu penyelesaian proyek pada PT.X yang mengalami keterlambatan di tahun 2021.....	6
Gambar 1.5 Ringkasan Metodologi Penelitian.....	19
Gambar 2.1 Hubungan kompleksitas proyek dengan bantuan fleksibilitas manajemen proyek dengan hasil akhir proyek.....	24
Gambar 2.2 Aspek dan komponen penyusun <i>Gartner Framework</i>	34
Gambar 2.3 Pembagian MCDM berdasarkan data, kriteria yang digunakan, dan jumlah hasil yang dikeluarkan	40
Gambar 2.4 Kombinasi MCDM untuk membentuk sebuah MCDM yang bersifat hybrid	41
Gambar 2.5 Koneksi hirarki pada endal penentuan keputusan menggunakan ANP	43
Gambar 2.6 Tata cara MCDM menggunakan metode COPRAS	45
Gambar 2.7 Jenis kecerdasan buatan dan ML secara lingkup garis besar.....	46
Gambar 2.8 Contoh Plot <i>Support Vector</i> dalam sebuah bidang SVM	48
Gambar 2.9 Ilustrasi struktur <i>random forest</i> dalam menyelesaikan permasalahan	49
Gambar 3.1 Diagram alir detil penelitian	55
Gambar 3.2 Area penelitian yang dilakukan yang berhubungan dengan bidak Teknik Industri.....	58
Gambar 3.3 Sampel VosViewer terkait topik riset yang akan dibahas	59
Gambar 3.4 Persepsi Karyawan PT PDI terhadap proyek yang dikerjakan	67
Gambar 3.5 Kompetensi Karyawan PT PDI dalam mengerjakan pekerjaan dalam satu waktu	67
Gambar 3.6 Performa karyawan PT PDI dalam menyelesaikan tenggat pekerjaan	68
Gambar 3.7 Pertimbangan pakar dalam memilih sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	69

Gambar 3.8 Pertimbangan jumlah proyek yang dibebankan pada sumber daya	69
Gambar 3.9 Pertimbangan pakar dalam menunjuk sumber daya spesifik.....	70
Gambar 3.10 Pertimbangan Penunjukan Sumber Daya pengganti.....	70
Gambar 3.11 Preferensi alokasi pekerjaan untuk <i>deliverables</i> sedikit dengan kesulitan tinggi.....	72
Gambar 3.12 Preferensi alokasi pekerja untuk proyek dengan <i>deliverables</i> banyak dan kesulitan rendah.....	72
Gambar 3.13 Preferensi alokasi pekerja untuk proyek dengan <i>delivarables</i> sedikit dengan tingkat kesulitan rendah.....	73
Gambar 3.14 Preferensi alokasi pekerja untuk proyek dengan <i>delivarables</i> banyak dengan tingkat kesulitan tinggi	73
Gambar 3.15 Arsitektur sistem secara garis besar terkait dengan sistem optimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya yang akan diintegrasikan dengan SIMP	77
Gambar 3.16 <i>Enterprise Architecture</i> dari Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya	79
Gambar 3.17 Model konseptual ERD SOAPSD	97
Gambar 3.18 <i>Entity Relational Diagram</i> Logikal dari Sistem optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya	98
Gambar 3.19 <i>Data Flow Diagram</i> Level 0 dari SOAPSD	104
Gambar 3.20 BPMN Kondisi As is grup proses manajemen proyek	110
Gambar 3.21 Grafik hasil simulasi penggunaan sumber daya simulasi proses <i>as is</i>	114
Gambar 3.22 Diagram alir Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya (SOAPSD)	116
Gambar 3.23 Diagram Sequence untuk SOAPSD	118
Gambar 3.24 Tampilan SOAPSD ketika melakukan optimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya.....	119
Gambar 3.25 BPMN kondisi <i>to be</i> setelah diimplementasikan SOAPSD	133
Gambar 3.26 Grafik hasil simulasi penggunaan sumber daya simulasi proses <i>to be</i> ...	137
Gambar 4.1 Peta panas Biaya dari Proses <i>as is</i>	147
Gambar 4.2 Peta panas perulangan pekerjaan dari proses <i>as is</i>	148
Gambar 4.3 Peta panas durasi dari proses <i>as is</i>	149
Gambar 4.4 Peta panas waktu tunggu proses <i>as is</i>	150

Gambar 4.5 Peta Panas proses <i>to be</i> untuk biaya	153
Gambar 4.6 Peta Panas proses <i>to be</i> untuk perulangan	154
Gambar 4.7 Peta Panas proses <i>to be</i> untuk durasi	155
Gambar 4.8 Peta Panas proses <i>to be</i> untuk waktu tunggu	156
Gambar 4.9 Histogram dan boxplot untuk parameter waktu.....	166
Gambar 4.10 Histogram dan boxplot untuk parameter biaya.....	166



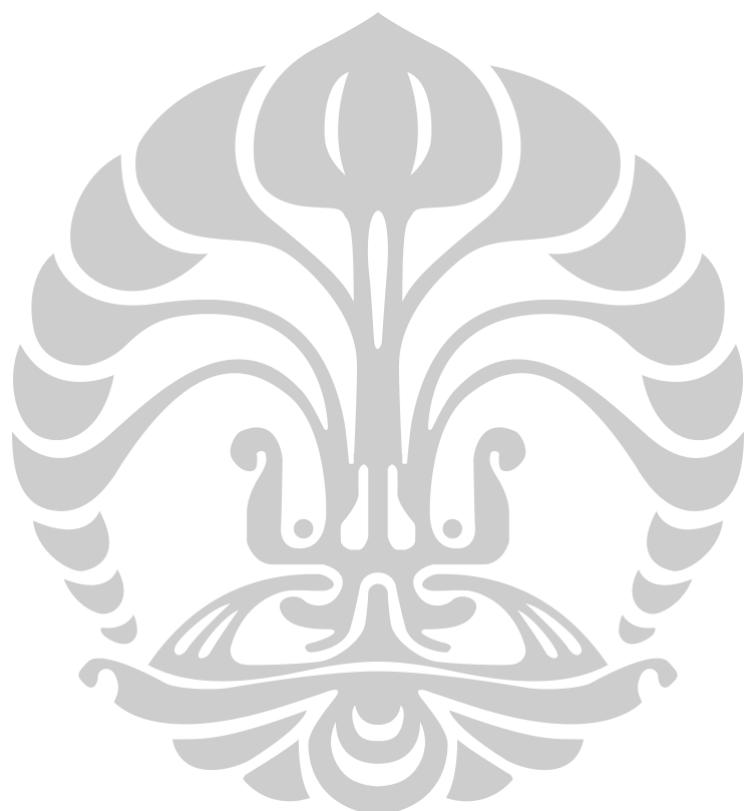
DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian terdahulu terkait dengan manajemen pekerjaan dan sumber daya pada proyek.....	8
Tabel 1.2 Penelitian terdahulu terkait dengan manajemen pekerjaan dan sumber daya pada proyek (sambungan).....	9
Tabel 1.3 Penelitian terdahulu terkait dengan penggunaan Sistem Informasi Manajemen Proyek.....	10
Tabel 1.4 Penelitian terdahulu terkait dengan penggunaan Sistem Informasi Manajemen Proyek (sambungan)	11
Tabel 1.5 Penelitian terdahulu terkait dengan penggunaan Sistem Informasi Manajemen Proyek (sambungan)	12
Tabel 1.6 Penelitian terdahulu terkait pengambilan keputusan dengan alat bantu pengambilan keputusan dalam bidang manajemen proyek	13
Tabel 1.7 Penelitian terdahulu terkait pengambilan keputusan dengan alat bantu pengambilan keputusan dalam bidang manajemen proyek (sambungan)	14
Tabel 1.8 Penelitian terdahulu terkait pengambilan keputusan dengan alat bantu pengambilan keputusan dalam bidang manajemen proyek (sambungan)	15
Tabel 2.1 Kategori area manajemen proyek yang dijadikan tolok ukur untuk pengukuran performa proyek (van Besouw & Bond-Barnard, 2021)	26
Tabel 2.2 Kategori area manajemen proyek yang dijadikan tolok ukur untuk pengukuran performa proyek (van Besouw & Bond-Barnard, 2021) (sambungan)	27
Tabel 2.3 Perbandingan SIMP Komersial berdasarkan kelebihan dan kekurangan (van Besouw & Bond-Barnard, 2021)	30
Tabel 2.4 Perbandingan SIMP Komersial berdasarkan kelebihan dan kekurangan (van Besouw & Bond-Barnard, 2021) (sambungan)	31
Tabel 2.5 Rangkuman perbandingan metode MCDM yang umum digunakan (Zlaugotne et al., 2020)	42
Tabel 3.1 Keselarasan bidang ilmu Teknik Industri dengan penelitian	56
Tabel 3.2 Keselarasan bidang ilmu Teknik Industri dengan penelitian (sambungan)....	57
Tabel 3.3 Profil Pakar yang memberikan informasi terkait penelitian ini.....	61
Tabel 3.4 Acuan penelitian terdahulu terkait komponen kuesioner	63

Tabel 3.5 Acuan penelitian terdahulu terkait komponen kuesioner (sambungan)	64
Tabel 3.6 Acuan penelitian terdahulu terkait komponen kuesioner (sambungan)	65
Tabel 3.7 Kondisi PIECES pada SIMP yang berjalan pada PT PDI.....	74
Tabel 3.8 Kondisi PIECES pada SIMP yang berjalan pada PT PDI (sambungan)	75
Tabel 3.9 Kondisi PIECES pada SIMP yang berjalan pada PT PDI (sambungan)	76
Tabel 3.10 Elemen Bisnis EA SOAPSD	80
Tabel 3.11 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)	81
Tabel 3.12 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)	82
Tabel 3.13 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)	83
Tabel 3.14 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)	84
Tabel 3.15 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)	85
Tabel 3.16 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)	86
Tabel 3.17 Elemen aplikasi SOAPSD	86
Tabel 3.18 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)	87
Tabel 3.19 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)	88
Tabel 3.20 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)	89
Tabel 3.21 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)	90
Tabel 3.22 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)	91
Tabel 3.23 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)	92
Tabel 3.24 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)	93
Tabel 3.25 Struktur Lapisan Teknologi EA SOAPSD	93
Tabel 3.26 Struktur Lapisan Teknologi EA SOAPSD (sambungan)	94
Tabel 3.27 Struktur Lapisan Teknologi EA SOAPSD (sambungan)	95
Tabel 3.28 Struktur dan Tipe Data Sistem	99
Tabel 3.29 Struktur dan Tipe Data Sistem (sambungan)	100
Tabel 3.30 Struktur dan Tipe Data Sistem (sambungan)	101
Tabel 3.31 Relasi Tabel pada sistem basis data.....	101
Tabel 3.32 Relasi Tabel pada sistem basis data (sambungan).....	102
Tabel 3.33 Proses <i>as is</i> berjalan untuk perencanaan proyek menggunakan SIMP.....	107
Tabel 3.34 Proses <i>as is</i> berjalan untuk perencanaan proyek menggunakan SIMP (sambungan)	108
Tabel 3.35 Biaya proses atau mandays implementasi proyek	109

Tabel 3.36 Parameter <i>exclusive gateway</i> BPMN <i>as is</i>	111
Tabel 3.37 Hasil Simulasi BPMN <i>as is</i>	112
Tabel 3.38 Hasil rerata simulasi proses pada proses bisnis <i>as is</i>	113
Tabel 3.39 Hasil rerata simulasi proses pada proses bisnis <i>as is</i> (sambungan).....	114
Tabel 3.40 Simulasi skenario 1: <i>Deliverables</i> sedikit, tingkat kesulitan rendah	121
Tabel 3.41 Simulasi skenario 2: <i>Deliverables</i> banyak, tingkat kesulitan rendah	122
Tabel 3.42 Simulasi skenario 3: <i>Deliverables</i> sedikit, tingkat kesulitan tinggi	123
Tabel 3.43 Simulasi skenario 4: <i>Deliverables</i> banyak, tingkat kesulitan tinggi	124
Tabel 3.44 Rekap simulasi sistem SOAPSD	125
Tabel 3.45 Simulasi skenario 1: <i>Deliverables</i> sedikit, tingkat kesulitan rendah setelah optimasi	128
Tabel 3.46 Simulasi skenario 2: <i>Deliverables</i> banyak, tingkat kesulitan rendah setelah optimasi	129
Tabel 3.47 Simulasi skenario 3: <i>Deliverables</i> sedikit, tingkat kesulitan tinggi setelah optimasi	130
Tabel 3.48 Simulasi skenario 4: <i>Deliverables</i> banyak, tingkat kesulitan tinggi setelah optimasi	131
Tabel 3.49 Rekap simulasi sistem setelah optimasi SOAPSD	132
Tabel 3.50 Parameter <i>exclusive gateway</i> BPMN <i>to be</i>	134
Tabel 3.51 Hasil Simulasi BPMN Proses <i>To be</i>	135
Tabel 3.52 Hasil simulasi rerata per pekerjaan pada proses <i>to be</i>	135
Tabel 3.53 Hasil simulasi rerata per pekerjaan pada proses <i>to be</i> (sambungan)	136
Tabel 3.54 Perbandingan simulasi proses <i>as is</i> dan <i>to be</i>	137
Tabel 4.1 Perbandingan PIECES Sebelum dan Sesudah.....	140
Tabel 4.2 Perbandingan PIECES Sebelum dan Sesudah (sambungan).....	141
Tabel 4.3 Perbandingan PIECES Sebelum dan Sesudah (sambungan).....	142
Tabel 4.4 Perbandingan PIECES Sebelum dan Sesudah (sambungan).....	143
Tabel 4.5 Perbandingan PIECES Sebelum dan Sesudah (sambungan).....	144
Tabel 4.6 Tabel perbandingan biaya proses <i>as is</i> dengan <i>to be</i>	158
Tabel 4.7 Perbandingan perulangan proses pada proses <i>as is vs to be</i>	159
Tabel 4.8 Perbandingan perulangan proses pada proses <i>as is vs to be</i> (sambungan)...	160
Tabel 4.9 Perbandingan durasi pekerjaan pada proses <i>as is</i> dengan <i>to be</i>	161

Tabel 4.10 Perbandingan waktu tunggu proses <i>as is</i> dengan <i>to be</i>	162
Tabel 4.11 Hasil Rerata Simulasi Proses <i>as is</i> dan proses <i>to be</i>	164
Tabel 4.12 Hasil statistik deskriptif untuk parameter waktu	165
Tabel 4.13 Hasil statistik deksriptif untuk parameter biaya	165
Tabel 4.14 Hasil uji <i>levene</i> untuk parameter biaya dan waktu.....	167
Tabel 4.15 Hasil uji <i>welch t-test</i> pada kondisi <i>as is</i> dan <i>to be</i> untuk parameter waktu dan biaya	167
Tabel 0.1 Hasil Simulasi proses <i>As Is</i> dan <i>To Be</i>	177



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

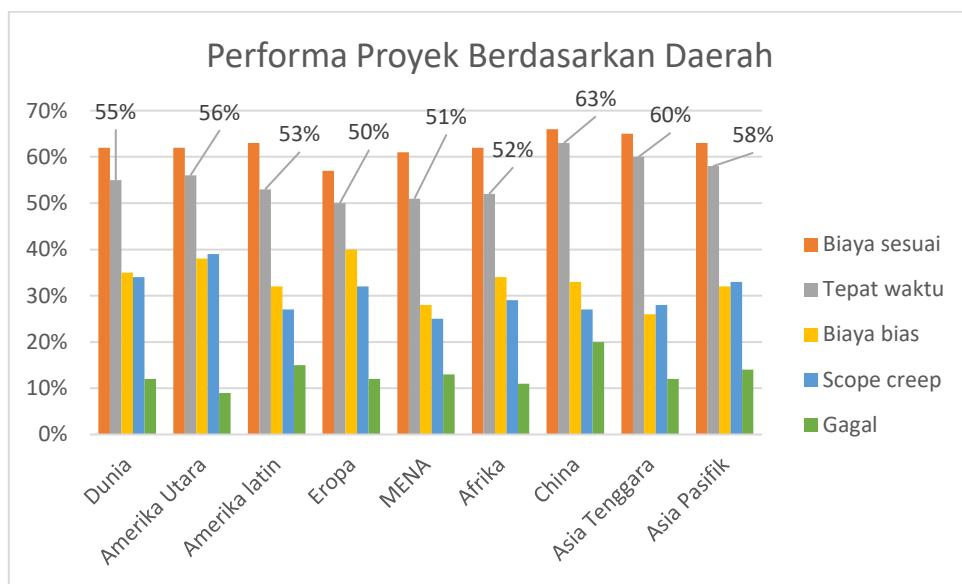
Industri jasa yang berbasis pada teknologi informasi saat ini merupakan industri yang mengalami pertumbuhan ekonomi secara pesat (Fink & Pinchovski, 2020). Pertumbuhan ekonomi ini mengakibatkan banyaknya permintaan akan layanan yang diinginkan oleh suatu industri. Layanan yang di berikan oleh industri teknologi informasi dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *Business as Usual* (BaU) dan layanan yang perlu untuk dilakukan pengembangan (Economy, 2022). Layanan BaU merupakan layanan yang dapat diberikan pada konsumen oleh industri tanpa adanya pengembangan atau penyesuaian dari layanan yang sudah ada (Economy, 2022). Layanan yang perlu pengembangan sebelum dapat dikonsumsi oleh konsumen diwujudkan dalam bentuk proyek. Proyek merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menciptakan produk, layanan, atau hasil yang unik atau disesuaikan (PMI, 2021a). Dengan adanya peningkatan yang tinggi akan permintaan layanan, organisasi modern saat ini menghadapi proyek dengan kompleksitas yang tinggi dikarenakan lingkungan bisnis saat ini yang bersifat *volatile, uncertain, and ambiguous* (Varajão et al., 2021).

Seiring dengan berjalannya waktu, kompleksitas proyek juga meningkat yang mengakibatkan organisasi khususnya manajer proyek dapat menghadapi kondisi di mana proyek yang dikerjakan bersifat banyak, dengan waktu yang sedikit, dan sumber daya yang terbatas atau biasa disebut *Resource Constraint Multiple Project Scheduling Problem* (RCMPSP) (Satic et al., 2022). Kompleksitas proyek dapat muncul akibat adanya kendala pada *project management knowledge area* yaitu, lingkup, jadwal, biaya, kualitas, sumber daya, komunikasi, risiko, pengadaan dan pemegang kepentingan (PMI, 2021a). Berdasarkan data laporan proyek tahun 2021 dari Wellingtone (Pappas, 2021a),

- Proyek yang diselesaikan oleh organisasi secara tepat waktu hanya 34% dari total proyek yang dikerjakan oleh organisasi,
- Proyek yang diselesaikan sesuai dengan biaya yang telah ditentukan adalah 34% dari total proyek yang dikerjakan oleh organisasi,

- Proyek yang diselesaikan oleh organisasi dengan memberikan *deliverables* sesuai dengan kesepakatan di awal hanya 36%,
- Tingkat kesuksesan proyek yang ada di organisasi dari seluruh proyek yang dikerjakan hanya 45%.

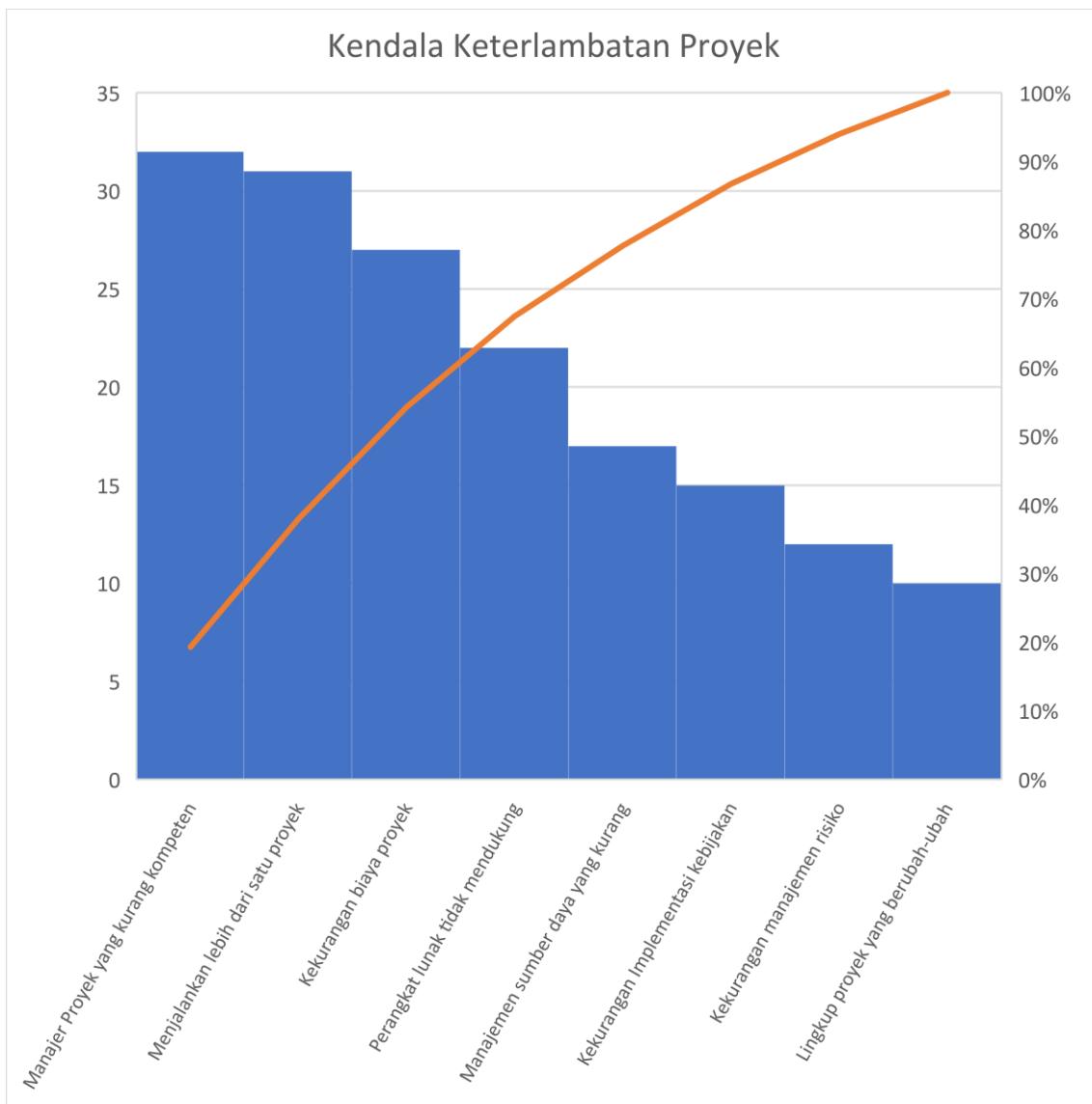
Hal ini menunjukkan bahwa terdapat faktor yang mempengaruhi performa proyek dalam memberikan *deliverables* sesuai dengan perjanjian. Pada Gambar 1.1 dapat dilihat data performa dari proyek di seluruh dunia.



Gambar 1.1 Data performa proyek berdasarkan daerah

Sumber: (PMI, 2021b)

Dapat dilihat secara global, proyek yang diselesaikan tepat waktu di angka 55%. Hal ini menunjukkan bahwa selama proses pekerjaan proyek terkendala sehingga menyebabkan adanya keterlambatan proyek.



Gambar 1.2 Kendala yang mengakibatkan keterlambatan proyek menurut Association Project Management

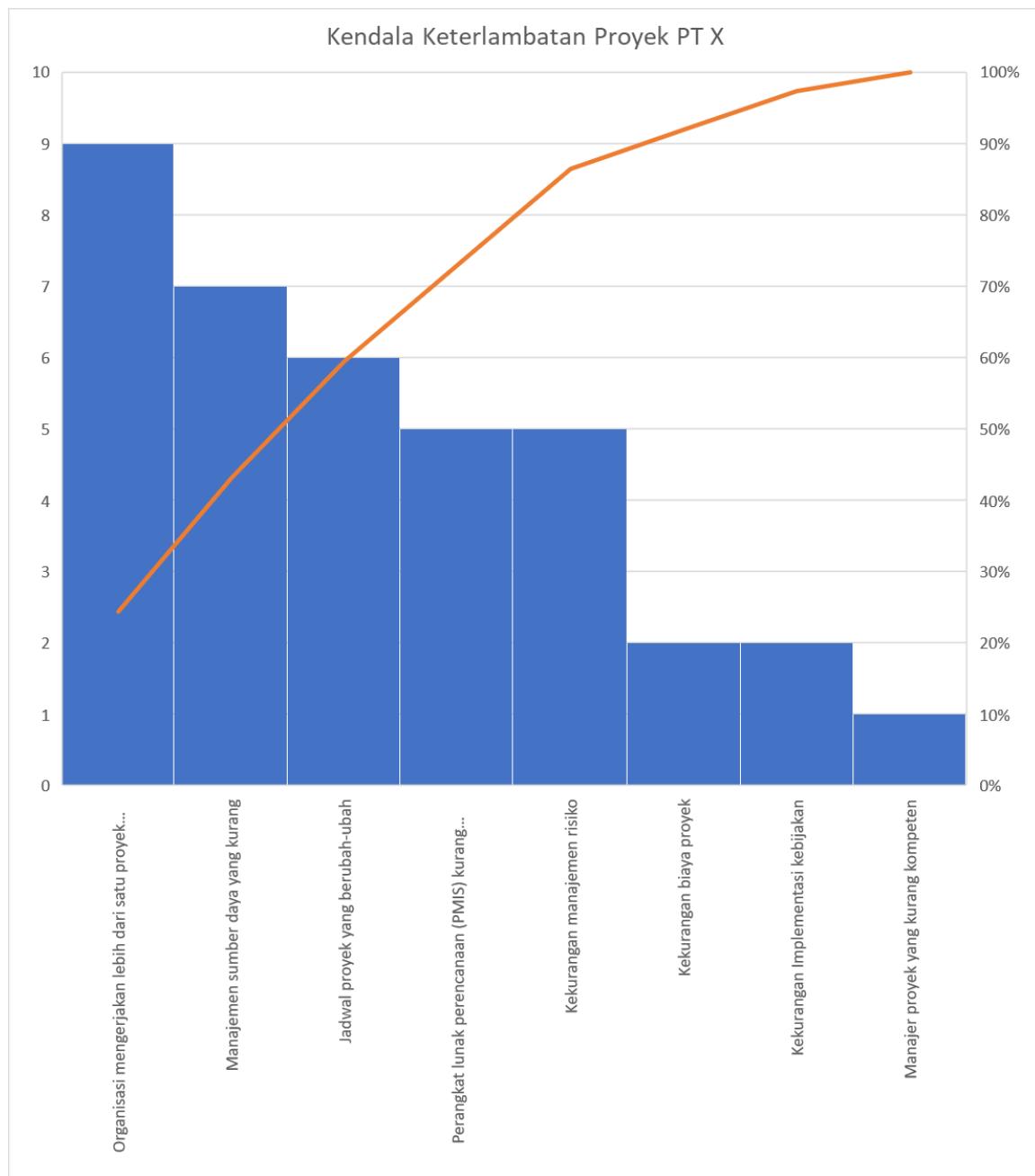
Sumber: (Pappas, 2021b)

Pada Gambar 1.2 adalah diagram pareto dari data *Association of Project Management* (APM) yang menunjukkan hal yang mengakibatkan adanya keterlambatan proyek di seluruh dunia. manajer proyek yang kurang kompeten, organisasi menjalankan lebih dari satu proyek serta kekurangan biaya proyek merupakan penyebab yang berkontribusi secara besar dalam keterlambatan proyek di seluruh dunia (Pappas, 2021b). Sedangkan kendala lain seperti perangkat lunak tidak mendukung, manajemen sumber daya yang kurang, kurangnya implementasi kebijakan, kurangnya manajemen risiko dan lingkup

proyek yang berubah-ubah merupakan penyebab lain yang berkontribusi dalam keterlambatan proyek (Pappas, 2021b).

Proyek pengembangan pada industri teknologi informasi memiliki karakteristik beberapa karakteristik yaitu banyak dan memiliki lingkup yang berubah-ubah, serta bergantung kepada sumber daya manusia yang mengerjakan (Chilton, 2014). Kendala sumber daya manusia yang sering dihadapi umumnya adalah kekurangan sumber daya untuk mengerjakan suatu pekerjaan dan ketidaktepatan penempatan sumber daya pada jenis pekerjaan.

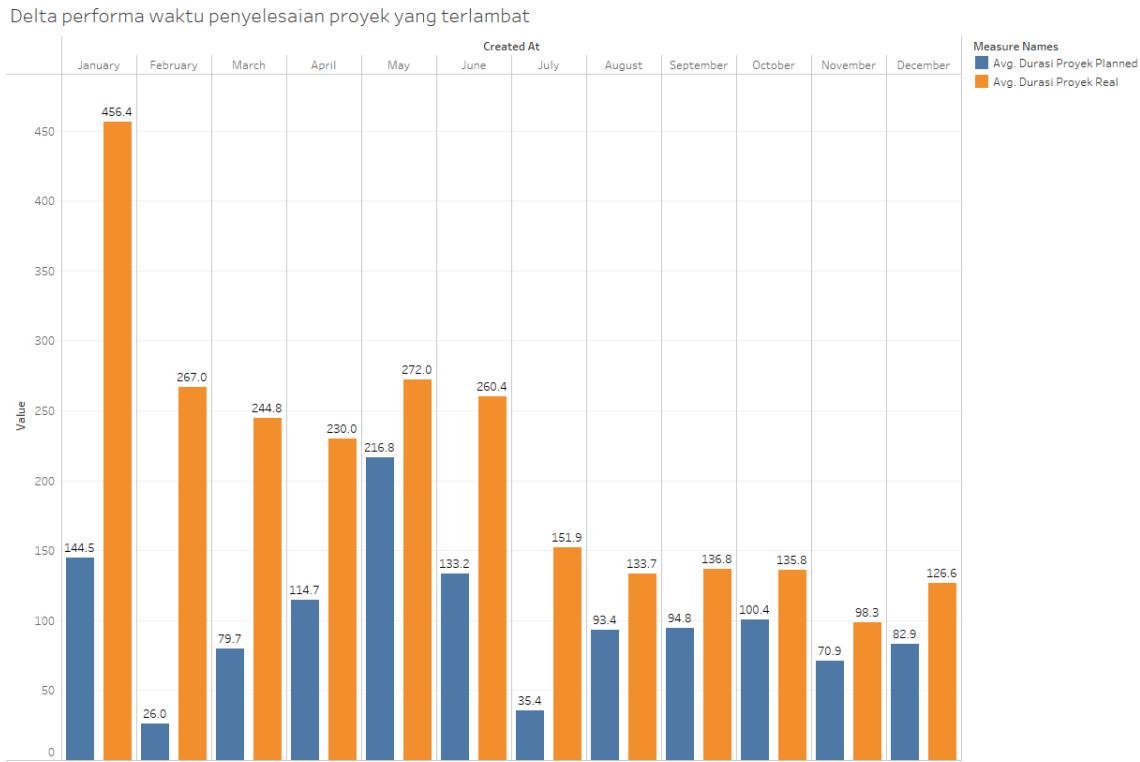
PT Pembayaran Digital Indonesia sebagai salah satu anak usaha dari perusahaan BUMN yang bergerak dalam bidang telekomunikasi, merupakan perusahaan yang bergerak di bidang Teknologi Informasi yang fokus dalam memberikan solusi keuangan digital. Dalam memberikan layanan kepada pelanggan, PT Pembayaran Digital Indonesia mengadaptasi model pendekatan manajemen proyek campuran antara *waterfall* dan *agile* yang menunjukkan bahwa PT Pembayaran Digital Indonesia sudah mencapai *Maturity Phase* dari adopsi pendekatan manajemen proyek (Kerzner, 2017). Dengan kondisi ini PT Pembayaran Digital Indonesia menghadapi proyek dengan jumlah yang banyak, dan juga sumber daya yang terbatas atau juga dapat di sebut RCMPSP. Pada Gambar 1.3 menunjukkan kendala yang dihadapi PT Pembayaran Digital Indonesia dalam melaksanakan sebuah proyek.



Gambar 1.3 Diagram Pareto yang menggambarkan kendala keterlambatan proyek PT Pembayaran Digital Indonesia

Kendala utama yang dihadapi oleh PT Pembayaran Digital Indonesia adalah PT Pembayaran Digital Indonesia mengerjakan banyak proyek diwaktu yang bersamaan, sehingga berdampak kepada aspek lain seperti alat perencanaan yang kurang memadai, sumber daya yang kurang, kurang biaya proyek dan jadwal yang berubah-ubah.

Pada Gambar 1.4 menunjukkan data perbandingan waktu penyelesaian proyek pada PT Pembayaran Digital Indonesia dari waktu yang telah ditetapkan dengan kondisi sebenarnya pada implementasi proyek.



Gambar 1.4 Performa waktu penyelesaian proyek pada PT.X yang mengalami keterlambatan di tahun 2021

Dengan kondisi tersebut, PT Pembayaran Digital Indonesia sering mengalami keterlambatan dari rencana awal yang telah dibuat rata rata 99 hari dalam menyelesaikan proyek dari rencana awal yang disepakati sepanjang tahun 2021-2022. Hal ini tentunya berpengaruh pada performa PT Pembayaran Digital Indonesia baik ke arah internal maupun ke arah eksternal, untuk itu permasalahan terkait dengan RCMPSP pada PT Pembayaran Digital Indonesia perlu untuk segera mendapatkan solusi.

Untuk mengatasi permasalahan terkait RCMPSP khususnya manajemen pekerjaan dan manajemen sumber daya manusia akibat terdapat banyak proyek yang dijalankan, manajer proyek menggunakan sistem informasi manajemen proyek untuk mempermudah proses perencanaan proyek dan manajemen sumber daya manusia pada suatu proyek.

Sistem Informasi Manajemen Proyek (SIMP) merupakan perangkat lunak yang digunakan oleh suatu organisasi atau manajer proyek untuk membuat, menyimpan dan manajemen data proyek untuk megoptimalisasi performa proyek (van Besouw & Bond-Barnard, 2021). SIMP memiliki beberapa fungsi utama yaitu manajemen jadwal, manajemen biaya, manajemen sumber daya dan sumber daya manusia, dan manajemen dokumentasi (PMI, 2021a).

Meskipun SIMP sudah dapat melakukan manajemen sumber daya lebih mudah, SIMP belum dapat menujukan kondisi perusahaan, yang dapat menjadi acuan manajer proyek dalam menentukan alokasi sumber daya manusia dan penentuan pekerjaan yang tepat pada sumber daya yang tepat. Hal ini mengakibatkan adanya keterbatasan sumber daya, karena tidak diketahui kondisi dan kemampuan dari sumber daya yang mengakibatkan kekeliruan pada proses perencanaan dan pemantauan proyek (van Besouw & Bond-Barnard, 2021). Dengan kondisi seperti ini SIMP perlu dikembangkan agar dapat memberikan pilihan keputusan pada manajer proyek agar dapat melakukan pengambilan keputusan terkait dengan alokasi pekerjaan dan sumber daya dengan tepat.

Pengambilan keputusan dalam bidang manajemen proyek merupakan sebuah proses membuat dan melakukan pemilihan pada isu-isu yang berkaitan dengan perencanaan, penawaran, dan operasional dari sebuah Proyek (Shi et al., 2020). Untuk mempertajam keputusan manajer proyek dalam melakukan pengambilan keputusan, perlu adanya bantuan teknologi pengambilan keputusan dalam SIMP agar keputusan yang diambil oleh manajer proyek berbasis pada data proyek yang dimiliki.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah “Bagaimana optimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya dilakukan dengan sistem informasi manajemen proyek yang terintegrasi dengan teknologi pengambilan keputusan”

1.3 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu akan dibagi secara garis besar kedalam tiga jenis bidang keilmuan, yaitu manajemen pekerjaan dan sumber daya, sistem informasi manajemen proyek, dan pengambilan keputusan menggunakan alat bantu pengambilan keputusan dalam bidang manajemen proyek.

Tabel 1.1 Penelitian terdahulu terkait dengan manajemen pekerjaan dan sumber daya pada proyek

Judul	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
<i>Advancement of performance measurement system in the humanitarian supply chain</i>	2022	Mendapatkan strategi dan metode terbaik dalam melakukan pengawasan performa dari sumber daya manusia yang ada di dalam suatu organisasi (Patil et al., 2022).	Strategi <i>monitoring</i> performa di identifikasi dan dimodelkan menggunakan Grey DEMATEL dan m-TISM.	Didapatkan hasil bahwa agar suatu organisasi dapat memantau performa dari sumber daya manusia yang bekerja di dalam suatu organisasi, maka adopsi secara cepat untuk mekanisme <i>supply chain</i> digital perlu untuk dilakukan. Untuk memastikan kinerja yang dilakukan oleh sumber daya manusia dapat terukur dengan benar (Patil et al., 2022).
<i>It is about time: Bias and its mitigation in time-saving decisions in software development projects</i>	2020	Mendapatkan informasi terkait bias waktu pekerjaan proyek pengembangan software utama terjadi karena apa (Fink & Pinchovski, 2020).	Pengujian 2 pendekatan proyek management kepada 3 praktisi PM.	Manajemen pekerjaan dan sumber daya dengan pendekatan <i>agile</i> , memiliki kekurangan yaitu bias estimasi pekerjaan lebih besar di bandingkan pendekatan <i>waterfall</i> . Hal ini diakibatkan permasalahan perencanaan dan <i>resource constraint</i> (Fink & Pinchovski, 2020).

Tabel 1.2 Penelitian terdahulu terkait dengan manajemen pekerjaan dan sumber daya pada proyek (sambungan)

Judul	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
<i>Information systems project management success</i>	2021	Menemukan masukan terkait dengan bagaimana menyukseskan proyek sistem informasi yang berjalan agar mampu memenuhi <i>deliverables</i> yang diinginkan oleh <i>stakeholder</i> (Varajão et al., 2021).	Melakukan pengumpulan data terkait dengan implementasi PM <i>Framework</i> dan SIMP pada organisasi IT, dilakukan pengujian ANOVA one-way terhadap pengaruh <i>scope</i> , <i>cost</i> , <i>schedule</i> terhadap kesuksesan <i>project IT</i>	Diketahui bahwa proyek IT yang sukses umumnya mengalami perubahan <i>schedule</i> dan <i>scope</i> . Hal ini menunjukkan bahwa proyek IT merupakan proyek yang dinamis dan perlu penanganan khusus terkait manajemen <i>task</i> dan <i>resource</i> (Varajão et al., 2021).
<i>Performance evaluation of scheduling policies for the dynamic and stochastic resource-constrained multi-project scheduling problem</i>	2022	Mendapatkan metode yang dapat mengatasi permasalahan proyek dengan tipe <i>Resource Constraint Multiple Project Schedulling Problem</i> (RCMPSP), dikarenakan durasi pekerjaan yang umumnya diprediksi berbeda ketika proses pelaksanaan. (Satic et al., 2022).	Permasalahan dianggap sebagai permasalahan stokastik, di mana dilakukan pemodelan <i>matrkov decision process</i> dalam bentuk diskrit dan melakukan penyelesaian pemograma dinamis, dengan alokasi pekerjaan, alokasi sumber daya, dan penjadwalan dijadikan masukan dalam model yang dibuat.	Didapatkan penyelesaian dengan algoritma programa dinamis mampu untuk meningkatkan performa proyek hingga 37.6%, hal ini menunjukan bahwa dengan memperbaiki durasi dan alokasi pekerjaan dapat meningkatkan performa dari suatu proyek (Satic et al., 2022).

Tabel 1.3 Penelitian terdahulu terkait dengan penggunaan Sistem Informasi Manajemen Proyek

Judul	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
<i>Smart Project Management Information Systems (SPMIS) for Engineering Projects – Project Performance Monitoring & Reporting</i>	2021	Tujuan penelitian ini adalah melihat bagaimana organisasi mengimplementasikan SIMP pada berbagai industri. Dan melihat <i>best practice</i> penggunaan SIMP pada masing-masing industri seperti apa (van Besouw & Bond-Barnard, 2021).	Metode yang digunakan adalah menguji beberapa SIMP yang ada di industri saat ini kepada industri tertentu dan membaca literatur review dari SIMP. Setelah di dapatkan review maka dilakukan pemetaan terhadap SIMP yang ada dengan fungsional <i>best practice</i> .	Diketahui bahwa hampir seluruh SIMP yang ada memiliki kelebihan dan kekurangan khususnya untuk mengisi kebutuhan manajemen <i>task</i> dan manajemen <i>resource</i> . Para praktisi umumnya mengintegrasikan beberapa SIMP, untuk memenuhi kebutuhan dari proyek (van Besouw & Bond-Barnard, 2021).
<i>Early-warning performance monitoring system (EPMS) using the business information of a project</i>	2018	Pembangunan sebuah sistem monitoring proyek untuk melihat hambatan pekerjaan, sehingga dapat diprediksi apabila ada risiko proyek, dapat dilakukan mitigasi segera, agar tetap sesuai dengan lingkup proyek yang telah ditentukan (Kim et al., 2018).	Mengintegrasikan parameter <i>status progress</i> dan <i>budget growth</i> dengan sebuah <i>database</i> , untuk melihat ketersediaan sumber daya yang ada sehingga dapat di monitor dalam sebuah grafis <i>performance index</i> .	Didapatkan sebuah sistem yang dapat memantau <i>Performance Index</i> dari proyek konstruksi dengan membuat sebuah grafis dinamis yang terintegrasi dengan <i>database</i> perusahaan (Kim et al., 2018). Data pemantauan ini yang dapat dijadikan acuan untuk melakukan pengambilan keputusan dalam manajemen proyek. Akan tetapi belum ada pilihan keputusan yang dapat dipilih oleh manajer proyek untuk melakukan aksi selanjutnya.

Tabel 1.4 Penelitian terdahulu terkait dengan penggunaan Sistem Informasi Manajemen Proyek (sambungan)

Judul	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
<i>Project portfolio management information systems' positive influence on performance –the importance of process maturity</i>	2020	Melakukan penelitian terhadap implementasi Sistem Informasi Manajemen Proyek dan Portfolio (SIMPP) pada organisasi, untuk melihat efektivitas SIMPP pada organisasi.	Melakukan pengumpulan data pada berbagai perusahaan yang sedang menggunakan SIMPP, untuk melihat seberapa berhasil implementasi dengan melihat beberapa faktor. Hasil yang didapatkan kemudian dilakukan <i>preprocessing</i> , statistik deskriptif, dan uji hipotesis terhadap data yang sudah di kumpulkan.	Diketahui bahwa SIMP berperan positif dalam meningkatkan kualitas dari project & portfolio management. Namun efek positif ini hanya muncul pada SIMP yang sudah terformalisasi dengan baik dan apabila telah digunakan secara holistik. SIMPP juga dapat berdampak positif pada seluruh jenis portfolio tanpa mengenal jenis kompleksitasnya.

Tabel 1.5 Penelitian terdahulu terkait dengan penggunaan Sistem Informasi Manajemen Proyek (sambungan)

Judul	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
<i>Using AI to develop a framework to prevent employees from missing project deadlines in software projects – case study of a global human capital management (HCM) software company</i>	2022	Melihat framework kecerdasan buatan seperti apa yang dapat digunakan oleh perusahaan dalam meminimalisir adanya keterlambatan dalam delivery proyek (Sheoraj & Sungkur, 2022).	Melakukan studi literatur dan riset terhadap ketersediaan SIMP yang ada di pasaran yang sudah mengimplementasikan kecerdasan buatan, dan Menyusun kerangka kecerdasan buatan yang optimal untuk dapat mengurangi keterlambatan proyek.	Diketahui bahwa untuk membangun sebuah SIMP yang mampu mengurangi keterlambatan proyek maka sebuah SIMP perlu mampu untuk: 1. Memprediksi total waktu yang diperlukan 2. Menginformasikan ketersediaan sumber daya dari suatu organisasi. 3. Menghubungkan antar anggota proyek secara lebih harmonis. Karena kondisi saat ini SIMP yang tersedia hanya memprediksi total waktu berdasarkan ketersediaan sumber daya saja, tanpa memperhatikan kemampuan dari sumber daya tersebut. (Sheoraj & Sungkur, 2022).

Tabel 1.6 Penelitian terdahulu terkait pengambilan keputusan dengan alat bantu pengambilan keputusan dalam bidang manajemen proyek

Judul	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
<i>A Multi-Criteria Decision Analysis Technique for Stochastic Task Criticality in Project Management</i>	2017	Melihat Implementasi pemilihan project yang masuk kedalam suatu organisasi dengan menggunakan metode TOPSIS, AHP, ANP (Floyd et al., 2017).	Dilakukan survey kepada beberapa industri terkait bagaimana mereka memilih project yang masuk ke dalam suatu organisasi. Kemudian dilakukan studi lebih lanjut bagaimana implementasi TOPSIS, salah satu metode yang banyak digunakan dalam mengoptimalkan proyek.	<p>Didapatkan bahwa MCDM sudah di gunakan untuk melakukan pemilihan prioritas project. MCDM yang umumnya digunakan oleh banyak organisasi adalah TOPSIS.</p> <p>Dengan menggunakan TOPSIS, manajer proyek dapat melakukan pengurutan pekerjaan berdasarkan hasil dari metode <i>critical path</i>. Sehingga pekerjaan yang dilakukan lebih fokus kepada pekerjaan yang berisfat kritis (Floyd et al., 2017).</p> <p>Akan tetapi pada penelitian ini pilihan keputusan yang di berikan oleh TOPSIS berbasis pada satu kali proses wawancara dan pemodelan, sehingga apabila digunakan pada kasus berbeda, hasil yang dimunculkan dapat bersifat tidak valid, apabila inputan yang digunakan tidak konsisten dengan model yang telah di buat.</p>
<i>A two-phase approach for solving the multi-skill resource constrained multi-Project Scheduling problem: a case study</i>	2021	Mendapatkan model manajemen task dan resource yang dapat meminimalisir waktu proyek dan biaya proyek dari project yang bersifat MPMSRCSP (Hosseini & Baradarhan, 2021).	Sintesis 2 Metode OR dan MCDM : OR (MOGR) digunakan untuk mencari solusi terbaik dari model permasalahan, MCDM (TOPSIS) digunakan untuk memberikan urutan pilihan solusi terbaik dari OR.	<p>Pendekatan yang telah dibangun dibandingkan dengan pendekatan OR dan MCDM di nilai lebih efektif dalam menurunkan usia proyek dan biaya proyek, akan tetapi sistem yang dibangun merupakan modular dari sistem yang ada dan bukan merupakan sistem holistik, sehingga sulit untuk digunakan pada saat implementasi (Hosseini & Baradarhan, 2021).</p> <p>Selain itu sistem yang dibangun terbatas pada satu kali proses pemberian keputusan, dan tidak bersifat dinamis seiring dengan perubahan proyek</p>

Tabel 1.7 Penelitian terdahulu terkait pengambilan keputusan dengan alat bantu pengambilan keputusan dalam bidang manajemen proyek (sambungan)

Judul	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
<i>Automatic Workload Estimation for Software House</i>	2020	Membuat sebuah sistem ML yang dapat membantu mengurangi waktu pengerjaan dengan mengurangi waktu pekerjaan dan alokasi pekerjaan pada seseorang (Yodnual et al., 2020).	Menggunakan metode <i>naïve bayes</i> untuk mengetahui tingkat beban kerja yang akan dilakukan seseorang berdasarkan parameter (Yodnual et al., 2020): <ol style="list-style-type: none"> 1. Prioritas 2. Jenis tiket 3. Jenis pekerjaan 	Diketahui dengan adanya penambahan sistem ML <i>naïve bayes</i> untuk memprediksi beban kerja yang akan dilakukan, mampu untuk mengurangi waktu ketika memperjelas beban kerja dan pembagian kerja, dan juga mengurangi beban pada sumber daya karena pekerjaan tersebar merata (Yodnual et al., 2020). <p>Akan tetapi dengan algoritma <i>naïve bayes</i> yang digunakan memiliki kelemahan di mana perlu di berikan pembobotan pada kategori yang dibuat sehingga hasil yang di munculkan relatif bias dengan pembobotan yang sudah ditetapkan.</p>
<i>A review of machine learning applications in human resource management</i>	2022	Melihat bagaimana perusahaan mengadopsi ML dalam melakukan penyelesaian permasalahan manajemen sumber daya pada organisasi (Garg et al., 2022).	Melakukan studi literatur terhadap 105 jurnal terindeks scopus yang mengimplementasikan ML pada proses manajemen sumber daya.	Diketahui bahwa untuk memecahkan permasalahan rekrutmen dan manajemen performa sumber daya pada organisasi, metode ML yang digunakan adalah <i>decision tree</i> dan <i>natural language programming</i> untuk melakukan klasifikasi. <p>Akan tetapi penggunaan <i>decision tree</i> sering kali mendapatkan permasalahan karena keputusan yang di ambil berdasarkan satu pohon keputusan. (Garg et al., 2022).</p>

Tabel 1.8 Penelitian terdahulu terkait pengambilan keputusan dengan alat bantu pengambilan keputusan dalam bidang manajemen proyek (sambungan)

Judul	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
<i>Research on the Classification of High Dimensional Imbalanced Data based on the Optimization of Random Forest Algorithm</i>	2018	Mengetahui performa ML <i>random forest</i> dalam melakukan klasifikasi untuk data yang memiliki banyak dimensi dan elemen (Xiaojuan, 2018).	Melakukan studi literatur dan studi evaluasi terhadap penggunaan ML khususnya <i>random forest</i> .	<p><i>Random forest</i> merupakan metode ML yang merupakan penyempurnaan dari metode <i>decision tree</i>, di mana permasalahan <i>overfitting</i> dapat di atasi dikarenakan <i>random forest</i> terdiri dari beberapa <i>decision tree</i> yang di akhir diambil keputusan sehingga model lebih akurat.</p> <p>Penggunaan <i>random forest</i>, saat ini belum maksimal dikarenakan kompleksitas implementasi. Akan tetapi <i>random forest</i> memiliki potensi tinggi dan tingkat akurasi yang lebih besar (Xiaojuan, 2018).</p>

Pada Tabel 1.1 - Tabel 1.2 telah dijelaskan bagaimana manajemen pekerjaan dan manajemen sumber daya dilakukan pada beberapa penelitian. Dapat disimpulkan bahwa dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, manajemen pekerjaan yang dilakukan oleh sumber daya manusia dan juga manajemen sumber daya manusia di dalam suatu proyek penting untuk dilakukan karena akan mempengaruhi performa proyek seperti keterlambatan *delivery* proyek, hingga terbengkalai suatu proyek. Adapun solusi yang dilakukan pada penelitian sebelumnya masih bersifat modular untuk permasalahan manajemen pekerjaan dan tidak bersifat holistik proyek.

Pada Tabel 1.3-Tabel 1.5 telah dijelaskan bagaimana SIMP digunakan dalam membantu pekerjaan manajer proyek dalam melakukan manajemen proyek. Diketahui bahwa dari SIMP yang ada di pasar saat ini, masih belum dapat mengakomodir kebutuhan manajer proyek terkait manajemen pekerjaan dan manajemen sumber daya secara dinamis. Untuk itu para manajer proyek mengombinasikan beberapa SIMP untuk dapat menyelesaikan permasalahan manajemen proyek yang bersifat dinamis. Namun belum ada penelitian mengenai pengembangan SIMP untuk dapat menyelesaikan permasalahan spesifik ke manajemen pekerjaan dan manajemen alokasi sumber daya.

Pada Tabel 1.6-Tabel 1.8 menunjukkan bagaimana penelitian terkait dengan pengambilan keputusan terkait dengan proyek berdasarkan teknologi pengambilan keputusan. MCDM merupakan sebuah teknik yang dapat digunakan untuk melakukan pemilihan proyek. Akan tetapi keluaran dari pengambilan keputusan menggunakan MCDM masih bersifat statis, bergantung pada model MCDM yang telah dibuat di awal, sehingga tidak dapat digunakan pada kasus yang bersifat dinamis.

Penelitian lainnya membahas terkait dengan optimasi penentuan lingkup pekerjaan dan beban pekerjaan menggunakan salah satu metode ML klasifikasi yaitu *naïve bayes*. Dengan menggunakan metode *naïve bayes*, ditemukan bahwa dapat mengurangi waktu proses estimasi pekerjaan dan mengurangi beban pekerjaan. Akan tetapi metode ML *naïve bayes* memiliki kekurangan di mana kategori klasifikasi perlu diberikan pembobotan agar ML mengarah ke kategori tersebut. Hal ini sedikit bertolak belakang dengan kebutuhan dilapangan yang bersifat dinamis. Penelitian terkait dengan alokasi pekerjaan juga dilakukan dengan melakukan studi literatur terhadap 105 jurnal terindeks scopus yang mengimplementasikan ML pada proses manajemen sumber daya.

Berdasarkan penelitian tersebut, diketahui bahwa ML digunakan dalam proses penetuan sumber daya yang akan masuk ke dalam organisasi dan juga manajemen performa yang dilakukan oleh pegawai dalam organisasi. ML yang digunakan pada penelitian ini adalah *decision tree* dan *natural language programming* untuk melakukan klasifikasi. Akan tetapi penggunaan *decision tree* sering kali mendapatkan permasalahan karena keputusan yang diambil berdasarkan satu pohon keputusan sehingga memudahkan terjadinya *over fitting*.

Penelitian yang dilakukan oleh Xiaojuan, mengembangkan metode ML *decision tree* yang memiliki permasalahan terkait hasil yang bersifat *over fitting* yang terjadi karena hanya menggunakan satu pohon keputusan, dengan menggunakan *random forest*. Permasalahan *overfitting* dapat di atasi dikarenakan random forest terdiri dari beberapa decision tree yang di akhir diambil keputusan sehingga model lebih akurat.

Akan tetapi penggunaan *random forest* saat ini belum digunakan oleh banyak pihak, dikarenakan kompleksitas ketika akan melakukan implementasi dan pengembangan model.

1.4 Celah Penelitian dan Kebaruan Penelitian

Berdasarkan Sub Bab 1.3 telah dilakukan pembahasan penelitian terdahulu terkait dengan manajemen pekerjaan dan manajemen sumber daya manusia, SIMP, dan juga pengambilan keputusan dengan alat bantu pengambilan keputusan dalam bidang manajemen proyek.

Dari penelitian pada Sub Bab 1.3, terbuka peluang penelitian terkait dengan pengembangan SIMP dengan mengintegrasikan *machine learning* untuk dapat mengoptimasi manajemen pekerjaan yang dilakukan pada proyek dan juga alokasi pekerjaan yang dikerjakan oleh sumber daya manusia yang ada di dalam sebuah proyek.

Penelitian yang akan dilakukan adalah merancang sebuah SIMP yang dapat menyelesaikan permasalahan alokasi pekerjaan pekerjaan yang dikerjakan oleh sumber daya manusia yang ada di dalam sebuah proyek secara statis dan dinamis dengan menggunakan *machine learning* untuk menentukan kriteria apa saja yang menjadi prioritas dalam menentukan alokasi pekerjaan dan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan suatu proyek. Kriteria ini kemudian diintegrasikan kedalam SIMP dan

menerima masukan dari manajer proyek, dan akan memberikan keluaran alokasi sumber daya yang tepat untuk mengerjakan suatu pekerjaan di dalam proyek. Desain yang telah dibangun kemudian disimulasikan kedalam sebuah proses bisnis dan dilihat signifikansi dampak dari desain yang telah dibuat.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah “Mengoptimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya dengan sistem informasi manajemen proyek yang terintegrasi dengan teknologi pengambilan keputusan”.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi manajer proyek, memberikan dasar bagi manajer proyek untuk menginisiasi proyek pengembangan SIMP yang dapat menyelesaikan permasalahan alokasi pekerjaan dan sumber daya.
2. Bagi para pengembang aplikasi, mendapatkan landasan dalam melakukan pembangunan SIMP yang dapat menyelesaikan permasalahan alokasi pekerjaan dan sumber daya.
3. Bagi peneliti, dapat digunakan sebagai acuan dan referensi untuk mengembangkan SIMP untuk dapat menyelesaikan lebih banyak pemasalahan manajemen proyek.

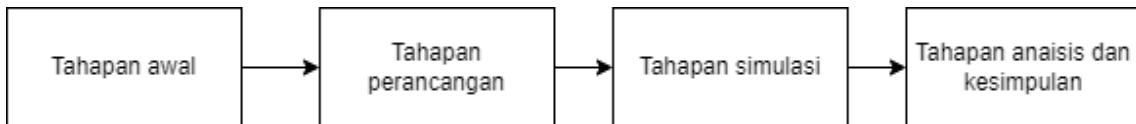
1.7 Batasan Penelitian

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Proyek yang dijadikan acuan dalam penelitian ini terbatas pada perusahaan teknologi informasi berkusus pada pengembangan perangkat lunak.
2. Lokasi penelitian dilakukan disalah satu anak usaha perusahaan BUMN yang bergerak di bidang telekomunikasi.
3. Penelitian yang dilakukan bersifat desain sehingga hasil yang dikeluarkan dari penelitian ini merupakan simulasi dari sistem yang telah di rancang.
4. Data latih yang digunakan untuk membuat model dari *machine learning* didapatkan dari praktisi proyek yang berkecimbung di industri teknologi informasi dalam rentang tahun 2021-2022.

1.8 Ringkasan Metodologi Penelitian

Penelitian ini secara garis besar dapat digambarkan seperti pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Ringkasan Metodologi Penelitian

Berdasarkan Gambar 1.5 penelitian dibagi menjadi empat tahapan yaitu tahapan awal, tahapan perancangan, tahapan simulasi, dan tahapan analisa dan kesimpulan. Tahapan awal merupakan tahapan di mana dilakukan studi literatur untuk mencari tahu terkait dengan apa yang sudah dilakukan pada penelitian terdahulu terkait dengan manajemen sumber daya dan pekerjaan, sistem informasi manajemen proyek, dan pengambilan keputusan menggunakan alat bantu pengambilan keputusan dalam bidang manajemen proyek. Hasil studi literatur ini kemudian dilakukan analisis untuk mencari celah penelitian yang menjadi kebaruan dari penelitian ini. Berdasarkan celah penelitian yang telah ditentukan, maka pertanyaan penelitian dapat ditentukan beserta tujuan penelitian untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah ditentukan. Akhir dari tahapan awal adalah penyusunan metodologi penelitian yang akan dilakukan hingga mendapat hasil akhir yang diharapkan.

Tahap perancangan, merupakan tahapan untuk melakukan pengumpulan data dan perancangan dari sistem informasi manajemen proyek yang akan dibangun. Secara umum sistem yang dibangun dibagi menjadi tiga bagian yaitu sistem basis data, sistem identifikasi, dan proses bisnis manajemen proyek. Tahapan awal dalam tahap perancangan adalah melakukan penentuan pakar yang akan menjadi sumber dari data yang akan dijadikan acuan dan model dalam penelitian. Setelah ditentukan pakar yang akan menjadi sumber, kemudian dilakukan perancangan kuesioner. Dalam tahapan perancangan kuesioner poin-poin pertanyaan disesuaikan agar dapat memperoleh data-data terkait dengan:

- Kriteria yang diperlukan dalam menentukan sumber daya yang akan melaksanakan proyek.
- Kriteria sumber daya yang dapat memenuhi suatu pekerjaan dalam sebuah proyek

- Kondisi proses bisnis untuk kegiatan manajemen proyek yang berjalan saat ini.

Setelah didapatkan kuesioner, maka proses pengumpulan data dilakukan. Data yang dikumpulkan merupakan data primer yang merupakan jawaban dari para pakar terkait dengan pertanyaan yang telah dibuat pada kuesioner. Data pada kuesioner kemudian diterjemahkan menjadi sebuah rancangan dari tiga sistem utama yaitu sistem basis data, sistem identifikasi, dan proses bisnis. Proses bisnis yang dirancang dibagi menjadi dua yaitu proses bisnis yang berjalan saat ini dan rancangan proses bisnis ketika sistem basis data dan sistem identifikasi sudah diimplementasikan. Proses bisnis akan dimodelkan dalam bentuk *Business Process Modelling Notation* (BPMN) yang nantinya akan dilakukan simulasi dengan memasukan parameter pada tiap proses yang dijalankan.

Tahapan Simulasi, merupakan tahapan di mana sistem yang telah dibangun disimulasikan dengan memasukan parameter sehingga mengeluarkan keluaran seperti kondisi asli. Sistem yang akan dilakukan simulasi adalah sistem basis data dan sistem identifikasi, untuk dapat menerima data kriteria kedalam sistem basis data dan melakukan proses identifikasi dan alokasi sumber daya. Hasil dari simulasi sistem ini kemudian menjadi parameter yang akan dimasukan ke BPMN dari model proses bisnis yang baru. Parameter proses bisnis lama dan baru kemudian dimasukan ke dalam model BPMN dan akan mengeluarkan keluaran yang akan dianalisis pada tahapan selanjutnya.

Tahapan Analisa dan Kesimpulan, merupakan tahapan akhir dari penelitian, untuk melakukan analisa dari data yang telah didapatkan dari proses simulasi. Data akan dianalisa secara statistik untuk melihat apakah terdapat perbedaan signifikan antara sebelum adanya rancangan sistem informasi manajemen proyek yang dibuat dengan setelah menggunakan rancangan sistem informasi manajemen proyek dibuat. Hasil pengujian statistik ini kemudian dapat ditarik informasi dan diambil kesimpulan dari penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transformasi Digital pada Industri Teknologi Informasi

Organisasi pada era industri 3.0 hanya mementingkan cara suatu pekerjaan dapat diselesaikan dengan cepat dan efisien dengan menggunakan bantuan dari mesin. Seiring dengan berjalananya waktu dan perubahan era ke industri 4.0, industri diharapkan tidak hanya mampu untuk menyelesaikan pekerjaan dengan cepat tetapi juga mampu untuk memenui *business value* dari suatu pekerjaan (Lin et al., 2022). Untuk memastikan suatu industri mampu untuk mencapai *business value* tertentu transformasi digital dilakukan dengan mengembangkan teknologi informasi dan sistem informasi dari suatu industri untuk memastikan *organizational capability* tercapai (Lin et al., 2022).

Transformasi digital merupakan implementasi teknologi yang ada yang bertujuan untuk merubah secara radikal performa dari suatu perusahaan (Hannemann et al., 2022). Implementasi transformasi digital bersifat terintegrasi, teroptimasi dengan terhubung dengan teknologi terbaru dan juga basis data terpusat atau *Big Data* (Hannemann et al., 2022).

2.1.1 Manfaat Transformasi Digital

Big Data Analytics (BDA) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan oleh suatu organisasi dalam melakukan analisis berbasis data utama (Lin et al., 2022). BDA dapat digunakan untuk menginkatkan dan mempercepat adopsi perubahan pada suatu organisasi untuk dapat menyesuaikan dengan kebutuhan jaman (Lin et al., 2022).

Teknologi digital merupakan salah satu alat yang dapat digunakan oleh suatu perusahaan untuk melakukan perubahan model bisnis yang sedang dilakukan (Bughin et al., 2021). Implementasi dari teknologi informasi dan sistem basis data memungkinkan adanya perubahan model bisnis yang lebih kompleks.

2.1.2 Kekurangan Transformasi Digital

Terlepas dari diketahui bahwa transformasi digital merupakan bagian penting agar suatu perusahaan dapat berkembang, hanya 50% perusahaan yang mampu

mengimplementasikan transformasi digital dengan tepat dan memenuhi ekspektasi (Bughin et al., 2021).

Kegagalan dari implementasi transformasi digital pada suatu perusahaan dapat diakibatkan oleh beberapa hal, yaitu (Bughin et al., 2021):

- Desain proses yang salah,
- Tidak ada komitmen eksekusi dari sistem yang telah dibangun,
- Kurangnya kemampuan personal di suatu perusahaan dalam literasi digital.

Seluruh perusahaan yang mengimplementasikan transformasi digital khususnya industri Teknologi informasi, berharap bahwa dengan adanya transformasi digital dapat mengembangkan kegiatan operasional sehari-hari dan kegiatan unik seperti proyek.

2.2 Manajemen Proyek

Untuk mengetahui apa itu manajemen proyek perlu diketahui terlebih dahulu terkait definisi dari proyek. Proyek merupakan sebuah kegiatan yang bersifat sementara untuk menghasilkan sebuah produk, jasa atau hasil yang berbeda dari yang biasanya dilakukan (PMI, 2021a). Manajemen proyek menurut penelitian yang dilakukan oleh Ashkezari et al. Merupakan sebuah aplikasi proses, aktivitas, dan pendekatan untuk mencapai tujuan tertentu dengan menyesuaikan dengan kriteria penerimaan yang telah ditentukan (Ashkezari et al., 2022).

Manajemen proyek memiliki grup proses yang menggambarkan perjalanan secara umum suatu proyek yang dilakukan oleh seseorang. Grup proses dari manajemen proyek dibagi menjadi beberapa grup (PMI, 2021a), yaitu:

- Inisiasi
- Perencanaan
- Eksekusi
- Pengendalian dan pengawasan
- Penutupan

Perjalanan dari suatu proyek ditentukan dari ukuran lingkup proyek yang sedang dikerjakan. Untuk proyek dengan siklus perjalanan yang Panjang, memiliki banyak

stakeholder dan berpengaruh terhadap banyak orang dapat di sebut sebagai *Major Infrastructure Project* (MIP) (Shi et al., 2020). Manajer proyek perlu memastikan setiap grup proses pada manajemen proyek dapat terlaksana dengan baik dan mencapai kriteria penerimaan yang telah ditentukan.

Manajemen proyek juga memiliki beberapa area pengetahuan yang perlu untuk dilakukan pengelolaan sepanjang proyek. Setiap proyek pasti meliputi seluruh area pengetahuan dari proyek manajemen, tetapi tidak semua area pengetahuan perlu di pertimbangkan ketika melakukan manajemen proyek (Fink & Pinchovski, 2020; PMI, 2021a). Adapun area pengetahuan dari proyek manajemen (PMI, 2021a; van Besouw & Bond-Barnard, 2021), meliputi:

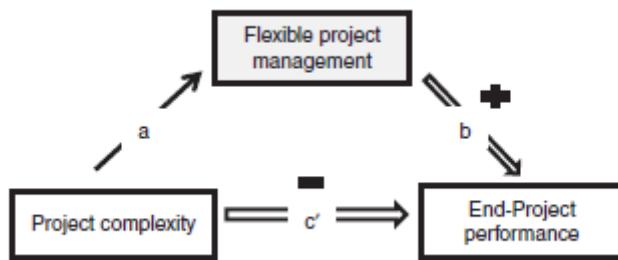
- Manajemen Integrasi,
- Manajemen Lingkup,
- Manajemen Jadwal,
- Manajemen Biaya,
- Manajemen Kualitas,
- Manajemen sumber daya,
- Manajemen Komunikasi,
- Manajemen Risiko,
- Manajemen Pengadaan,
- Manajemen *stakeholder*.

2.3 Pendekatan Manajemen Proyek

Manajemen proyek seiring waktu mengalami perubahan baik dari sisi aturan, proses, alat dan juga pendekatan. Manajemen proyek secara umum memiliki dua pendekatan yang saat ini berjalan yaitu tradisional atau yang biasa di sebut dengan *waterfall* dan manajemen proyek yang fleksibel atau biasa di sebut sebagai *agile* (PMI, 2021a).

Pendekatan manajemen proyek yang fleksibel, memungkinkan adanya fleksibilitas pada grup proses perencanaan dan implementasi (Jalali Sohi et al., 2020). Fleksibilitas yang di maksud tidak hanya terbatas pada kelonggaran pemilihan keputusan tetapi memungkinkan adanya perubahan yang bersifat mayor dari seluruh grup proses yang ada (Jalali Sohi et al., 2020). Skema dari adanya manajemen proyek yang fleksibel dapat

dilihat pada Gambar 2.1. Kompleksitas proyek akan mengurangi performa dari hasil akhir proyek, hal ini diakibatkan oleh adanya batasan-batasan yang tidak dapat dilalui pada model pendekatan manajemen proyek tradisional (Burga et al., 2022). Dengan adanya manajemen proyek yang bersifat fleksibel, memungkinkan untuk melewati batasan-batasan yang sebelumnya terhambat pada model pendekatan tradisional, dengan memperhatikan beberapa aturan khusus (Burga et al., 2022; Jalali Sohi et al., 2020).



Gambar 2.1 Hubungan kompleksitas proyek dengan bantuan fleksibilitas manajemen proyek dengan hasil akhir proyek

Sumber: (Jalali Sohi et al., 2020)

Agile project management memiliki beberapa fitur yang menjadi daya Tarik para praktisi proyek untuk memilih pendekatan ini di bandingkan pendekatan manajemen proyek tradisional (Jalali Sohi et al., 2020), yaitu :

- Mengutamakan kepuasan pelanggan,
- Menerima perubahan dalam proyek dengan mudah,
- Keluaran dari proyek di tuntut untuk dapat diselesaikan di waktu yang singkat,
- *Self-organized*
- Mempererat hubungan antara bagian bisnis dan bagian teknis.

Transformasi digital merupakan salah satu pendorong penerapan pendekatan manajemen proyek *agile* saat ini banyak digunakan. Transisi penggunaan pendekatan manajemen proyek tradisional ke pendekatan manajemen proyek *agile*, utamanya dapat dilihat pada akuntabilitas proyek, di mana sebelumnya akuntabilitas hanya terpusat kepada pemilik proyek dan manajer proyek, berubah menjadi seluruh anggota yang ada di dalam tim proyek tersebut (Burga et al., 2022).

2.4 Kriteria Kesuksesan Proyek

Proyek agar dapat dinyatakan sebagai proyek yang sukses utamanya perlu untuk memenuhi kriteria penerimaan yang telah ditetapkan (Ashkezari et al., 2022). Dalam manajemen proyek dikenal istilah *iron triangle*. *Iron triangle* adalah *metric* yang digunakan untuk mengukur kesuksesan proyek yang terdiri dari waktu, lingkup, biaya, dan kualitas (Tam et al., 2020). Di mana *time*, *scope* dan *cost* merupakan estimasi yang dapat direncanakan dan divariasikan sementara *quality* merupakan komponen dependen terhadap 3 komponen estimasi (Tam et al., 2020).

2.5 Sistem Informasi Manajemen Proyek

Dalam pelaksanaan sebuah proyek, manajer proyek menggunakan sebuah alat bantu untuk mempermudah proses manajemen proyek pada seluruh grup proses manajemen proyek yang di sebut dengan Sistem Informasi Manajemen Proyek (SIMP). SIMP merupakan sebuah alat yang digunakan suatu organisasi, untuk menghasilkan, menyimpan, dan mengelola data Proyek dalam mengejar kinerja Proyek yang optimal (van Besouw & Bond-Barnard, 2021). SIMP secara umum memiliki beberapa fungsi utama yang dapat membantu manajer proyek (PMI, 2021a; van Besouw & Bond-Barnard, 2021), yaitu:

- Perangkat lunak pengolahan jadwal
- Alat pengendali pengeluaran proyek
- Alat pengendali sumber daya proyek
- Sistem informasi dokumentasi proyek

Fungsi lain dari SIMP adalah sebagai *performance management* dan *project portfolio management*. *Performance management* adalah praktik manajemen sumber daya manusia untuk mengevaluasi sumber daya sesuai kriteria yang dimasukan kedalam sistem (Tewari & Pant, 2020).

Performance management dari sebuah proyek secara manual menggunakan beberapa cara seperti *Key Performance Indicator* (KPI), *Balance Score Card* (BSC), dan *the European Foundation for Quality Excellence Model*. Namun, Metode *performance management* seperti ini memiliki kekurangan di mana, performa yang diukur tidak bersifat *real-time* (Kim et al., 2018).

Performance management pada SIMP apabila diintegrasikan dengan kecerdasan buatan memungkinkan adanya manajemen performa yang didasari oleh data yang ada pada SIMP. SIMP digunakan sebagai *performance management system*, yang merupakan sistem kompleks yang digunakan untuk mengukur performa dari sumberdaya manusia baik kualitatif dan kuantitatif dan membantu untuk pengambilan keputusan terkait penggunaan sumber daya (Patil et al., 2022).

Area pengetahuan manajemen proyek yang digunakan untuk mengukur performa dari proyek seperti yang tercantum pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Kategori area manajemen proyek yang dijadikan tolok ukur untuk pengukuran performa proyek (van Besouw & Bond-Barnard, 2021)

#	Kategori
1	Waktu
2	Biaya
3	Kualitas
4	Kepuasan pelanggan
5	Struktur organisasi
6	Pegawai
7	Efisiensi
8	Lingkup
9	Komunikasi yang dilakukan
10	Perubahan proyek

Tabel 2.2 Kategori area manajemen proyek yang dijadikan tolok ukur untuk pengukuran performa proyek (van Besouw & Bond-Barnard, 2021) (sambungan)

#	Kategori
11	Usaha yang dikeluarkan
12	Keuntungan
13	Aspek pengadaan
14	Risiko
15	Keselamatan, Kesehatan, kerja
16	Konflik
17	Lingkungan proyek
18	Kepentingan
19	Komitmen
20	Tingkat kesuksesan implementasi
21	Relevansi
22	Persebaran

Pada Tabel 2.1 dapat di lihat bahwa Waktu, Biaya, dan Kualitas merupakan kategori area manajemen proyek teratas. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Ashkezari et al., 2022 di mana Waktu, Biaya, dan Kualitas yang merupakan bagian dari *iron triangle*, merupakan metric yang dapat digunakan untuk menentukan kesuksesan proyek.

Sedangkan *project portfolio management* adalah sekumpulan proyek yang saling berkaitan dan diselesaikan oleh sumber daya yang sama. *Project portfolio management* menetukan proyek mana yang di eksekusi dan menentukan prioritas antara project, dan mentukan alokasi sumber daya (Kock et al., 2020).

SIMP mulai dikembangkan dan diintegrasikan dengan sistem tambahan untuk dapat menerima inputan data yang bersifat *realtime* sehingga dapat menghasilkan olahan data proyek yang dapat menjadi pengetahuan (van Besouw & Bond-Barnard, 2021).

2.5.1 Pengolahan Jadwal

Pengolahan jadwal dan penjadwalan pekerjaan merupakan tahapan yang kritis dalam melakukan perencanaan proyek (Wulandari et al., 2018). Penjadwalan pekerjaan merupakan Tahapan dalam sebuah proyek untuk menentukan list pekerjaan yang akan dilakukan dan kapan akan melakukan pekerjaan tersebut (Chilton, 2014). Penjadwalan pekerjaan merupakan proses yang kompleks dan memakan waktu yang cukup, sehingga mulai banyak penelitian yang dilakukan untuk mempersingkat waktu penjadwalan pekerjaan (Chilton, 2014).

Fink menyebutkan dalam penelitiannya bahwa pengolahan jadwal yang ada saat ini hampir seluruhnya bias dengan kondisi nyata suatu proyek (Fink & Pinchovski, 2020). Adapun poin yang menyebabkan estimasi proyek bergeser dari kondisi nyata (Fink & Pinchovski, 2020), yaitu:

- Bias dari penghematan waktu,
- Ketersediaan dan relevansi informasi,
- Kerangka metode.

2.5.2 Pengendali Pengeluaran Proyek

SIMP digunakan oleh manajer proyek untuk melakukan pencatatan terhadap biaya yang dimiliki oleh proyek (van Besouw & Bond-Barnard, 2021). Biaya proyek yang terdaftar apda SIMP, kemudian dilakukan pembaruan secara berkala seiring dengan berjalannya proyek untuk mengetahui keadaan dari proyek (PMI, 2021a).

SIMP diharapkan dapat digunakan sebagai pengendali pengeluaran proyek yang baik apabila dapat memberi tahu secara dini, Ketika muncul risiko biaya yang tidak sesuai dengan rencana di awal (Kim et al., 2018).

2.5.3 Sistem Pengendali Sumber Daya Proyek

Manajemen dari beberapa proyek yang berjalan bersamaan akan mempersulit pekerjaan yang akan dilakukan, terlebih jika sumber daya yang digunakan adalah sumber daya yang sama. Permasalahan seperti ini umum disebut sebagai *Resource Constraint Multi-Project Scheduling Problem* (RCMPSP) (Hosseinian & Baradarani, 2021). Masalah utama yang ingin dipecahkan dari permasalahan

RCMPSP adalah bagaimana cara untuk menemukan penjadwalan aktifitas dari berbagai proyek untuk dengan sumber daya yang terbatas (Hosseinian & Baradaran, 2021).

Permasalahan RCMPSP merupakan permasalahan yang berhubungan dengan ketidakjelasan waktu penyelesaian proyek. Ketidakjelasan pada parameter waktu yang membuat RCMPSP termasuk kedalam permasalahan stokastik (Satic et al., 2022). Satic et al., 2022 mengembangkan penelitian sebelumnya yang dilakukan untuk memecahkan permasalahan penjadwalan dengan menambahkan keterangan waktu lebih awal, normal, dan terlambat untuk setiap pekerjaan yang dilakukan untuk mempertajam prediksi dari probabilitas yang ada (Satic et al., 2022).

SIMP saat ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan RCMPSP dengan melakukan perencanaan di depan, dengan menghubungkan pekerjaan dari suatu proyek dengan sumber daya manusia yang akan mengerjakan (Hosseinian & Baradaran, 2021; PMI, 2021a).

SIMP diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi dari kapabilitas sumber daya yang ada sehingga dapat mempermudah proses pengendalian sumber daya dari suatu proyek (Bohlouli & Schrage, 2020).

2.5.4 Sistem Kontrol Dokumen Proyek

Penyimpanan dokumen proyek merupakan hal yang penting, dikarenakan grup proses perencanaan, eksekusi, pengendalian dan pemantauan dan juga penutupan proyek mengacu pada dokument tertentu (PMI, 2021a; van Besouw & Bond-Barnard, 2021). SIMP digunakan untuk mengumpulkan dokumen yang sudah ada dan dikelompokan kedalam grup proses yang sudah ada, agar mempermudah apabila diperlukan adanya referensi dokumen terhadap grup proses tertentu (Jalali Sohi et al., 2020).

Adapun pada kondisi saat ini SIMP yang tersedia secara komersil untuk dapat digunakan dalam kebutuhan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Perbandingan SIMP Komersial berdasarkan kelebihan dan kekurangan (van Besouw & Bond-Barnard, 2021)

Nama SIMP	Core Strength	Kelemahan
Microsoft Project	<ul style="list-style-type: none"> - Penjadwalan - Biaya yang terjangkau - Mudah untuk digunakan - Digunakan pada hampir seluruh industri 	<ul style="list-style-type: none"> - Belum tersedia modul manajemen biaya dan manajemen risiko. - Proses input data dilakukan secara teks dan belum dapat dilakukan secara <i>graphical user interface</i>
Primavera	<ul style="list-style-type: none"> - Penjadwalan - Manajemen sumber daya - Manajemen portfolio - Analisa risiko 	<ul style="list-style-type: none"> - Belum tersedia modul manajemen biaya - Belum ada mekanisme <i>workflow</i>
CCS	<ul style="list-style-type: none"> - Manajemen pembiayaan - Penjadwalan - <i>Earn value integrator</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Manajemen portfolio - Manajemen dokumentasi

Tabel 2.4 Perbandingan SIMP Komersial berdasarkan kelebihan dan kekurangan (van Besouw & Bond-Barnard, 2021) (sambungan)

Nama SIMP	Core Strength	Kelemahan
Aconex	<ul style="list-style-type: none"> - Manajemen dokumentasi - Manajemen alur pekerjaan - Manajemen pekerjaan lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> - Penjadwalan - Manajemen pembiayaan
Trimble	<ul style="list-style-type: none"> - Manajemen pembiayaan - Manajemen dokumen - Manajemen alur pekerjaan - Manajemen lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> - Penjadwalan - Manajemen portfolio

2.6 PIECES Framework

Dalam merancang sebuah sistem perlu diketahui terlebih dahulu terkait dengan apa permasalahan yang sedang terjadi. *Framework* atau kerangka berpikir digunakan untuk membuat permasalahan dapat dipanjang secara sistematis dan dapat diselesaikan dengan lebih baik. PIECES *framework* merupakan sebuah *framework* yang digunakan untuk menemukan suatu permasalahan dan peluang dari sebuah kondisi untuk dapat ditemukan solusinya secara holistic (Fatoni et al., 2020; Hidayatullah et al., 2020). PIECES merupakan singkatan dari beberapa komponen penyusun untuk melihat sebuah permasalahan secara holistik yang terdiri dari (Fatoni et al., 2020; Hidayatullah et al., 2020):

1. *Performance*: Bagaimana performa sebuah sistem dalam menjalankan perintah yang telah diberikan oleh pengguna. Hal ini bisa berkaitan dengan bagaimana

throughput dari sistem dan juga *response time* yang dikeluarkan (Easterbrook, 2006).

2. *Information and Data:* Berhubungan dengan bagaimana informasi dan data yang disajikan oleh sistem, apakah sudah berhasil memenuhi kebutuhan pengguna atau belum. Informasi dan data yang digambarkan mencakup input, output, dan data yang disimpan (Easterbrook, 2006).
3. *Economics:* Berhubungan dengan bagaimana sistem yang telah diimplementasikan mampu bekerja secara efektif secara pengeluaran dan pemasukan keuangan.
4. *Control & Security:* Berhubungan dengan bagaimana sistem yang telah dibangun dapat dikendalikan agar sistem dapat berjalan dengan baik.
5. *Efficiency:* Bagaimana sistem yang telah dibangun dapat dengan ringkas dan efisien dalam menyelesaikan permasalahan yang ada.
6. *Service:* Berhubungan dengan bagaimana layanan pada sistem informasi berjalan dan apakah terdapat permasalahan secara spesifik terkait dengan sistem.

2.7 Enterprise Architecture

Sistem informasi yang ada pada lingkungan perusahaan memiliki kompleksitas yang berbeda dengan sistem informasi yang ada pada umumnya. Di mana pada sistem informasi perusahaan atau *enterprise* memiliki sistem yang saling terintegrasi, mengandung banyak proses dan hierarki yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Untuk dapat menyelesaikan permasalahan dan melakukan perancangan terhadap sistem informasi *enterprise*, dikenal sebuah metode yang biasa disebut dengan *Enterprise Architecture* (EA).

EA merupakan sebuah metode dan sebuah prinsip yang menghubungkan antara tujuan fungsional dari suatu bisnis dengan pemanfaatan teknologi informasi dan strategi sistem informasi yang akan dijalankan untuk mendapatkan *business value* (Hannemann et al., 2022). EA menujukkan struktur sebuah perusahaan dan sistem di dalamnya yang terdiri dari :

- Tujuan perusahaan,
- Struktur organisasi,
- Struktur dan hirarki informasi

- Proses bisnis yang berjalan.

Secara umum EA diadopsi dalam beberapa jenis kerangka berfikir yang bertujuan untuk mengarahkan EA dapat mencapai *business value* (Hannemann et al., 2022), yaitu :

2.7.1 *Zachman Framework*

Zachman Framework merupakan sebuah *framework* yang klasik dan memiliki beberapa istilah dalam memodelkan sistem informasi *enterprise* yang kompleks (Hannemann et al., 2022). *Zachman* memiliki enam perspektif pandangan dalam melakukan perancangan sebuah sistem informasi *enterprise*, yaitu,

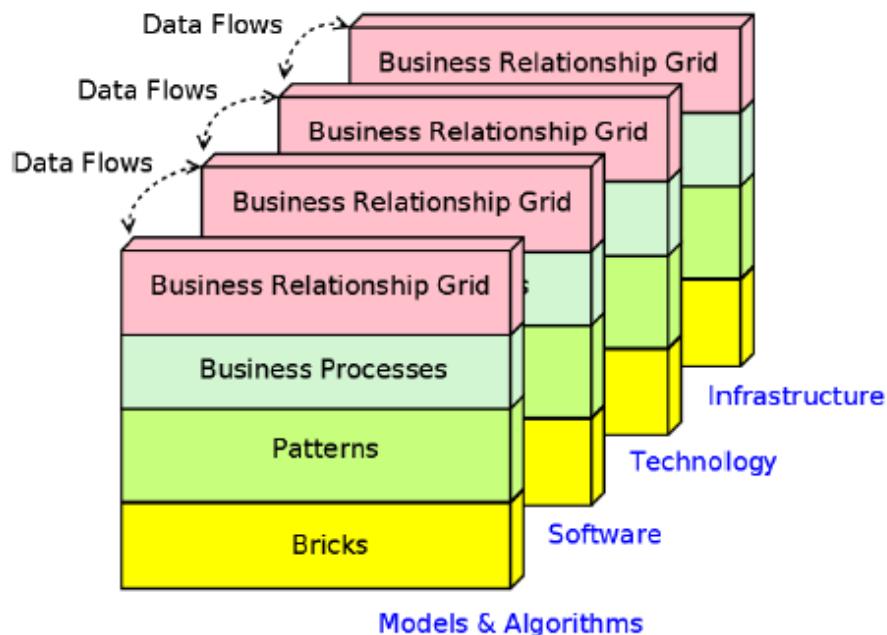
- Sudut pandang perencana
- Sudut pandang pemilik sistem
- Sudut pandang implementor
- Sudut pandang sub-kontraktor

Framework Zachman memiliki kekurangan yaitu belum memberikan keterangan urutan pekerjaan yang dilakukan dalam penggunaan *framework* ini, sehingga perlu untuk mendefinisikan urutan fase sebelum menggunakan *framework* ini.

2.7.2 *Gartner Framework*

Gartner Framework (GF) merupakan *framework* EA yang mementingkan proses perpindahan data antar aspek *framework*, untuk memastikan tujuan bisnis tercapai (Valeev et al., 2021). Pada Gambar 2.2 dapat dilihat aspek dan komponen penyusun GF. Dapat dilihat bahwa GF memiliki tiga aspek yang ditinjau ketika akan melakukan perancangan dan implementasi sistem informasi *enterprise* (Valeev et al., 2021), yaitu:

- Infrastruktur
- Teknologi
- Perangkat Lunak
- Model dan algoritma



Gambar 2.2 Aspek dan komponen penyusun *Gartner Framework*

Sumber: (Valeev et al., 2021)

Masing-masing aspek dari GF memiliki komponen yang bersifat hirarki untuk memasikan fundamental kelangsungan bisnis tetap di pertimbangan seiring pengembangan sistem.

2.7.3 *Federal Enterprise Architecture Framework*

Federal Enterprise Architecture Framework (FEAF) merupakan sebuah *framework* yang dibuat oleh *Federal Chief Information Officers* (CIO) untuk membuat sebuah kerangka EA yang dapat menyelesaikan permasalahan perusahaan yang memiliki hambatan atau tantangan ke berbagai termino yang berbeda (Gao, 2001a).

2.7.4 *The Open Group Architecture Framework*

The Open Group Architecture Framework (TOGAF) merupakan *framework* standar sistem informasi *enterprise* yang memiliki hampir seluruh komponen yang dimiliki oleh metode pengembangan arsitektur yang lainnya (Hannemann et al., 2022). Metode pengembangan arsitektur yang dimiliki oleh TOGAF terdiri dari beberapa fase (Hannemann et al., 2022), yaitu:

- Fase 35endal aini
- Penentuan visi arsitektur
- Perencanaan bisnis
- Perencanaan sistem informasi
- Perencanaan teknologi yang digunakan
- Studi peluang dan solusi yang dapat diselesaikan
- Perencanaan mekanisme migrasi layanan
- Implementasi kebijakan yang telah dibuat
- Mekanisme manajemen perubahan
- Manajemen kebutuhan

TOGAF juga memiliki empat domain arsitektur sistem informasi (Hannemann et al., 2022), yaitu :

- Arsitektur bisnis
- Arsitektur data
- Arsitektur aplikasi
- Arsitektur teknologi

TOGAF memiliki Bahasa pemodelan rancangan sistem EA yang dinamakan ArchiMate (Hannemann et al., 2022; Saragih et al., 2021). Dengan menggunakan ArchiMate, sebuah desain dapat digambarkan secara umum yang dapat menggambarkan kondisi (Hannemann et al., 2022; Saragih et al., 2021):

- Bisnis
- Aplikasi
- Teknologi
- Strategi
- Motivasi

Prinsip utama dari EA adalah untuk memberikan aturan dan juga arahan bagi perusahaan untuk penggunaan dan pengadaan teknologi informasi yang ada di suatu perusahaan.

Dengan mengimplementasikan EA di dalam perancangan sistem informasi akan lebih mudah dilakukan proses audit (Hannemann et al., 2022).

EA memiliki beberapa manfaat ketika diimplementasikan pada sebuah perusahaan yang akan mengadopsi teknologi untuk meningkatkan nilai bisnis (Gao, 2001b), yaitu:

- Penyelarasan: Adopsi dari EA diharapkan dapat menyelaraskan investasi pada teknologi dan sistem informasi sejalan dengan kebutuhan bisnis.
- Terintegrasi: Penyelarasan antara segmen yang ada pada suatu perusahaan membuat data yang digunakan tidak berubah-ubah dan alur informasi terstandarisasi dengan baik.
- Perubahan: Adopsi EA memungkinkan adanya kemudahan dalam melakukan perubahan pada suatu perusahaan. Hal ini diakibatkan oleh EA membagi aspek dan komponen dalam melakukan perancangan sehingga perluasan ataupun perubahan dapat dilakukan dengan mudah dan sistematis.
- Mempercepat *time to market*: *Framework* EA memudahkan perusahaan dalam melakukan perancangan dan implementasi dari perancangan, sehingga akan mengurangi waktu untuk proses pengembangan suatu layanan.

2.8 Business Process

Business process urutan pekerjaan yang dikerjakan oleh suatu organisasi untuk mencapai suatu tujuan yang telah ditentukan (K.Pratt & Roy, 2017; vom Brocke, 2018). *Business process* perlu untuk dikelola agar suatu perusahaan dapat memastikan tujuan yang ingin dicapai dengan lebih effisien dan memberikan kepuasan pada pelanggan. Proses pengelolaan *business process* disebut sebagai *Business Process Management* (BPM) (vom Brocke, 2018). BPM merupakan kemampuan dari suatu organisasi yang termasuk kebijakan, formulasi strategi, metode, teknologi, dan manusia untuk menganalisis, merancang, mengimplementasikan dan mengembangkan secara berkala sebuah *business process* (vom Brocke, 2018). BPM secara umum memiliki dua fase dalam proses pengembangannya yaitu pengembangan proses dan *reengineering* proses (vom Brocke, 2018). Pengembangan proses merupakan tahapan di mana suatu organisasi menganalisis proses bisnis yang berjalan saat ini dan memberikan perbaikan ataupun inovasi pada proses bisnis yang berjalan untuk mengejar pengembangan yang berkelanjutan. *Reengineering* proses merupakan tahapan di mana proses bisnis yang berjalan, diuji dan

ditantang untuk dapat memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Apabila proses bisnis tidak dapat memenuhi pengujian maka dilakukan perubahan secara radikal terhadap proses bisnis yang berjalan untuk dapat memenuhi tuntutan yang diinginkan (vom Brocke, 2018).

2.8.1 Business Process Modelling Notation

Business Process Modelling Notation (BPMN) merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menggambarkan sebuah proses bisnis yang ada di dalam suatu proses (González Moyano et al., 2022a). BPMN merupakan alat pemodelan proses bisnis yang banyak digunakan pada industri yang menjalankan *agile software development* (González Moyano et al., 2022b). Dalam sebuah BPMN, proses bisnis ditandai dengan tanda mulai dan tanda berhenti dari suatu bisnis proses, dan berisi komponen proses dan juga keputusan yang menunjukkan bagaimana suatu bisnis dapat berjalan.

Dalam sebuah BPMN terdapat 3 komponen penting yang menggambarkan struktur dari BPMN yaitu:

- *Initiate and End Node*

Merupakan titik yang menggambarkan kapan sebuah proses bisnis dimulai dan selesai dilakukan.

- *Process Node*

Merupakan titik yang menggambarkan proses yang berjalan dari suatu pekerjaan. *Process Node* juga memiliki beberapa jenis yang menggambarkan jenis proses yang sedang dikerjakan. *Process node* yang ada pada perangkat lunak BPMN saat ini yaitu:

- *Send task*
- *Receive task*
- *User task*
- *Manual task*
- *Service task*
- *Script task*

- *Business rule task*
- *Gateway Node*

Titik yang menggambarkan percabangan dari dua proses yang berjalan. *Gateway node* dapat bersifat *exclusive* yang menunjukkan percabangan atas dua pilihan proses, dan *parallel* yang menunjukkan bahwa dua proses pekerjaan berjalan bersamaan.

2.8.2 Business Process Management Best Practice

Dalam melakukan manajemen proses bisnis, terdapat beberapa proses *best practices* yang dapat dilakukan untuk mendapatkan sebuah manajemen proses bisnis yang sesuai dengan standar yang ada (Mansar & Reijers, 2005; Reijers, 2021). Adapun beberapa manajemen proses bisnis yang biasa dilakukan sebagai berikut:

- *Task elimination*
- *Task composition*
- *Integral Technology*
- *Empower*
- *Order Assignment*
- *Resequencing*
- *Specialist Generalist*
- *Integration*
- *Parallelism*
- *Numerical Involvement*

Business Process Management Best Practice perlu diperhatikan ketika melakukan desain proses untuk menentukan perbaikan yang akan dilakukan.

2.9 Teori Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan menurut Shi et al. adalah sebuah kombinasi dari proses dan hasil, yang mengacu pada proses identifikasi masalah dan memilih skema akhir yang akan digunakan (Shi et al., 2020). Adapun dalam pengambilan keputusan pada manajemen Proyek memiliki definisi yang berbeda dari pengambilan keputusan secara umum yaitu sebuah proses membuat dan melakukan pemilihan pada isu-isu yang berkaitan dengan perencanaan, penawaran, dan operasional dari sebuah Proyek (Shi et al., 2020).

Dalam pengambilan keputusan terdapat hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu ketika suatu proses pengambilan keputusan mengacu pada serangkaian fitur dalam konteks keputusan yang membuat pengambilan keputusan semakin kompleks. Kondisi seperti ini dapat juga disebut sebagai kompleksitas pengambilan keputusan (Shi et al., 2020).

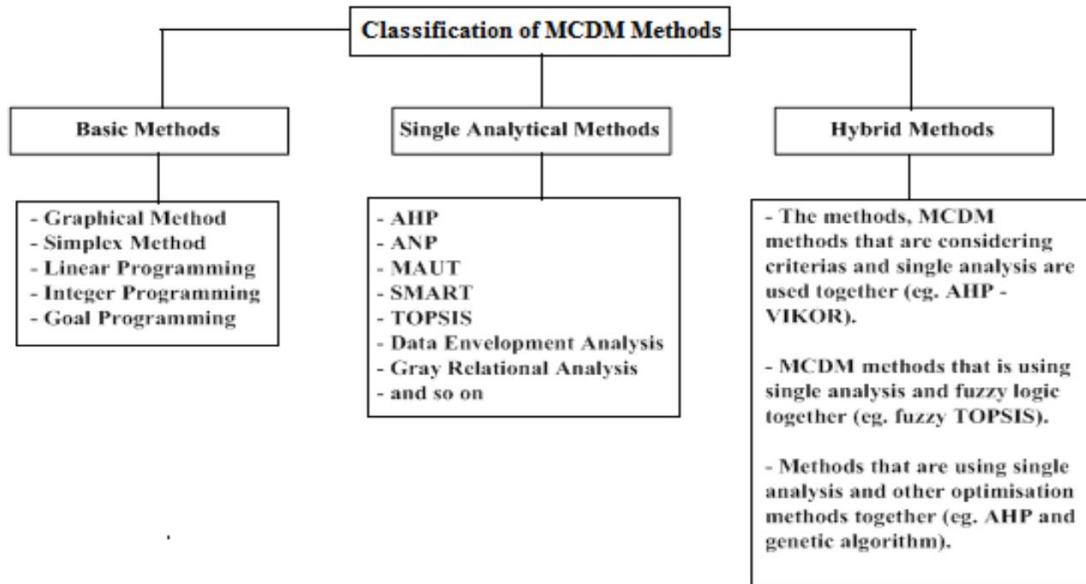
Kompleksitas dalam pengambilan keputusan dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu kompleksitas detil dan kompleksitas dinamis (Shi et al., 2020). Kompleksitas detil menggambarkan suatu kompleksitas yang terkait dengan hasil akhir dari pengambilan keputusan. Sedangkan kompleksitas dinamis merupakan jenis kompleksitas yang berubah-ubah seiring berjalanya proyek, kompleksitas ini terkait dengan proses pengambilan keputusan (Shi et al., 2020).

2.9.1 Multi Criteria Decision Making

Multi Criteria Decision Making (MCDM) merupakan salah satu pendekatan untuk melakukan pemilihan atau pengambilan keputusan berdasarkan pilihan-pilihan yang di formalisasi secara transparan dan dengan cara tertentu (Zlaugotne et al., 2020). MCDM merupakan ilmu yang mempelajari metode dan juga prosedur yang mempertimbangkan beberapa kriteria yang mungkin akan saling berhubungan untuk dapat dihubungkan dengan mekanisme proses manajemen perencanaan (Hannemann et al., 2022). MCDM merupakan sebuah pendekatan yang dapat menghasilkan beberapa set solusi yang baik ataupun mendekati terbaik untuk permasalahan yang berhubungan antara satu pilihan dengan pilihan lain (Arslan, 2018).

MCDM membantu pengambil keputusan dengan menggunakan kriteria untuk memilih alternatif pilihan atau prioritas dari peringkat alternatif (Almeida Prado Cestari et al., 2020). MCDM membantu individual yang cenderung ketika berpikir dipengaruhi oleh perasaan yang dirasakan (Arslan, 2018).

MCDM telah di klasifikasi berdasarkan data yang menjadi masukan, kriteria yang digunakan dan juga berapa banyak alternatif pilihan yang dapat di hasilkan. Pada klasifikasi ini MCDM dapat dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu *basic method*, *single analytical method*, dan *hybrid method* (Arslan, 2018).



Gambar 2.3 Pembagian MCDM berdasarkan data, kriteria yang digunakan, dan jumlah hasil yang dikeluarkan

Sumber: (Arslan, 2018)

Basic method merupakan jenis MCDM sederhana yang terdiri dari satu model matematis penyelesaian seperti metode programa linier, programma integer, dan *goal programming* (Arslan, 2018).

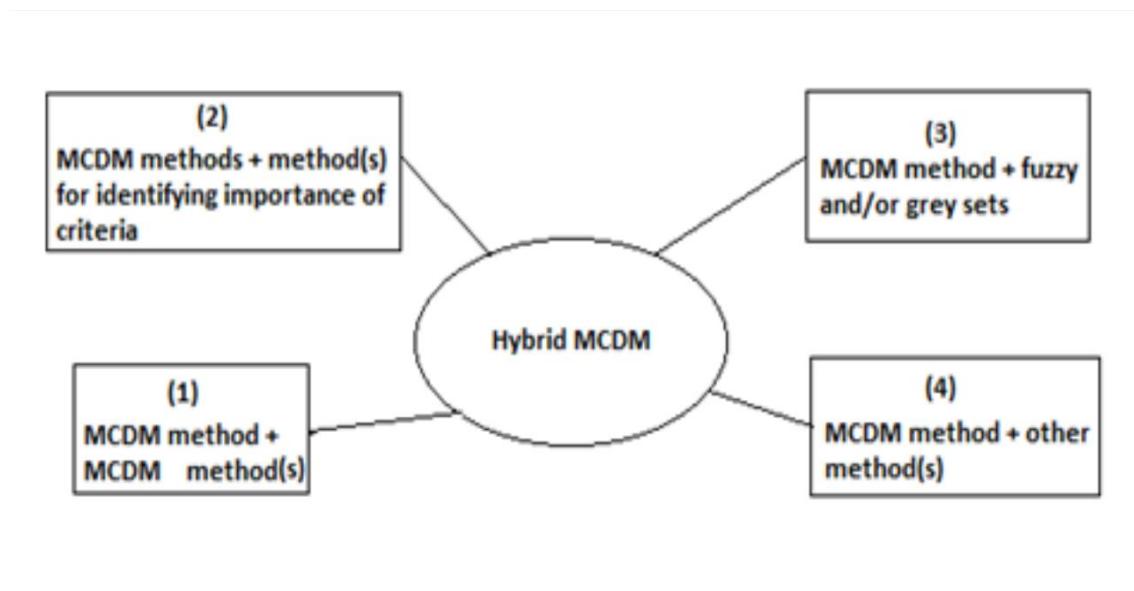
Single Analytical Model merupakan jenis MCDM yang mengadopsi *basic method* sebagai dasar, kemudian dikembangkan dengan variasi model analisis yang dilakukan (Arslan, 2018).

Hybrid Method merupakan jenis MCDM yang menggabungkan satu atau lebih jenis MCDM untuk mendapatkan hasil alternatif pilihan yang lebih tepat dan saling mengisi kekurangan dari sistem MCDM yang lain (Arslan, 2018). *Hybrid method* dapat di bentuk dengan mengombinasikan beberapa kombinasi (Arslan, 2018)::

1. Kombinasi antara metode *single analysis model* dengan *single analysis model* yang lainnya.
2. Kombinasi metode MCDM dengan metode *single analysis model* yang dapat mengidentifikasi kriteria lebih baik.

3. Kombinasi teori logika *fuzzy* dengan salah satu metode *single analytical method*.
4. Kombinasi antara *single analysis model* dengan model optimasi lainnya.

Kombinasi dari model *hybrid MCDM* dapat di lihat pada



Gambar 2.4 Kombinasi MCDM untuk membentuk sebuah MCDM yang bersifat hybrid

Sumber: (Arslan, 2018)

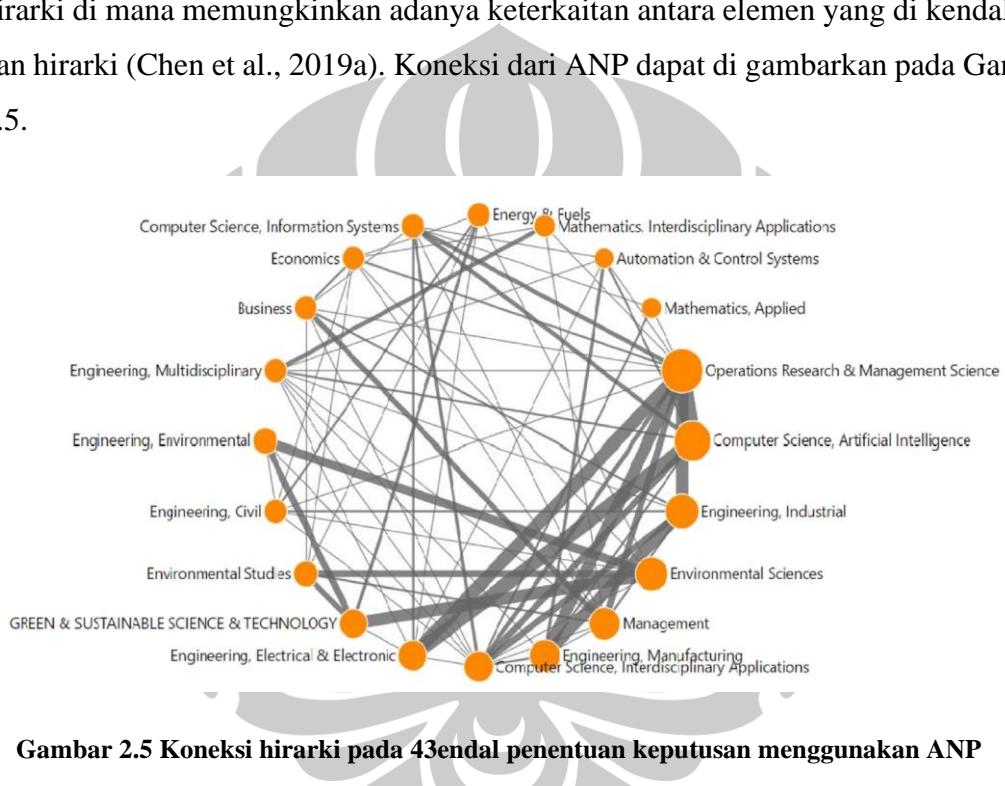
Setiap MCDM memiliki perhitungan dan Metode yang berbeda yang akan menghasilkan data yang kemungkinan berbeda juga (Zlaugotne et al., 2020). Pada Tabel 2.5 dapat dilihat perbandingan Metode MCDM yang umum digunakan dari berbagai aspek (Zlaugotne et al., 2020).

Tabel 2.5 Rangkuman perbandingan metode MCDM yang umum digunakan (Zlaugotne et al., 2020)

	TOPSIS	VIKOR	COPRAS	AHP
Jenis normalisasi	Normalisasi vektor	Normalisasi linier	Normalisasi vektor	Normalisasi vektor
Kegunaan	Pengambilan keputusan, penentuan peringkat	Pengambilan keputusan, penentuan peringkat	Pengambilan keputusan, penentuan peringkat	Keperluan sortasi, Pengambilan keputusan, penentuan peringkat
Masukan	Pembobotan yang berentang dari yang ideal-tidak ideal	Pembobotan terbaik-terburuk	Pembobotan terbaik-terburuk	Perbandingan pasangan pilihan dari skala 1-9
Keluaran	Peringkat lengkap dari yang paling ideal-hingga tidak ideal, dengan kedekatan antar pilihan	Peringkat dari yang terbaik hingga terburuk, dengan kedekatan antar pilihan	Peringkat dari yang terbaik hingga terburuk,	Peringkat dengan nilai pada masing-masing peringkat.

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan metode alternatif yang digunakan untuk membandingkan pasangan pilihan, umumnya kategori dan sub kategori untuk mendapatkan urutan pilihan dengan nilai, sehingga dapat di ambil keputusan dari peringkat yang dihasilkan (Bohlouli & Schrage, 2020).

Permasalahan pengambilan keputusan tidak selalu dapat ditentukan dengan menggunakan hirarki proses, hal ini disebabkan oleh adanya keterkaitan yang tidak tergambar antar logika yang di kendalikan dengan hirarki di atasnya. *Analytical Network Process* (ANP) merupakan Teknik MCDM yang menggunakan jaringan hirarki di mana memungkinkan adanya keterkaitan antara elemen yang di kendalikan dan hirarki (Chen et al., 2019a). Koneksi dari ANP dapat di gambarkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Koneksi hirarki pada pendekatan penentuan keputusan menggunakan ANP

Sumber: (Chen et al., 2019b)

ANP membagi elemen dari sistem menjadi 2 hirarki, yaitu :

- Hirarki kendali
- Hirarki jaringan

ANP sudah banyak di adopsi oleh berbagai area dalam membantu menentukan keputusan yang meliputi manajemen rantai pasok, manajemen limbah, energi, dan analisis risiko konstruksi (Chen et al., 2019b).

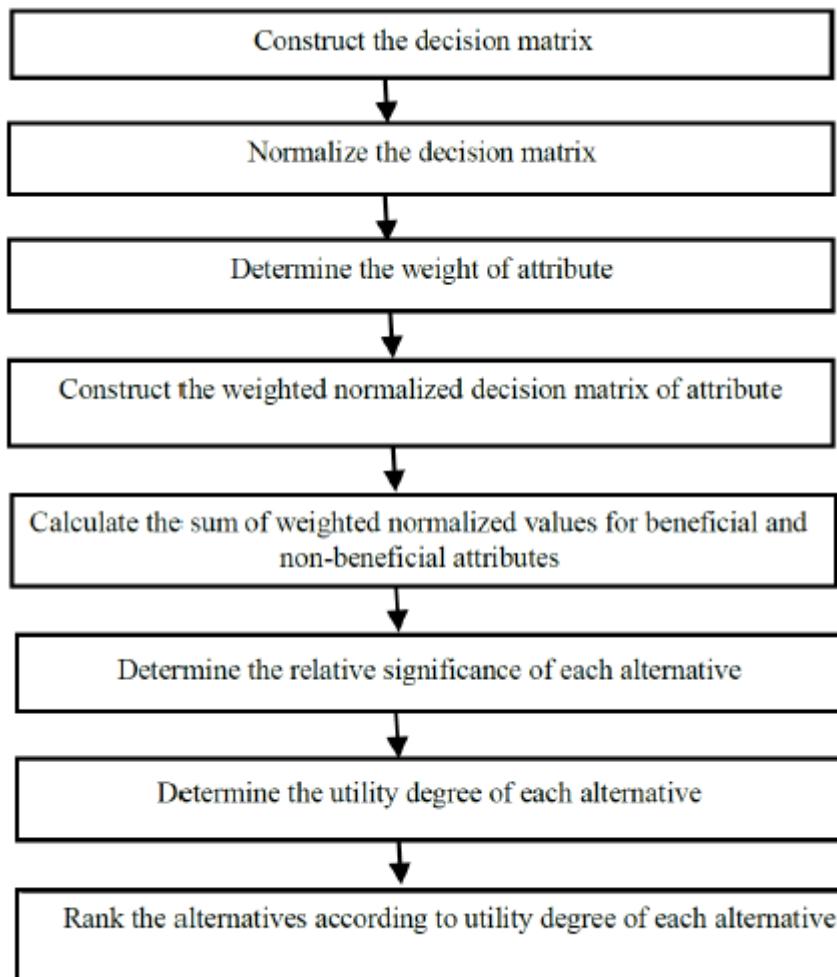
Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) merupakan metode MCDM yang memungkinkan input yang lebih sedikit dibandingkan dengan AHP, namun masih dapat menghasilkan peringkat terbaik dari pilihan yang ada, dengan nilai kedekatan antar pilihan yang ada (Zlaugotne et al., 2020).

VIKOR merupakan metode MCDM yang ditujukan untuk menyelesaikan permasalahan yang bersifat kompleks dan dianggap sebagai metode yang dapat mengkompromi pemanfaatan secara maksimal sumber daya yang ada dan meminimalkan limbah personal (Gao et al., 2020).

Complex Proportional Assessment (COPRAS) merupakan sebuah metode MCDM yang digunakan umumnya pada bidang sains dan teknologi khususnya di bidang manufaktur (Jain & Chand, 2021). COPRAS diminati oleh pengguna MCDM dikarenakan fleksibilitas yang dimiliki dalam melakukan penentuan kriteria. COPRAS dapat menunjukkan alternatif terbaik berdasarkan dengan mempertimbangkan kondisi ideal dan non-ideal (Jain & Chand, 2021; Zlaugotne et al., 2020). COPRAS menawarkan beberapa kelebihan di bandingkan jenis MCDM yang lain seperti, mudah digunakan, transparan dan mudah untuk diinterpretasikan dalam bentuk grafik. COPRAS juga memiliki kelebihan dibandingkan dengan MCDM lain (Jain & Chand, 2021), yaitu:

- Waktu kalkulasi relative cepat
- Transparan
- Mudah digunakan
- Mudah untuk diinterpretasikan kedalam grafik

Langkah umum yang dilakukan dalam menggunakan metode COPRAS ditunjukan secara umum pada.



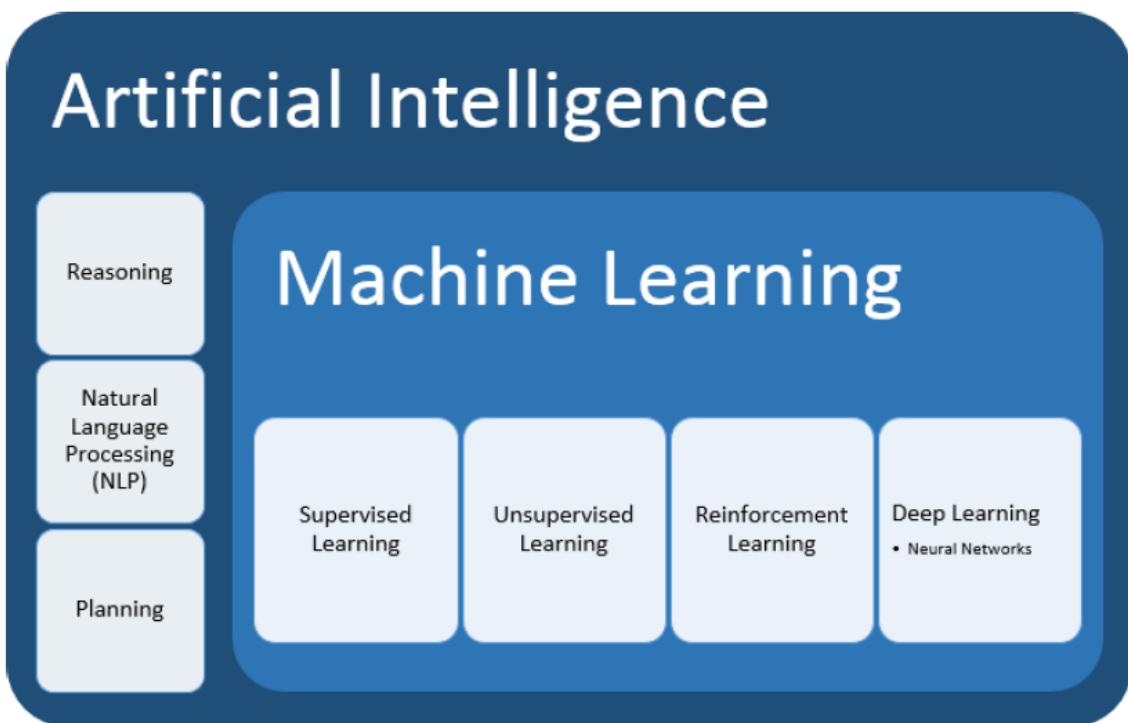
Gambar 2.6 Tata cara MCDM menggunakan metode COPRAS

Sumber: (Jain & Chand, 2021)

2.9.2 Kecerdasan Buatan dan *Machine Learning*

Kecerdasan buatan sudah menjadi salah satu alat yang digunakan untuk membantu menyelesaikan permasalahan modern yang tidak dapat diselesaikan oleh solusi terdahulu. Kecerdasan buatan dapat diartikan sebagai kemampuan dari sebuah sistem buatan untuk dapat menirukan fungsi kecerdasan yang dimiliki oleh manusia (Hurwitz & Kirsch, 2018). Kecerdasan buatan merupakan 45endal keilmuan yang mendasari *machine learning* dan *deep learning*. Kecerdasan buatan membantu manajer proyek untuk melakukan penugasan pekerjaan berdasarkan kemampuan dari individu yang mengerjakan (Sheoraj & Sungkur, 2022).

Machine Learning (ML) merupakan sebuah bentuk dari kecerdasan buatan yang memungkinkan sebuah sistem untuk melakukan pembelajaran dari sebuah data latih dibandingkan membuat pemrograman dari sebuah model yang ditentukan sejak awal (Hurwitz & Kirsch, 2018). ML merupakan bagian yang lebih spesifik dalam kecerdasan buatan, dikarenakan pada ML sudah menggunakan berbagai algoritma yang dilakukan secara iteratif untuk mengembangkan dan mendeskripsikan data agar dapat memprediksi keluaran dari sebuah masukan (Hurwitz & Kirsch, 2018).



Gambar 2.7 Jenis kecerdasan buatan dan ML secara lingkup garis besar

Sumber: (Hurwitz & Kirsch, 2018)

Pada Gambar 2.7 dapat dilihat gambar lingkup kecerdasan buatan dan juga ML yang ada saat ini. *Reasoning* dalam kecerdasan buatan merupakan jenis kecerdasan buatan yang biasa digunakan untuk menjawab pertanyaan yang diajukan oleh manusia kepada sistem berdasarkan set data acuan yang telah dimasukan (Hurwitz & Kirsch, 2018).

Natural Language Processing (NLP) merupakan jenis kecerdasan buatan yang memungkinkan sebuah sistem mengidentifikasi Bahasa umum yang digunakan manusia untuk berkomunikasi (Hurwitz & Kirsch, 2018).

Planning merupakan jenis dari kecerdasan buatan yang memungkinkan sebuah sistem untuk melakukan perencanaan dari masukan yang telah di berikan (Hurwitz & Kirsch, 2018). Adapun jenis dari kecerdasan buatan yang telah disebutkan di persempit lagi kedalam ML dan jenis dari ML.

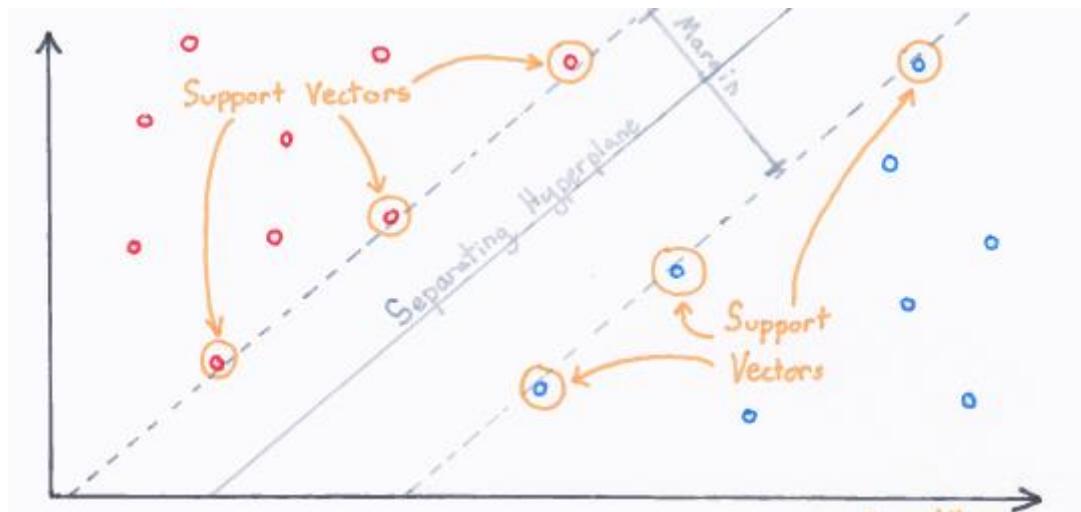
Pada Gambar 2.7 dapat dilihat juga ML memiliki beberapa jenis yaitu *supervised learning*, *unsupervised learning*, *reinforce learning*, dan *deep learning*. Perbedaan jenis dari masing-masing ML berada pada masukan dan juga keluaran dari jenis ML yang digunakan (Hurwitz & Kirsch, 2018).

Supervised Learning (SL) merupakan jenis dari ML yang sudah diketahui dan ditentukan keluaran dari sistem seperti apa, sehingga sistem hanya melakukan identifikasi yang dilanjutkan dengan regresi atau klasifikasi dari data yang dimasukkan (Mrukwa, 2018). SL dibagi menjadi dua jenis yaitu regresi dan klasifikasi. SL dengan jenis regresi digunakan ketika ingin memprediksi keluaran dari sebuah sistem dalam bentuk kontinu, sedangkan SL dengan jenis klasifikasi digunakan ketika ingin memprediksi keluaran dari sebuah sistem dalam bentuk diskrit (Mrukwa, 2018).

SL Regresi dapat dibagi lagi menjadi beberapa jenis yaitu regresi linier, regresi 47endal a, *Support Vector Machine* (SVM), dan *nearest neighbor*. Seluruh jenis SL regresi memiliki kesamaan yaitu seluruhnya menggunakan sebuah model matematika yang menggambarkan fenomena fisis dari suatu logika (Hurwitz & Kirsch, 2018).

SL Klasifikasi dapat dibagi juga menjadi beberapa jenis yaitu *Support Vector Machine* (SVM), *K Nearest Neighbor*, *Decision Tree*, dan *Random Forest*. SVM merupakan jenis SL klasifikasi yang juga merupakan SL regresi, di mana data yang dimiliki di interpretasi dalam sebuah grafik. Garis keputusan di gambar untuk memisahkan 2 jenis klasifikasi (Mrukwa, 2018; Shetty, 2019). Apabila

elemen *support* berada pada garis keputusan maka dianggap sebagai suatu klasifikasi (Shetty, 2019).



Gambar 2.8 Contoh Plot Support Vector dalam sebuah bidang SVM

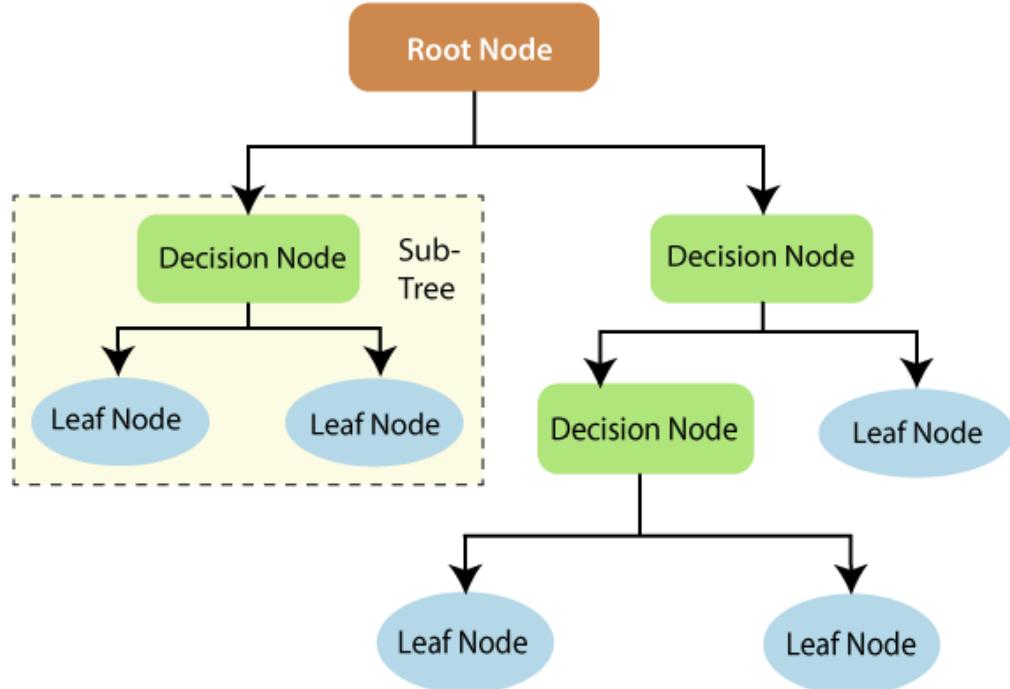
Sumber: (Shetty, 2019)

K Nearest Neighbor (KNN) merupakan jenis ML klasifikasi yang melihat posisi relatif sebuah nilai terhadap tetangga terdekat dari posisi nilai tersebut (Shetty, 2019). KNN tidak melakukan proses pembelajaran data dan hanya melakukan plot dan mapping data (Shetty, 2019).

Decision Tree merupakan jenis ML klasifikasi yang berbentuk seperti pohon. Pada *decision tree* terdapat tiga komponen penyusun yaitu *node*, *branch*, dan *leaf* (Shetty, 2019). *Node* merupakan titik di mana proses pengambilan keputusan dilakukan. *Node* terhubung pada *branch*, yang merupakan cabang dari *node* yang menunjukkan opsi pilihan yang akan di ambil. Pada akhir *branch* terdapat *leaf* di mana *leaf* merupakan pilihan akhir yang akan menjadi keluaran pada sistem ML *Decision Tree*.

Akan tetapi *Decision Tree* memiliki kelemahan, di mana model yang di buat dari ML *Decision Tree* akan lebih mudah terjadi *overfitting* (Shetty, 2019). Untuk mengatasi permasalahan ini model ML baru digunakan yaitu *Random Forest*. *Random Forest* merupakan sebuah ML yang dapat menyelesaikan permasalahan regresi dan klasifikasi, dengan menggunakan gabungan dari

beberapa sistem *Decision Tree* untuk dapat mengambil keputusan yang lebih presisi (Onesmus, 2020a).



Gambar 2.9 Ilustrasi struktur *random forest* dalam menyelesaikan permasalahan

Sumber: (Onesmus, 2020a)

Pada Gambar 2.9 ditunjukkan bagaimana struktur dari *random forest*. *Random Forest* bekerja dengan melakukan pemilihan terhadap *root* utama, kemudian dibagikan kepada masing-masing *decision tree* yang ada pada sistem *random forest* (Onesmus, 2020a). Kelebihan yang didapatkan ketikan menggunakan ML *random forest* adalah memiliki hasil prediksi yang lebih valid dan mudah untuk di pahami, dan dapat digunakan untuk data yang banyak (Onesmus, 2020b; Shetty, 2019). Akan tetapi penggunaan *random forest* juga memiliki kekurangan di mana perlu banyak *resource computation* yang digunakan sehingga relatif lebih lambat dibandingkan dengan *decision tree* (Onesmus, 2020b).

Unsupervised Learning (UL) merupakan jenis dari ML yang tidak memiliki keluaran tetap untuk di prediksi (Hurwitz & Kirsch, 2018; Mrukwa, 2018). UL digunakan untuk mengungkap keunikan dari sebuah data yang dimasukkan ke dalam sistem. UL dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *clustering* dan

dimensionality reduction. UL dengan jenis *clustering*, bekerja dengan mengelompokan kelompok data dengan kesamaan dan perbedaan, akan tetapi tidak ada label yang ditambahkan setelah proses *clustering* selesai (Mrukwa, 2018).

Reinforced Learning (RL) merupakan pelengkap antara SL dan UL di mana kelompok atau dimensi yang sudah diapatkan pada UL diharapkan kedepanya dapat dilakukan identifikasi sesuai dengan 50endal yang telah dilakukan (Mrukwa, 2018). *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan 50endal lanjut dari ML di mana terdapat sebuah lapisan logika yang saling terhubung dengan masukkan yang diberikan pada suatu sistem (Hurwitz & Kirsch, 2018).

2.10 Pemilihan Proyek

Tidak semua proyek yang masuk kedalam suatu organisasi akan dijalankan. Hal ini diakibatkan oleh organisasi memiliki keterbatasan dari kondisi fisik dan juga finansial dari suatu perusahaan (Condé & Martens, 2020). Akibat ini proyek yang masuk ke organisasi harus di seleksi melalui tahapan yang di kenal sebagai pemilihan proyek.

Pemilihan proyek merupakan kegiatan untuk melakukan pemilihan proyek yang masuk keorganisasi berdasarkan kondisi fisik dan finansial (Condé & Martens, 2020). Menurut Conde & Martens salah satu cara untuk melakukan pemilihan proyek adalah dengan mengimplementasikan Six Sigma ketika melakukan pemilihan proyek. Six Sigma merupakan *framework* yang berhubungan dengan manufaktur dan pemodelan statistik yang bertujuan untuk mengurangi adanya kegagalan pada suatu proses (Condé & Martens, 2020).

Six Sigma memiliki 6 area konseptualisasi untuk meningkatkan performa untuk pemilihan proyek (Condé & Martens, 2020), yaitu:

- *Framework* untuk mengidentifikasi dan mengurangi cacat dari suatu proses,
- Merupakan sebuah alat statistik yang digunakan untuk pengembangan proses,
- Merupakan filosofi operasional untuk manajemen,
- Merupakan metodologi analisis,
- dan sebagai kultur bisnis.

Implementasi Six Sigma pada manajemen proyek disarankan untuk dikerjakan pada grup proses eksekusi, untuk mengurangi adanya variasi proses yang akan mengarah pada keterlambatan pekerjaan (Condé & Martens, 2020).

Setelah proyek berhasil terpilih maka proyek tersebut akan dilakukan perencanaan jadwal, lingkup dan biaya. Perencanaan jadwal juga perlu untuk diimbangi dengan teori pemilihan proyek, sehingga pekerjaan yang dilakukan dapat menyesuaikan kondisi fisik dan finansial yang dimiliki oleh perusahaan.

2.11 Analisis Statistik

Analisis statistik yang dilakukan adalah untuk melakukan perbandingan terhadap model yang telah dibangun dengan kondisi *real* yang sedang berjalan. Analisis statistik yang dilakukan adalah Uji t-pasangan. Uji t-pasangan merupakan jenis pengujian yang digunakan untuk menganalisis hubungan kelompok yang sama dengan perlakuan yang berbeda (Harinaldi, 2005b). Dalam praktiknya digunakan dua buah hipotesis yaitu hipotesis null (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1), di mana H_0 merupakan hipotesis yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antar dua perlakuan dan H_1 merupakan hipotesis yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan antara dua perlakuan pada kelompok yang sama (Harinaldi, 2005b). *Percent error* (α) merupakan parameter yang berapa besar error yang mungkin terjadi, semakin kecil nilai α , maka semakin besar kepercayaan atas data tersebut (Harinaldi, 2005b). Derajat kebebasan adalah jumlah informasi yang dapat digunakan untuk membuat estimasi. Daerah penolakan ditentukan dari jumlah derajat kebebasan dan tingkat kepercayaan dengan melihat tabel distribusi t (Harinaldi, 2005b). Perhitungan rasio uji t-pasangan dapat menggunakan persamaan 2.1.

$$t = \frac{M_x - M_y}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}}}$$

2.1

Di mana:

M = Rerata kelompok data

S = Standar deviasi dari kelompok data

n = Jumlah data dari suatu kelompok

Uji statistik lain yang digunakan adalah uji *levene*. Uji ini bertujuan untuk melihat apakah terdapat perbedaan nilai varian antara 2 buah kelompok data. Hal ini nantinya akan menentukan apakah suatu data akan dianalisis menggunakan uji t welch atau uji t pelajar (Harinaldi, 2005a; Navidi, 2013). Adapun persamaan dari uji *levene* dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$W = [(N - k) / (k - 1)] * [\sum_{i=1}^k n_i * (z_i - \bar{z})^2 / \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \bar{y}_j)^2]$$

2.2

Di mana:

W : Hasil statistik uji Levene

N : jumlah total pengamatan di semua kelompok

k :jumlah kelompok

n_i :ukuran sampel kelompok i

z_i :deviasi absolut rata-rata grup I dari rata-rata keseluruhan (\bar{z})

y_{ij} :observasi ke-j pada grup i

\bar{y}_j :rata-rata dari grup j

BAB 3

METODOLOGI DAN PELAKSANAAN RISET

Pada Bab ini akan membahas bagaimana proses perancangan sistem, pembangunan sistem, pengumpulan data, dan pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini.

3.1 Profil Perusahaan

PT Pembayaran Digital Indonesia merupakan nama alias dari perusahaan yang menjadi obyek penelitian pada penelitian ini. PT Pembayaran Digital Indonesia merupakan anak usaha dari perusahaan BUMN yang bergerak dibidang telekomunikasi. PT Pembayaran Digital Indonesia sendiri bergerak pada penyedia solusi keuangan digital. PT Pembayaran Digital Indonesia memiliki bisnis utama pada 3 portofolio bisnis yaitu *billpayment switching*, *billpayment aggregator*, dan *online payment solution*. Dalam memberikan layanan kepada pelanggan,

PT Pembayaran Digital Indonesia sudah memiliki beberapa layanan yang sudah dapat digunakan oleh pelanggan dengan melakukan integrasi kepada PT Pembayaran Digital Indonesia. Apabila pelanggan memiliki kebutuhan khusus terhadap sebuah layanan keuangan, PT Pembayaran Digital Indonesia akan melakukan pengembangan atas solusi yang ada maupun membuat solusi baru untuk dapat menyelesaikan permasalahan tersebut dalam sebuah proyek. PT Pembayaran Digital Indonesia dalam kegiatan sehari-harinya mengadopsi model manajemen proyek *hybrid*, di mana PT Pembayaran Digital Indonesia tetap melakukan perencanaan di awal pada beberapa aspek yaitu:

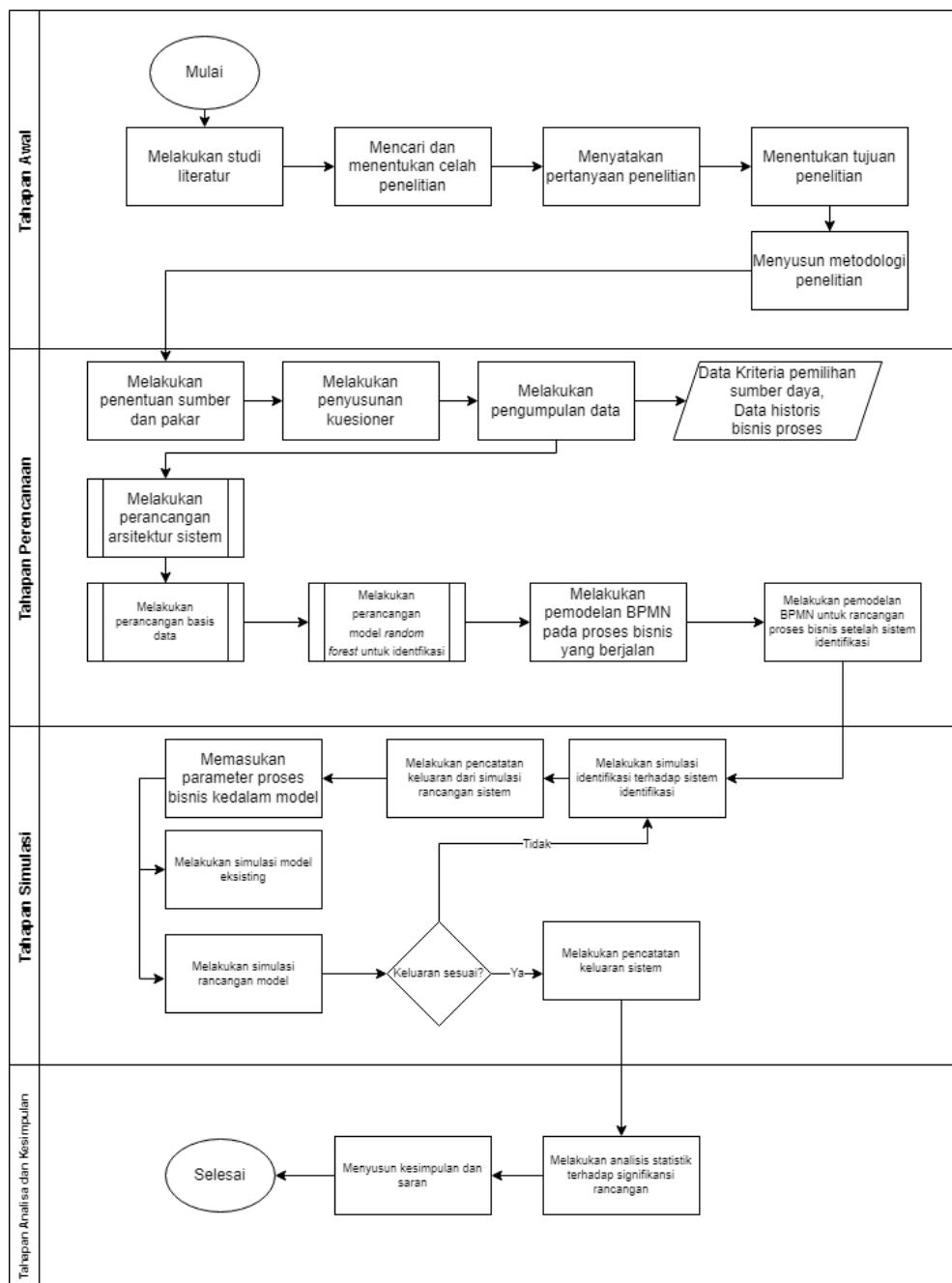
- Lingkup pekerjaan
- Waktu pekerjaan
- Biaya pekerjaan
- Sumber daya yang melakukan pekerjaan

Namun dalam proses implementasi ataupun eksekusi proyek PT Pembayaran Digital Indonesia mengadopsi *sprint* untuk mengembangkan fitur-fitur yang ada berdasarkan *user story* yang telah dikembangkan di awal ketika proses perencanaan. PT Pembayaran Digital Indonesia pada tahun 2022 mengerjakan 625 proyek yang didalamnya terdiri dari proyek yang bersifat *Business as Usual* dan yang perlu dilakukan pengembangan. Dari

625 proyek yang ada PT Pembayaran Digital Indonesia hanya mampu untuk meyelesaikan proyeknya sebesar 72.03% dan 34.88% lainnya masih dalam proses penggerjaan dan terhambat karena satu dan lain hal. Kendala yang dihadapi berdasarkan Gambar 1.3 diakibatkan oleh PT Pembayaran Digital Indonesia mengerjakan lebih dari satu proyek dalam satu waktu bersamaan yang berakibat juga pada kendala sumber daya dan kendala penjadwalan.⁵⁴endal ainii yang kemudian akan dicoba untuk diselesaikan dengan rancangan sistem optimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya.

3.2 Metodologi Riset

Proses metodologi riset yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir detil penelitian

3.3 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan adalah mencari jurnal dan artikel yang sesuai dengan topik penelitian dan juga melakukan studi keselarasan penelitian dengan ilmu Teknik Industri. Literatur yang dijadikan acuan merupakan literatur terkait dengan:

- Manajemen proyek
- Alokasi pekerjaan dan sumber daya
- Sistem informasi manajemen proyek
- Aplikasi *random forest* dan *machine learning* untuk penyelesaian permasalahan kompleks

Adapun literatur yang menjadi acuan berupa artikel jurnal, makalah konferensi, buku, dan halaman web yang terpercaya keabsahan datanya.

3.4 Keselarasan dengan Ilmu Teknik Industri

Penelitian terkait dengan Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya dengan Sistem Informasi Manajemen Proyek merupakan penelitian yang memiliki hubungan erat dengan bidang keilmuan Teknik Industri. Adapun list bidang keilmuan yang berkaitan ditunjukkan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 (Badiru, 2014; Institute of Industrial and System Engineer, 2021).

Tabel 3.1 Keselarasan bidang ilmu Teknik Industri dengan penelitian

Bidang Ilmu	Penerapan
2. Operations Research & Analysis <i>2.10 Decision Analysis and Game Theory</i> <i>2.10.3 Decision making under risk and uncertainty.</i> <i>2.10.3.1 Decision tree-based expected value criterion</i>	Bidang ilmu ini digunakan untuk melakukan pembuatan model <i>machine learning random forest</i> , yang merupakan alat untuk menemukan kerangka penempatan sumber daya yang tepat pada pekerjaan yang tepat dalam menjalankan sebuah proyek.
7. Operations Engineering & Management <i>7.2.4. Managing multiple project</i> <i>7.2.4.1 Constrained Resources</i>	Bidang ilmu ini merupakan bidang yang menjadi landasan permasalahan yang diangkat pada penelitian ini. Di mana, ilmu manajemen proyek yang banyak dengan sumber daya terbatas memiliki perlakuan berbeda dengan proyek yang jumlahnya sedikit dengan jumlah sumber daya yang memadai.

Tabel 3.2 Keselarasan bidang ilmu Teknik Industri dengan penelitian (sambungan)

Bidang Ilmu	Penerapan
<p>9. Engineering Management</p> <p>9.4 Business process</p> <p>9.4.1 Process management and improvement</p> <p>9.8 Project Management</p> <p>9.8.2 Project resources allocation</p>	<p>Kondisi bisnis proses sebelum adanya sistem informasi manajemen proyek yang akan dikembangkan, digambarkan terlebih dahulu untuk menggambarkan kondisi <i>as is</i> dengan menggunakan <i>Business Process Modelling Notation</i> (BPMN). Model bisnis proses juga digambarkan menggunakan BPMN untuk menggambarkan kondisi <i>to be</i>. Ilmu ini sangat erat hubungannya dengan manajemen dan perbaikan proses. Serta tidak lepas bidang utama yang menjadi bahasan adalah terkait manajemen proyek dan bagaimana melakukan alokasi sumber daya pada sebuah proyek, khususnya proyek yang sudah berjalan dan terjadi dinamika perubahan.</p>
<p>11. Information Engineering</p> <p>11.11 System Design</p> <p>11.11.1 Development of specifications to meet demand.</p> <p>11.11.2 Design Process</p> <p>11.11.3 Data Design</p> <p>11.11.4 System Architecture Design</p> <p>11.11.5 UML and other common diagramming tools in design</p> <p>11.16 Management Considerations for the information system</p> <p>11.16.3 Project Management of Information systems and software project</p>	<p>Bidang <i>information engineering</i> merupakan bidang ilmu Teknik Industri yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Di mana pada Sistem Informasi Manajemen Proyek dilakukan pembangunan desain proses, desain data yang akan dikirimkan, arsitektur sistem dan data, serta <i>Unified Modelling Language</i> (UML) untuk memodelkan bagaimana sistem bekerja dari mulai <i>input</i>, proses dan <i>output</i>.</p>

IIE Body of Knowledge



Gambar 3.2 Area penelitian yang dilakukan yang berhubungan dengan bidak Teknik Industri

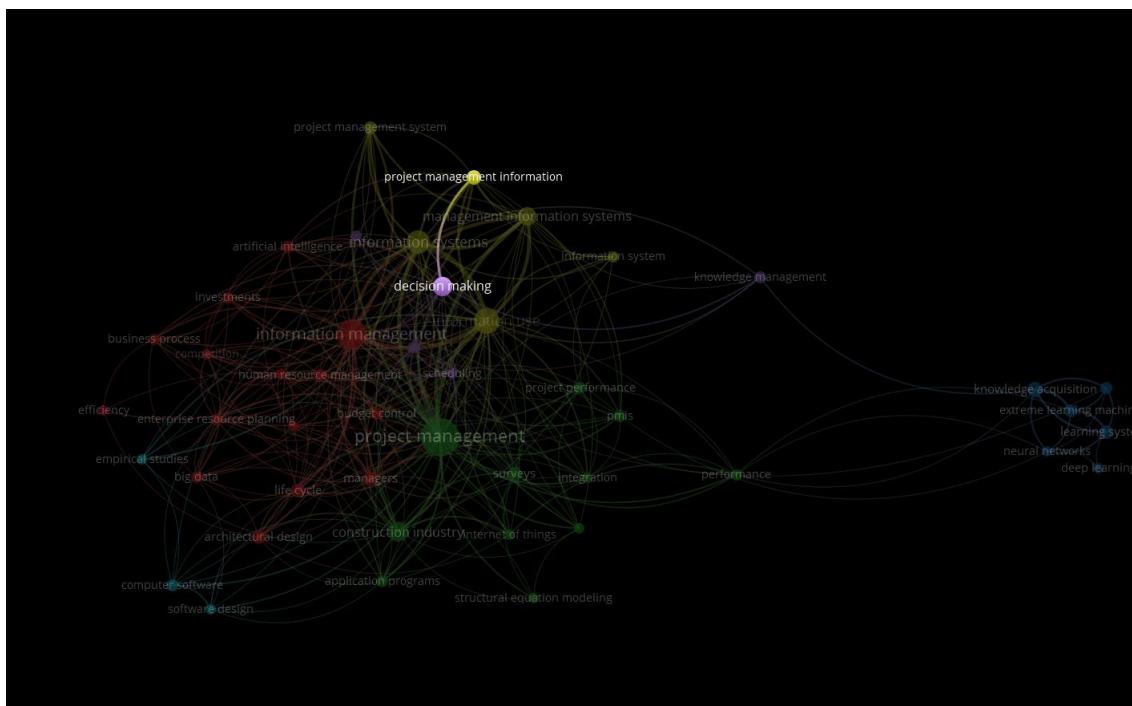
Sumber: (Institute of Industrial and System Engineer, 2021)

3.5 Mencari dan Menentukan Celah Penelitian

Tahapan ini didasari oleh proses studi literatur yang telah dilakukan untuk melihat apa yang telah dilakukan pada penelitian terdahulu dan apakah terbuka peluang untuk penelitian baru pada bidang pengembangan Sistem Informasi Manajemen Proyek yang diintegrasikan dengan *random forest* untuk alokasi pekerjaan dan sumber daya. Adapun celah penelitian dilakukan dengan menggunakan alat *VosViewer* untuk melihat apakah sudah ada penelitian yang pernah membahas terkait dengan topik yang di angkat serta seberapa jauh keterkaitan topik yang akan dibahas. Adapun pada penelitian ini kata kunci berkaitan yang digunakan adalah:

- *Project management information system vs Decision making*
- *Project management information systems vs Project performance*
- *Project human resource management vs Decision making*

Di mana, pasangan kata kunci ini memiliki *link* sebesar satu yang menandakan belum adanya keterikatan yang erat antar topik yang dibahas. Sehingga terbuka peluang untuk melakukan penelitian pada ketiga aspek yang telah disebutkan.



Gambar 3.3 Sampel VosViewer terkait topik riset yang akan dibahas

3.6 Penentuan Sumber dan Pakar

Pada tahapan ini dilakukan penentuan sumber dan pakar yang akan menjadi landasan data dalam pembangunan model *random forest*, ataupun analisis data yang digunakan sebagai acuan penelitian. Yang menjadi pakar pada penelitian ini adalah manajer fungsional dari departemen *fulfillment and delivery*, untuk memberikan informasi terkait dengan:

- Kriteria dan kemampuan apa yang diperlukan dalam menentukan sumber daya,
- Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan proses sehari-hari dalam pengawalan proyek.
- Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pembangunan sistem.

Pembangunan sistem pada penelitian ini dikategorikan menjadi tiga level yaitu:

- **Level Mudah:** Pengembangan yang bersifat perbaikan dari yang sudah ada, *deliverables* sedikit dengan tingkat kesulitan yang rendah.
- **Level Menengah:** Pengembangan dari sistem yang sudah ada, namun terdapat fitur baru yang perlu dikembangkan, level ini memiliki *deliverables* yang banyak dengan tingkat kesulitan yang mudah atau *deliverables* yang sedikit dengan kesulitan yang tinggi.

- **Level Sulit:** Pembangunan sistem baru yang berbeda dari yang sudah ada, *deliverables* yang harus dihasilkan banyak dengan tingkat kesulitan tinggi.

Profil dari pakar yang menjadi acuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Profil Pakar yang memberikan informasi terkait penelitian ini

No	Jabatan	Detil Pengalaman
1	<i>Head of Project Management</i>	<ul style="list-style-type: none"> - 10 Tahun Pengalaman kerja pada bidang IT dan Pembayaran Digital - Sertifikasi <i>Scrum Master Certified</i> (SMC) dan <i>Project Management Professional</i> (PMP)
2	<i>Head of Product Management</i>	<ul style="list-style-type: none"> - 11 Tahun pengalaman kerja pada perusahaan BUMN yang menangani bidang IT dan pembayaran digital - 4 Tahun memegang proyek strategis perusahaan BUMN - 2nd Best Employee PT Pembayaran Digital Indonesia Periode 2021-2022
3	<i>Head of Solution Development</i>	<ul style="list-style-type: none"> - 10 Tahun pengalaman kerja pada perusahaan BUMN yang menangani bidang IT dan pembayaran digital - 1 Tahun pengalaman sebagai <i>Head of ecosystem development</i>, dan berhasil memberikan terobosan terhadap produk <i>Online Payment Solution</i>. - 3rd Best Employee PT Pembayaran Digital Indonesia Periode 2021-2022
4	<i>Senior Business Analyst</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pengalaman 7 Tahun sebagai <i>Business Solution</i> dan <i>Business Analyst</i>. - Berpengalaman dalam melakukan analisa kelayakan bisnis pada bisnis-bisnis strategis yang dijalankan oleh PT PDI

Sedangkan yang akan menjadi sumber dalam penelitian ini adalah karyawan dari PT Pembayaran Digital Indonesia untuk mengumpulkan data-data mengenai permasalahan khususnya manajemen proyek dan alokasi pekerjaan pada proyek yang sedang berjalan.

3.7 Melakukan Penyusunan Kuesioner

Kuesioner disusun sebagai salah satu alat untuk mendapatkan informasi dari pakar dan juga dari sumber daya yang berkecimbung dalam kegiatan proyek. Kuesioner disusun menjadi beberapa bagian yaitu:

- Bagian *Project management case*
- Bagian *expert case*
- Bagian *work allocation study case*

Pada bagian umum, informasi yang akan diperoleh terkait dengan:

- Penyebab keterlambatan proyek
- Kendala yang membuat pekerjaan proyek tertunda
- Berapa banyak pekerjaan yang dapat dikerjakan oleh seseorang dalam satu waktu.
- Prioritas dalam melakukan pekerjaan
- Performa penyelesaian pekerjaan proyek

Pada bagian *expert case*, merupakan pertanyaan yang akan ditanyakan kepada *expert* terkait dengan bagaimana mengalokasikan pekerjaan dan sumber daya. Adapun informasi yang akan diperoleh dari bagian ini adalah:

- Pertimbangan penunjukan *resource* yang akan melakukan pekerjaan.
- Berapa banyak jumlah pekerjaan proyek yang dibebani pada suatu anggota, yang masih ideal dikerjakan.
- Penyebab anggota dalam kelompok memiliki beban kerja yang lebih dibandingkan anggota yang lain.
- Faktor yang menentukan pengganti sumber daya ketika ada kendala

Pada bagian *Work Allocation Study Case*, merupakan bagian di mana, para pakar memberi tahu bagaimana preferensi mereka dalam mengalokasikan pekerjaan pada level pekerjaan yang telah ditentukan.

Dalam menentukan komponen dari kuesioner, dilakukan penyelarasan pertanyaan serupa dengan penelitian yang pernah ada sebelumnya untuk memastikan relevansi dari pertanyaan. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 3.4-Tabel 3.6.

Tabel 3.4 Acuan penelitian terdahulu terkait komponen kuesioner

Bagian	Pertanyaan/Informasi yang ingin didapatkan	Referensi
<i>Project Management Cases</i>	Peranan anda dalam proyek	1. Resource allocation in IT projects: using schedule optimization – Chilton, 2014
	Kondisi <i>multiple project</i> pada perusahaan	2. Smart Project Management Information Systems (SPMIS) for Engineering Projects – Project Performance Monitoring & Reporting – Besouw, 2021
	Kondisi <i>resource constrain</i> pada perusahaan	3. A two-phase approach for solving the multi-skill resource constrained multi-project scheduling problem: a case study in construction industry- Hosseiniyan, 2021.
	Permasalahan terkait penyebab waktu penyelesaian yang terlambat.	4. The State of Project Management 2021, Association of Project Management
	Berapa banyak pekerjaan yang dapat dikerjakan dalam satu waktu.	1. Using AI to develop a framework to prevent employees from missing project deadlines in software projects— case study of a global human capital management (HCM) software company, - Sheoraj, 2022.
	Prioritas pekerjaan yang dilakukan	2. A review of machine learning applications in human resource management – Garg, 2022
	Probabilitas pekerjaan diselesaikan tepat waktu Performa <i>deliverable</i> yang dihasilkan	

Tabel 3.5 Acuan penelitian terdahulu terkait komponen kuesioner (sambungan)

Bagian	Pertanyaan/Informasi yang ingin didapatkan	Referensi
<i>Expert Case</i>	Pertimbangan atas penunjukan anggota tim dalam melakukan pekerjaan	<p>1. Resource allocation in IT projects: using schedule optimization – Chilton,2014</p> <p>2. A two-phase approach for solving the multi-skill resource constrained multi-project scheduling problem: a case study in construction industry-Hosseinian,2021</p> <p>3. The State of Project Management 2021, Association of Project Management</p>
	Berapa beban proyek yang dapat diberikan kepada satu orang	<p>1. Using AI to develop a framework to prevent employees from missing project deadlines in software projects— case study of a global human capital management (HCM) software company, - Sheoraj, 2022.</p>
	Penyebab anggota unit atau bagian mengerjakan lebih jumlah proyek yang dikerjakan oleh orang lain.	<p>2. A review of machine learning applications in human resource management – Garg, 2022</p>
	Hal yang diperhatikan dalam mencari pengganti pekerjaan pada proyek, yang penanggung jawabnya tidak dapat hadir.	

Tabel 3.6 Acuan penelitian terdahulu terkait komponen kuesioner (sambungan)

Bagian	Pertanyaan/Informasi yang ingin didapatkan	Referensi
<i>Work allocation study case</i>	Preferensi dalam melakukan alokasi pekerjaan pada kategori pekerjaan level menengah	1. Using AI to develop a framework to prevent employees from missing project deadlines in software projects— case study of a global human capital management (HCM) software company, - Sheoraj, 2022.
	Preferensi dalam melakukan alokasi pekerjaan pada kategori pekerjaan level mudah	2. A review of machine learning applications in human resource management – Garg, 2022
	Preferensi dalam melakukan alokasi pekerjaan pada kategori pekerjaan level sulit	

3.8 Melakukan Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu sumber data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari kuesioner yang sebelumnya telah disebar dan data sekunder didapatkan dari data internal perusahaan PT Pembayaran Digital Indonesia terkait dengan kegiatan manajemen proyek pada *database OpenProject* (Oppro). Proses pengumpulan data dimulai sejak tanggal 1 Desember 2022 hingga 12 Januari 2023.

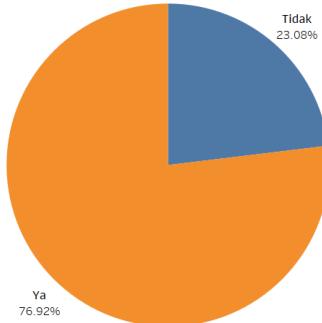
3.8.1 Data Project Management Case

Berdasarkan metodologi pada sub-bab 0 didapatkan data seperti pada Gambar 3.4, Gambar 3.5, Gambar 3.6. Gambar 3.4 merupakan justifikasi dari Gambar 1.3 yang membahas terkait dengan penyebab keterlambatan proyek pada PT PDI, di mana para karyawan yang mengisi kuesioner sebanyak 76.92% merasa PT PDI mengerjakan proyek yang banyak, yang Perlu menjadi perhatian manajemen PT PDI terkait kegiatan operasional.

Pada Gambar 3.5 menunjukkan kompetensi karyawan PT PDI dalam mengerjakan pekerjaan dalam waktu yang bersamaan. Pada data tersebut diketahui bahwa karyawan PT PDI hanya mampu untuk mengerjakan 2 pekerjaan dalam satu waktu. Hal ini tentunya menjadi kendala di mana total karyawan yang bertugas dalam melakukan *delivery* dan *fulfillment* pekerjaan sejumlah 26 orang, yang apabila dikali dengan kompetensi karyawan PT PDI hanya dapat mengerjakan pekerjaan sebanyak 52 pekerjaan/proyek jika seluruh fungsi organisasi berjalan dengan optimal. Sementara jumlah proyek yang masuk ke PT PDI pada tahun 2022 adalah sebanyak 625, hal ini tentunya akan menjadi *bottleneck* dalam proses operasional pemberian layanan pada konsumen.

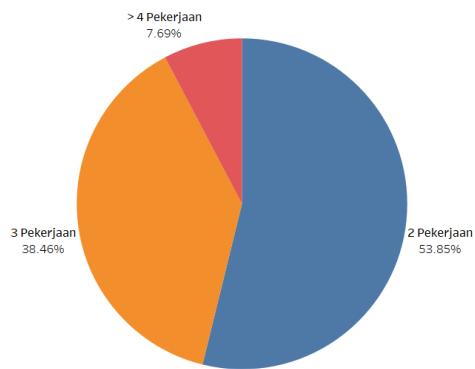
Pada Gambar 3.6 menunjukkan bagaimana PT PDI dalam melakukan penyelesaian pekerjaan yang telah diberikan. Terdapat 46.15% karyawan hanya dapat menyelesaikan setengah pekerjaan yang telah diberikan dengan tepat waktu.66endal ainii ditambah sebesar 23.08% karyawan jarang menyelesaikan pekerjaan yang telah diberikan dengan tepat waktu. Hal ini tentunya merupakan dampak dari mengerjakan pekerjaan lebih dari kemampuan yang dimiliki, sehingga perlu adanya penundaan pekerjaan.

Persepsi terhadap jumlah proyek yang dikerjakan



Gambar 3.4 Persepsi Karyawan PT PDI terhadap proyek yang dikerjakan

Kompetensi pekerjaan dalam satu waktu

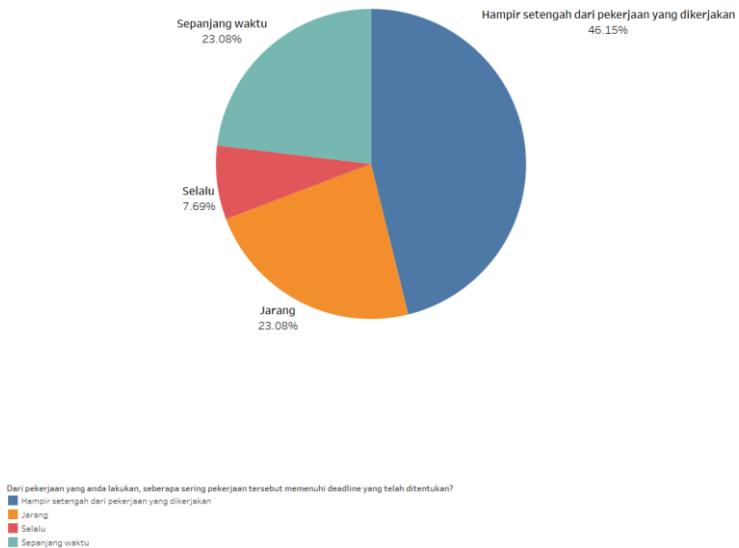


Menurut anda berapa banyak pekerjaan yang dapat diberikan kepada anda dalam satu waktu?

- 2 Pekerjaan
- 3 Pekerjaan
- > 4 Pekerjaan

Gambar 3.5 Kompetensi Karyawan PT PDI dalam mengerjakan pekerjaan dalam satu waktu

Performa menyelesaikan deadline pekerjaan

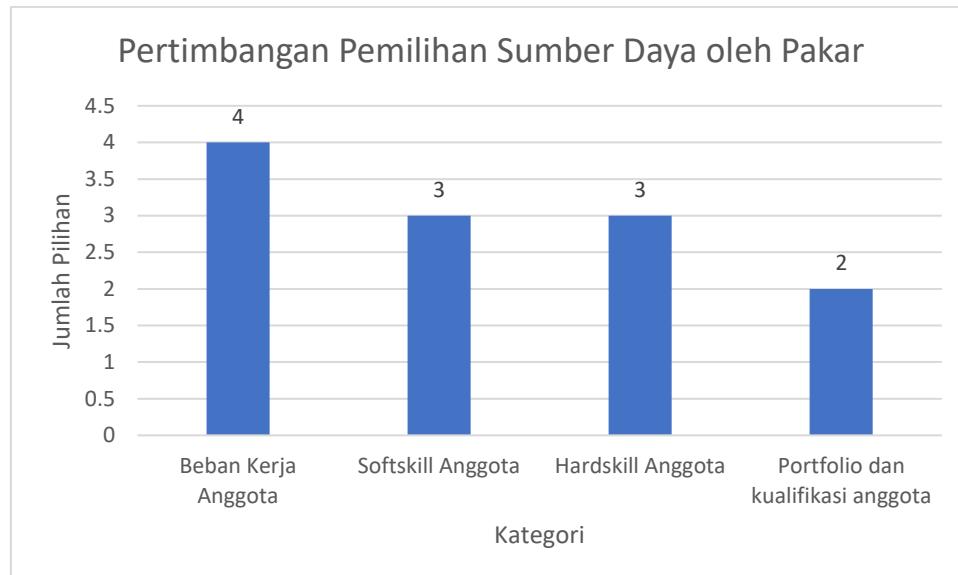
**Gambar 3.6 Performa karyawan PT PDI dalam menyelesaikan tenggat pekerjaan**

3.8.2 Data *Expert Case*

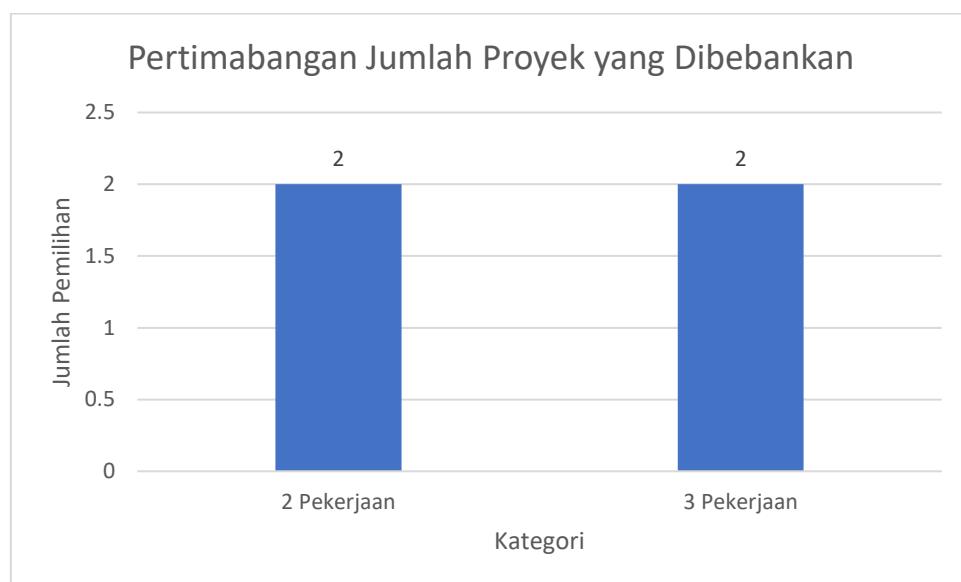
Data hasil kuesioner *expert case* ditunjukkan pada Gambar 3.7, Gambar 3.8, Gambar 3.9, dan Gambar 3.10. Data yang telah didapatkan dari pakar selanjutnya akan menjadi dasar dalam pembangunan aturan pada Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya yang akan dibangun.

Pada Gambar 3.7 para pakar dominan untuk memilih beban kerja anggota sebagai hal yang pertama kali diperhatikan dalam menentukan pekerjaan akan dikerjakan oleh siapa. Kemudian *hardskill* dan *softskill* dari karyawan menjadi pertimbangan selanjutnya dalam menentukan sumber daya yang akan ditugaskan mengerjakan pekerjaan proyek. Hal terakhir yang menjadi pertimbangan dalam menentukan sumber daya pekerjaan adalah bagaimana portofolio dari sumber daya sebagai landasan apaah sumber daya mampu mengerjakan pekerjaan serupa atau tidak.

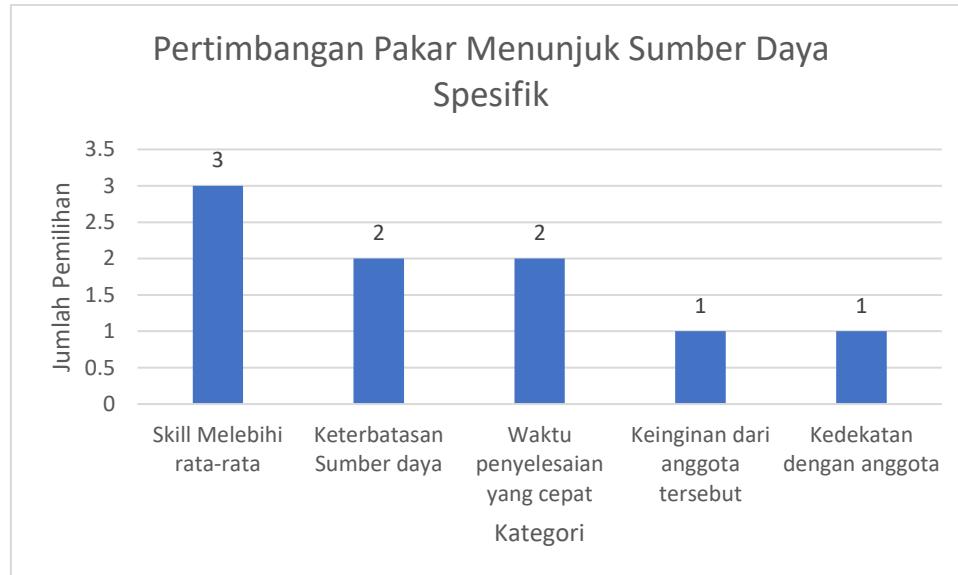
Pada Gambar 3.8 menunjukkan para pakar memiliki preferensi yang berbeda-beda dalam jumlah proyek yang dapat dibebankan pada seseorang. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan sumber daya dalam menerima pekerjaan yang di disposisi bervariasi dalam rentang 2-3 Pekerjaan.



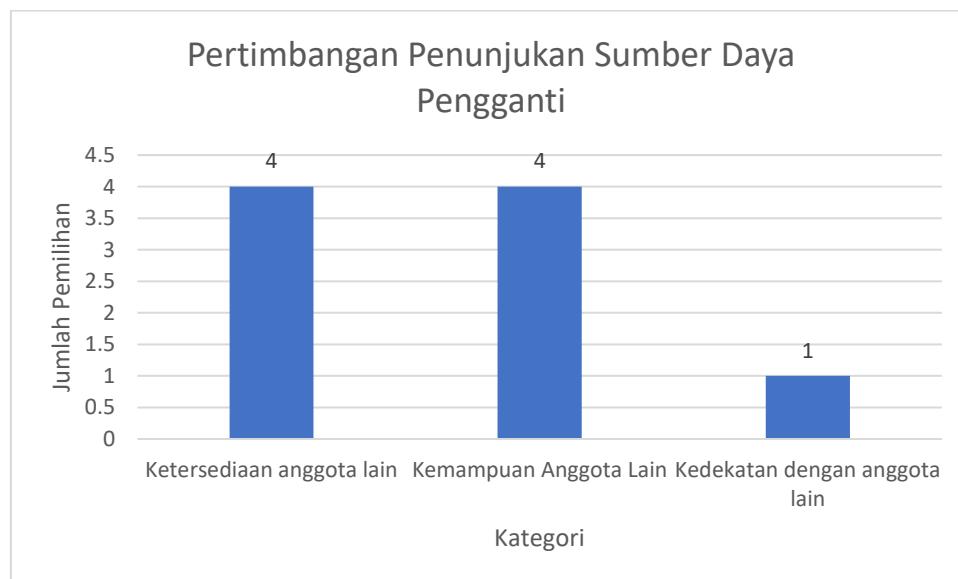
Gambar 3.7 Pertimbangan pakar dalam memilih sumber daya yang akan melakukan pekerjaan



Gambar 3.8 Pertimbangan jumlah proyek yang dibebankan pada sumber daya



Gambar 3.9 Pertimbangan pakar dalam menunjuk sumber daya spesifik



Gambar 3.10 Pertimbangan Penunjukan Sumber Daya pengganti

Pada Gambar 3.9 menunjukkan kondisi yang umum dijumpai pada PT PDI. Di mana *functional manager* dapat melakukan penunjukan sumber daya yang akan mengerjakan atas suatu pekerjaan. Hal ini dapat terjadi karena *functional manager* memiliki kepercayaan lebih terhadap sumber daya akibat kemampuan yang dimiliki di atas rata-rata. Adapun hal lain yang menyebabkan *functional manager* menunjuk sumber daya langsung tanpa memerhatikan beban dari sumber daya yang mengerjakan adalah mengejar waktu penyelesaian proyek yang merupakan

imbas dari keterbatasan sumber daya. Adapun faktor minor yang memengaruhi penunjukan langsung menurut pakar adalah terdapat beberapa sumber daya yang menginginkan untuk mengerjakan suatu pekerjaan, karena merasa mampu dan membutuhkan tekanan, dan ada juga yang memiliki kedekatan dengan atasan, sehingga atasan cukup memercayakan pekerjaan pada seorang sumber daya.

Pada Gambar 3.10, menunjukkan bagaimana para pakar di PT PDI melakukan pemilihan sumber daya pengganti apabila terdapat sumber daya yang sedang melakukan pekerjaan mengalami kendala. Para pakar sepakat bahwa dalam menunjuk sumber daya pengganti perlu memerhatikan apakah orang tersebut memiliki waktu untuk melakukan pekerjaan tambahan, dan apakah orang tersebut kompeten dalam melakukan pekerjaan yang akan ditugaskan.

3.8.3 Data Work Allocation Study Case

Data *work allocation study case* merupakan data dari pakar untuk skenario pekerjaan yang mungkin dilakukan oleh karyawan PT PDI. Adapun hasil studi kasus pekerjaan ini dapat dilihat pada

Gambar 3.11 Gambar 3.14.

Pada

Gambar 3.11 menunjukkan bagaimana preferensi pakar dalam menentukan sumber daya yang akan melakukan pekerjaan yang memiliki *deliverables* sedikit dengan tingkat kesulitan yang tinggi. Para pakar relatif memilih pekerjaan seperti ini dapat dikerjakan oleh *senior officer*, karena mempertimbangkan kecepatan dalam bekerja dan pengetahuan yang lebih dalam terkait dengan bidang ilmu masing-masing. Para pakar mempertimbangkan menggunakan *senior officer* karena pekerjaan yang dilakukan hanya memiliki sedikit *deliverables* yang tidak akan banyak memakan waktu pekerjaan. Karena apabila *senior officer* mengerjakan pekerjaan lebih banyak maka biaya perjam yang dikeluarkanpun akan semakin besar.

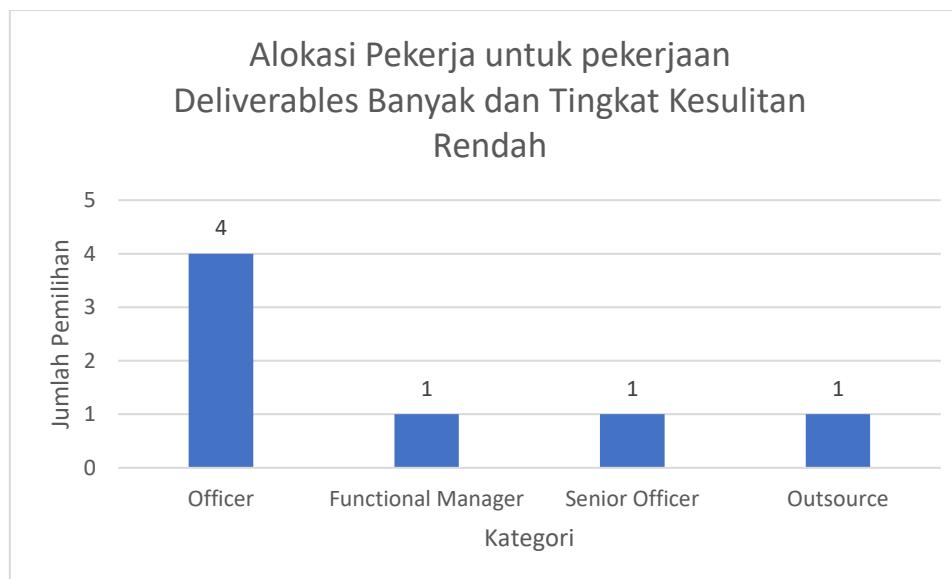
Pada

Gambar 3.12 menunjukkan preferensi pakar dalam menentukan pekerjaan yang memiliki banyak *deliverables* dan tingkat kesulitan yang rendah. Para pakar

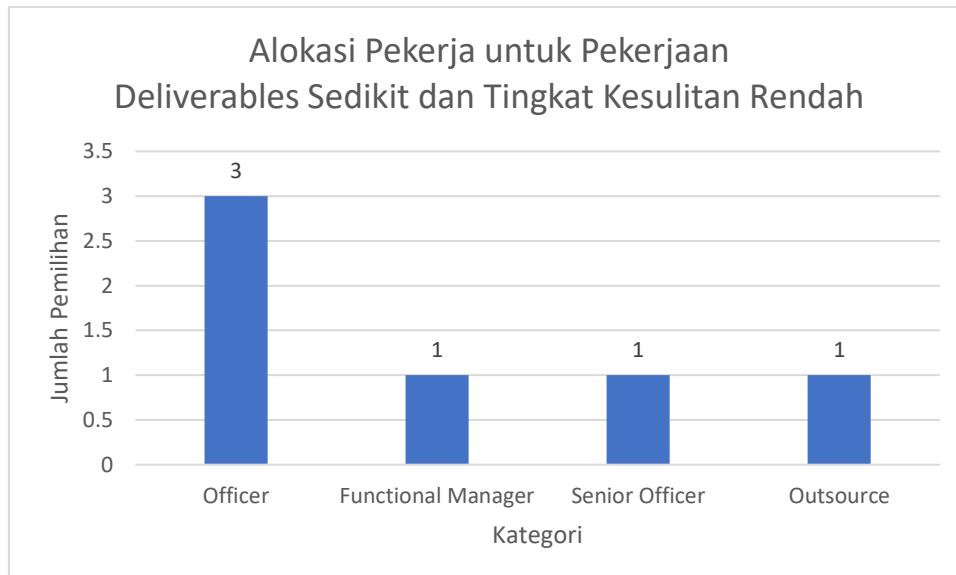
memiliki kecenderungan untuk melakukan disposisi pekerjaan seperti ini kepada *officer* level. Hal ini selain mempertimbangkan aspek pengembangan *officer* tentunya mempertimbangkan biaya perjam yang dikeluarkan oleh organisasi akan relatif lebih sedikit, jika menggunakan sumber daya yang memiliki tingkatan lebih tinggi.



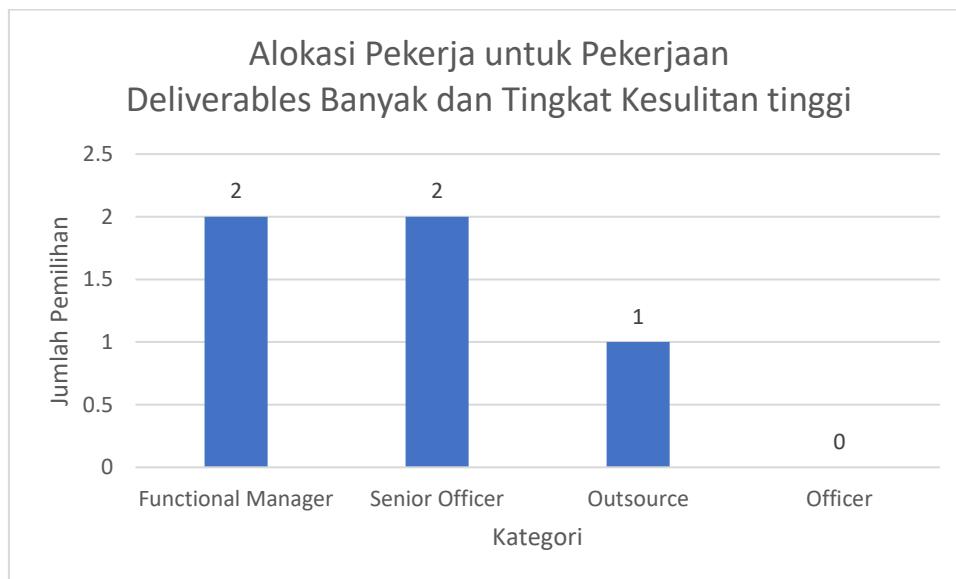
Gambar 3.11 Preferensi alokasi pekerjaan untuk *deliverables* sedikit dengan kesulitan tinggi



Gambar 3.12 Preferensi alokasi pekerja untuk proyek dengan *deliverables* banyak dan kesulitan rendah



Gambar 3.13 Preferensi alokasi pekerja untuk proyek dengan *deliverables* sedikit dengan tingkat kesulitan rendah



Gambar 3.14 Preferensi alokasi pekerja untuk proyek dengan *deliverables* banyak dengan tingkat kesulitan tinggi

Pada Gambar 3.13, menunjukkan preferensi pakar dalam memberikan pekerjaan kepada sumber daya yang memiliki *deliverables* sedikit dan tingkat kesulitan yang rendah. Para pakar memiliki preferensi untuk menunjuk *officer* untuk mengerjakan pekerjaan dengan jenis *deliverables* sedikit dan tingkat kesulitan yang rendah, sebagai sarana belajar bagi para *officer* dan tidak akan berpotensi sebagai penghambat dalam pelaksanaan proyek.

Pada Gambar 3.14 merupakan preferensi pakar dalam menentukan pekerja yang akan mengerjakan pekerjaan yang memiliki *deliverables* banyak dengan tingkat kesulitan tinggi. Para pakar memiliki preferensi tertinggi untuk memberikan pekerjaan ini kepada *functional manager* atau senior *officer*. Hal ini karena secara kompetensi *officer* akan lebih lama dalam melakukan penyelesaian pekerjaan, ditambah pekerjaan yang biasanya memiliki banyak *deliverables* dengan tingkat kesulitan tinggi, merupakan proyek yang bernilai besar sehingga biaya penggunaan sumber daya akan tertutup oleh keuntungan yang akan didapatkan.

3.9 Perancangan Arsitektur Sistem

Pengembangan SIMP yang akan dibangun akan dilakukan perancangan terlebih dahulu. Perancangan ini meliputi kebutuhan atas sistem dengan menggunakan *framework* PIECES untuk melihat permasalahan yang ada pada sistem yang sedang berjalan, kemudian kebutuhan dari aspek bisnis, aplikasi, dan teknologi akan digambarkan menggunakan *Enterprise Architecture* (EA). Para pakar diberikan pertanyaan terkait dengan kondisi PIECES dari SIMP, beserta detil komentar pada poin-poin PIECES pada SIMP yang berjalan. Kondisi dari PIECES dibagi kedalam skala likert (1 hingga 5) dari mulai sangat buruk hingga sangat baik (Easterbrook, 2006). Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara yang dilakukan dengan para pakar hasil Analisa PIECES terkait dengan kondisi Sistem Informasi Manajemen Proyek yang berjalan saat ini pada PT PDI seperti pada Tabel 3.7 hingga Tabel 3.9.

Tabel 3.7 Kondisi PIECES pada SIMP yang berjalan pada PT PDI

Parameter	Kondisi	<i>Highlight</i>
<i>Performance</i>	Baik (4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Response time</i> yang diberikan sudah sesuai dengan kebutuhan. 2. Tidak ada kendala pemuatan konten pada SIMP

Tabel 3.8 Kondisi PIECES pada SIMP yang berjalan pada PT PDI (sambungan)

Parameter	Kondisi	Highlight
<i>Information and Data</i>	Kurang (2)	<p>Input:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informasi terkait tingkat kesulitan belum tersedia. 2. Informasi jumlah pekerjaan yang dikerjakan. <p>Stored Data:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data yang disimpan, sudah memuat informasi yang diperlukan, namun belum disajikan secara interaktif. 2. Data yang tersimpan masih belum memiliki hubungan sehingga pekerjaan berlebih masih dapat dilakukan. <p>Output:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data yang ditampilkan masih belum representatif terkait dengan tingkat kesulitan dan jumlah <i>deliverables</i>.
<i>Economics</i>	Sangat Baik (5)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan SIMP bersifat gratis karena merupakan aplikasi <i>open source</i>. 2. SIMP yang ada saat ini dapat mencatatkan keuntungan yang ada pada PT PDI dengan kebutuhan dari <i>stakeholder</i>.
<i>Control and Security</i>	Sedang (3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak adanya validasi terhadap pekerjaan yang berikan pada seseorang. 2. Input data dan <i>stored</i> data mudah untuk diubah jika diperlukan.

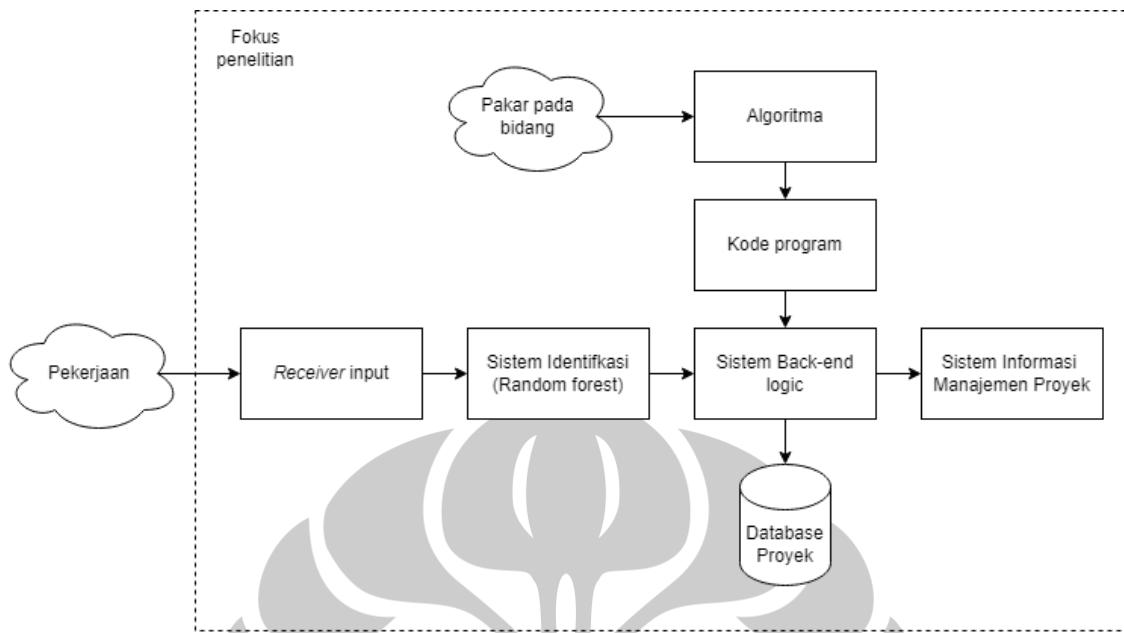
Tabel 3.9 Kondisi PIECES pada SIMP yang berjalan pada PT PDI (sambungan)

Parameter	Kondisi	Highlight
<i>Efficiency</i>	Kurang (2)	<p>Waste Time:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data dengan parameter yang sama perlu untuk diinput berulang. 2. Proses validasi perlu dilakukan ke <i>manager</i> terkait untuk memastikan ketersediaan sumber daya. <p>Waste Material:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data terkait dengan jumlah pekerjaan belum digunakan sebagai acuan alokasi pekerjaan. 2. Data kemampuan yang dihasilkan dari setiap pekerjaan yang diselesaikan belum digunakan sebagai acuan alokasi pekerjaan pada sumber daya.
<i>Service</i>	Kurang (2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. SIMP belum menampilkan suatu pekerjaan cocok dikerjakan oleh tipe pekerja seperti apa. 2. SIMP yang ada saat ini masih memiliki banyak parameter yaitu: <ol style="list-style-type: none"> a. Bobot b. <i>Assignee</i> c. <i>Accountable</i> d. Tanggal rencana e. Tanggal realisasi <p>Yang tidak berhubungan dengan alokasi pekerjaan dan sumber daya.</p>

Berdasarkan informasi yang telah dijelaskan pada Tabel 3.7-Tabel 3.9, maka Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya yang akan dibangun perlu untuk memenuhi Analisa PIECES yang telah dibuat.

Kerangka EA yang digunakan adalah TOGAF, yang merupakan kerangka EA yang umum digunakan pada banyak industri dan dapat menghubungkan seluruh komponen desain arsitektur dari sebuah perusahaan (Hannemann et al., 2022; Saragih et al., 2021).

Secara garis besar arsitektur dari SIMP yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Arsitektur sistem secara garis besar terkait dengan sistem optimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya yang akan diintegrasikan dengan SIMP

Pekerjaan yang akan dikerjakan menjadi masukkan bagi sistem yang akan diolah oleh sistem penerima, sistem identifikasi berbasis *random forest*, dan logika pendukung lainnya sebelum masuk ke dalam SIMP.

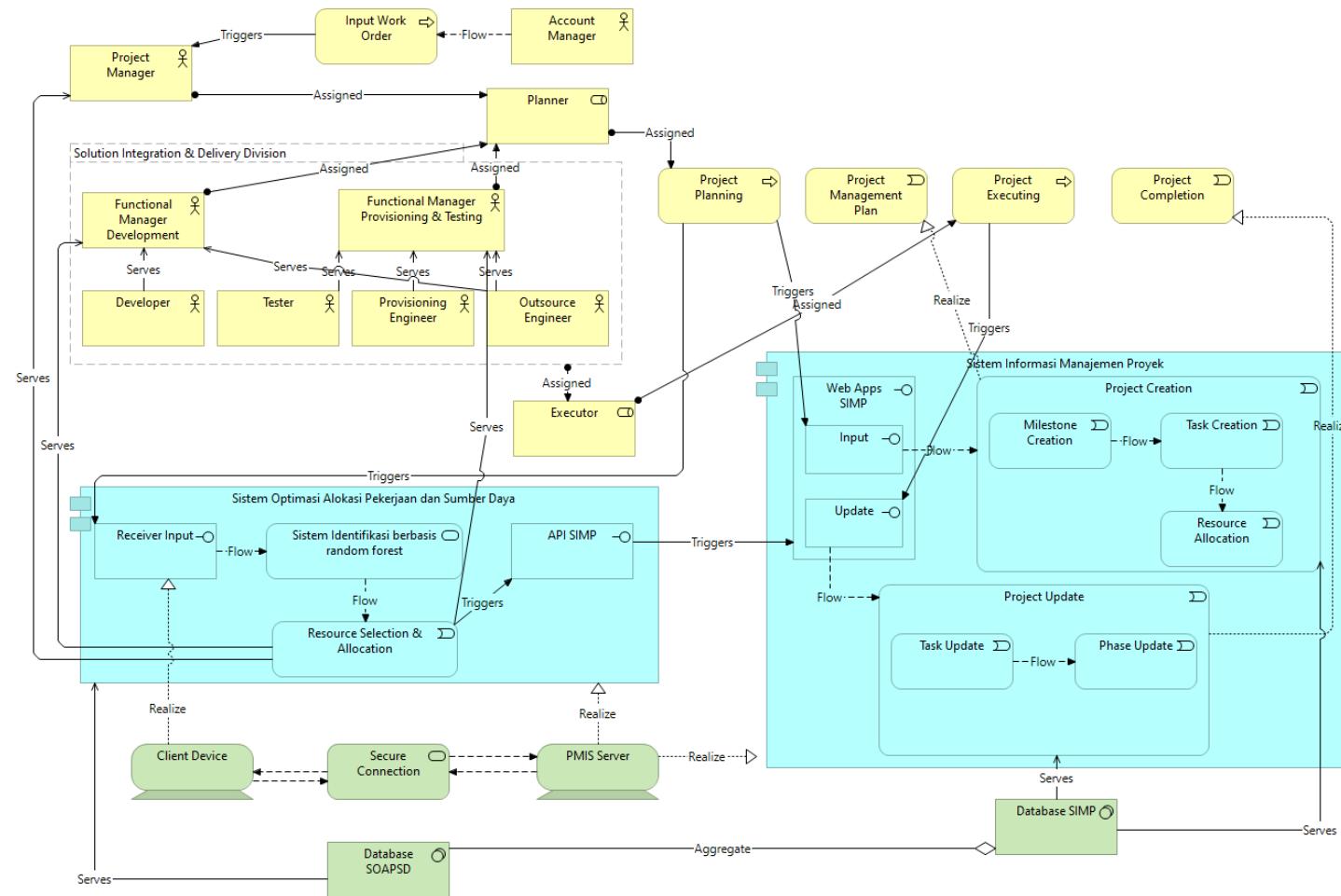
Untuk proses pekerjaan dari sistem yang akan dibangun, digambarkan dengan menggunakan BPMN untuk melihat *node-node* pekerjaan dan waktu pekerjaan. Kemudian BPMN yang telah disusun akan disimulasikan untuk memastikan desain yang dibangun sudah sesuai dengan kebutuhan.

3.9.1 Arsitektur Sistem

Dalam menggambarkan Arsitektur dari Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya yang diintegrasikan dengan SIMP, EA digambarkan menggunakan ArchiMate. Arsitektur sistem yang akan digambarkan terdiri dari 3 lapisan yaitu bisnis, aplikasi dan teknologi yang menjadi inti dari sistem yang akan dibangun. Arsitektur dari sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 3.16. Secara garis besar arsitektur yang ditunjukkan pada Gambar 3.16 terdiri atas:

- Lapisan Bisnis:

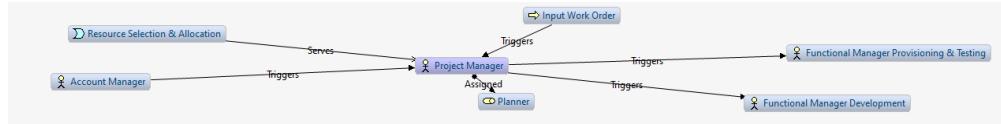
- *8 Business Actor*
- *2 Business Role*
- *3 Business Process*
- *2 Business Event*
- Lapisan Aplikasi
 - *5 Application Interface*
 - *8 Application Event*
 - *1 Application Service*
 - *2 Application Component*
- Lapisan Teknologi
 - *2 Device*
 - *2 System Software*
 - *1 Technology Service*



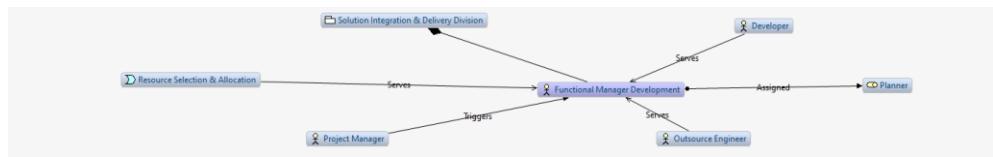
Gambar 3.16 *Enterprise Architecture* dari Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya

Adapun relasi dan fungsi antar elemen yang ada pada EA ditunjukkan pada Tabel 3.10 hingga Tabel 3.27.

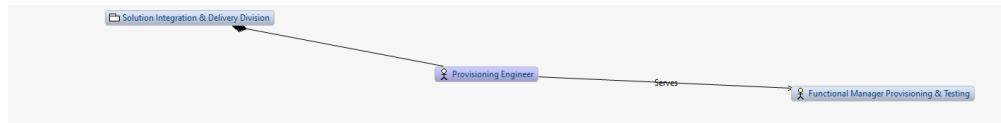
Tabel 3.10 Elemen Bisnis EA SOAPSD

ID	Detil
A.1	<p>Nama: Account Manager (AM) Type: Business Actor</p>  <p>Detil: AM merupakan garda terdepan dalam menawarkan solusi kepada konsumen. Dampak: AM setelah berhasil memenangkan proyek kepada konsumen, maka AM akan membuat <i>Work Order</i> (WO) agar proyek dapat dikerjakan di internal perusahaan.</p>
A.2	<p>Nama: Project Manager (PM) Type: Business Actor</p>  <p>Detil: PM merupakan pintu proyek yang masuk ke tim implementasi dari sisi AM yang ditandai oleh WO. PM bertanggung jawab sebagai <i>Planner</i> yang akan bekerja untuk melakukan <i>project planning</i> dan berkoordinasi dengan <i>functional manager</i>. <i>Application Event Resource Selection & Allocation</i> akan melayani PM dalam melakukan proses <i>project planning</i>. Dampak: Proyek yang akan masuk dan akan berjalan akan dilakukan orkestrasi oleh PM agar dapat diselesaikan.</p>

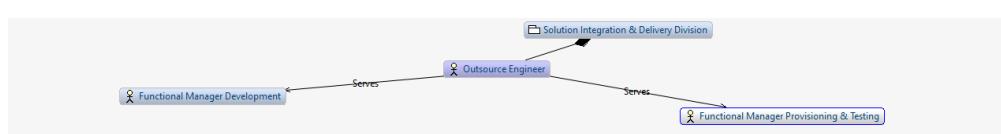
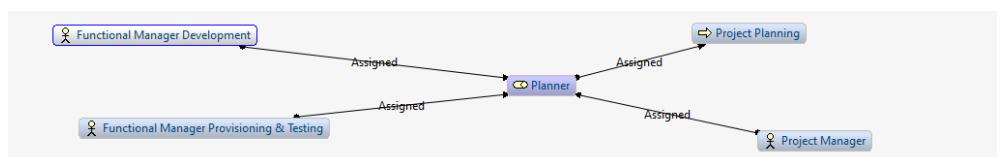
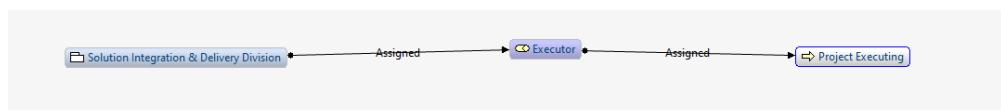
Tabel 3.11 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
A.3	<p>Nama: Functional Manager (FM) Developer</p> <p>Type: Business Actor</p>  <p>Detil: FM Developer merupakan bagian dari direktorat <i>solution integration & delivery</i>, yang menerima kebutuhan dari PM atas sebuah proyek yang akan dikembangkan solusinya.</p> <p>Dampak: Pekerjaan yang akan dikerjakan oleh <i>developer</i> akan dilakukan disposisi oleh FM Developer pada <i>Developer</i> yang ada</p>
A.4	<p>Nama: Functional Manager (FM) Provisioning & Testing</p> <p>Type: Business Actor</p>  <p>Detil: FM Provisioning & Testing Developer merupakan bagian dari SID, yang menerima kebutuhan dari PM atas sebuah proyek, untuk kmudian dikerjakan solusi yang dibutuhkan atas layanan yang sudah tersedia.</p> <p>Dampak: Provisioning Engineer akan melakukan pekerjaan integrasi sesuai disposisi FM.</p>
A.5	<p>Nama: Developer</p> <p>Type: Business Actor</p>  <p>Detil: Developer merupakan anggota dari divisi SID yang berperan sebagai <i>executor</i> yang akan menjalankan perintah pekerjaan dari FM Developer.</p> <p>Dampak: Developer akan mengembangkan solusi yang sudah dimiliki oleh PT Pembayaran Digital Indonesia untuk menyesuaikannya menjadi solusi yang dibutuhkan oleh konsumen, atau membuat solusi baru untuk memenuhi kebutuhan konsumen.</p>

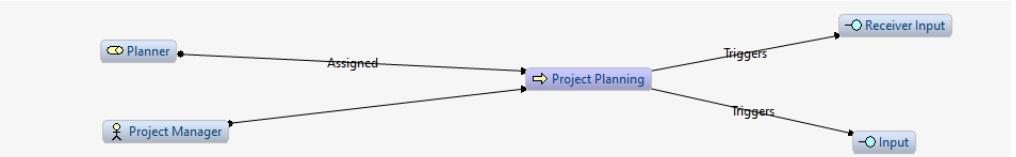
Tabel 3.12 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
A.6	<p>Nama: Provisioning Engineer (PE) Type: Business Actor</p>  <p>Detil: PE merupakan anggota dari divisi SID yang berperan sebagai <i>executor</i> yang akan menjalankan perintah pekerjaan dari FM <i>Provisioning & Testing</i>. Dampak: PE akan mengimplementasikan solusi yang sudah dimiliki oleh PT Pembayaran Digital Indonesia, agar pelanggan dapat menikmati layanan yang dimiliki PT Pembayaran Digital Indonesia. Selain itu PE juga bertanggung jawab dalam melakukan pengawalan integrasi mitra yang akan melakukan integrasi dengan PT Pembayaran Digital Indonesia.</p>
A.7	<p>Nama: Tester Type: Business Actor</p>  <p>Detil: Tester merupakan bagian dari SID yang berperan sebagai eksektor yang berfungsi untuk melakukan pengujian atas pengembangan yang telah dilakukan oleh <i>developer</i>. Dampak: Hasil pekerjaan dari <i>developer</i> akan diperiksa oleh <i>tester</i> untuk memastikan layanan yang diberikan sudah sesuai dengan desain yang telah dibuat.</p>

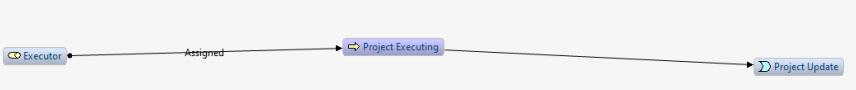
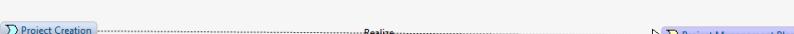
Tabel 3.13 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
A.8	<p>Nama: <i>Outsource Engineer (OE)</i> Type: <i>Business Actor</i></p>  <p>Detil: OE merupakan bagian dari SID yang melayani FM <i>developer</i> dan FM <i>Provisioning & Testing</i>. Fungsi OE adalah melakukan pekerjaan yang dirasa sudah tidak dapat dikerjakan lagi oleh <i>developer</i>, <i>PE</i>, dan <i>tester</i>.</p> <p>Dampak: Pekerjaan yang tertinggal karena kekurangan sumber daya dapat dikerjakan oleh OE, namun di sisi lain terdapat biaya.</p>
R.1	<p>Nama: <i>Planner</i> Type: <i>Business Role</i></p>  <p>Detil: Planner merupakan sebuah <i>role</i> yang memungkinkan anggotanya dapat melakukan <i>Project Planning</i> yang meliputi perencanaan lingkup pekerjaan, waktu pekerjaan, biaya pekerjaan, kualitas pekerjaan, sumber daya pekerjaan dan alokasi pekerjaan.</p> <p>Dampak: Perencanaan akan menghasilkan keluaran berupa <i>Project Management Plan</i> (PM Plan) yang akan menjadi acuan dari berjalannya sebuah proyek.</p>
R.2	<p>Nama: <i>Executor</i> Type: <i>Business Role</i></p>  <p>Detil: Executor merupakan <i>business role</i> yang melakukan proses <i>project executing</i>. SID merupakan anggota dari <i>role executor</i>.</p> <p>Dampak: Proyek yang telah di disposisi kepada <i>executor</i> akan dikerjakan sesuai dengan arahan dari FM.</p>

Tabel 3.14 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
P.1	<p>Nama: <i>Input Work Order (WO)</i></p> <p>Type: <i>Business Process</i></p>  <p>Detil: <i>Input WO</i> merupakan sebuah proses di mana AM setelah berhasil menjual solusi kepada konsumen akan melakukan permohonan untuk melakukan pekerjaan kepada sebuah konsumen.</p> <p>Dampak: PM akan melakukan proses <i>project planning</i> Bersama dengan FM terkait sesuai dengan solusi yang ada untuk menentukan siapa yang akan mengerjakan, dan kapan proyek dapat diselesaikan.</p>
P.2	<p>Nama: <i>Project planning</i></p> <p>Type: <i>Business process</i></p>  <p>Detil: <i>Project planning</i> merupakan sebuah proses di mana <i>planner</i> akan melakukan proses perencanaan proyek yang kemudian akan melakukan perencanaan pada aplikasi sistem optimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya dan juga ke dalam sistem informasi manajemen proyek.</p> <p>Dampak: Tim proyek dapat memiliki kerangka pekerjaan yang akan dilakukan mulai dari lingkup, biaya, waktu, sumber daya yang melakukan pekerjaan dan alokasi pekerjaan yang akan dilakukan.</p>

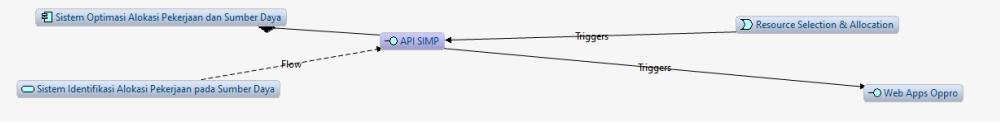
Tabel 3.15 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
P.3	<p>Nama: <i>Project Executing</i> Type: <i>Business process</i></p>  <p>Detil: <i>Project executing</i> merupakan proses yang dilakukan oleh <i>executor</i> untuk melakukan eksekusi proyek sesuai dengan PM Plan yang telah dibuat. Apabila proses pekerjaan sudah dilakukan maka eksekutor akan melakukan <i>update</i> kepada <i>interface update</i> miliki SIMP yang akan melakukan <i>project update</i> pada sistem aplikasi</p> <p>Dampak: Proyek yang telah direncanakan pada proses <i>project planning</i></p>
E.1	<p>Nama: <i>Project Management Plan (PM Plan)</i> Type: <i>Business Event</i></p>  <p>Detil: PM Plan merupakan sebuah dokumen output dari proses <i>project planning</i> yang menjadi acuan bagi tim proyek pada aspek lingkup, biaya, jadwal, sumber daya dan pekerjaan yang akan dilakukan. PM Plan di realisasikan dengan <i>application event project creation</i> pada SIMP.</p> <p>Dampak: PM Plan akan memberikan arahan kepada tim proyek bagaimana eksekusi proyek akan dilakukan, dan perlu ada perubahan PM Plan apabila terdapat perubahan pada desain.</p>

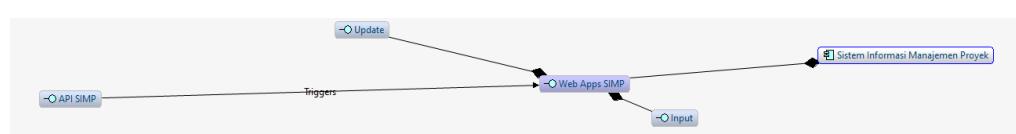
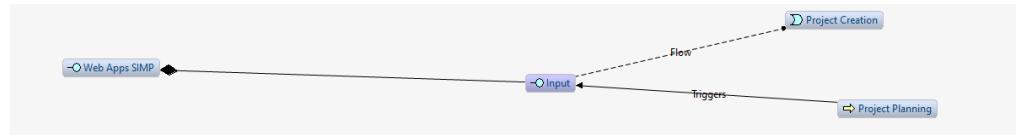
Tabel 3.16 Elemen Bisnis EA SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
E.2	<p>Nama: <i>Project Completion</i></p> <p>Type: <i>Business Event</i></p>  <p>Detil: <i>Project completion</i> merupakan <i>business event</i> yang terjadi setelah proyek telah di selesaikan dalam rangkaian grup proses eksekusi, <i>monitoring</i> dan <i>controlling</i>. Tim proyek seiring dengan penggeraan proyek akan melakukan <i>update</i> proyek melalui SIMP pada <i>application event project update</i>, yang akan merealisasikan <i>project completion</i>.</p> <p>Dampak: Dengan diselesaikan sebuah proyek maka dapat dilakukan penagihan atau <i>recurring revenue</i> akan mulai berjalan</p>

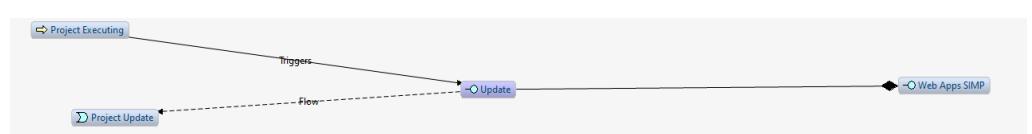
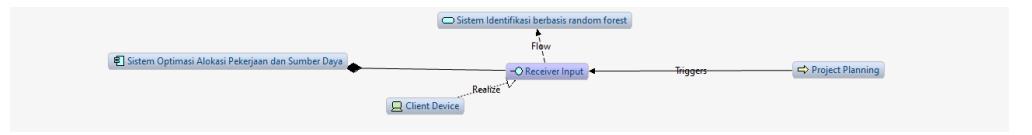
Tabel 3.17 Elemen aplikasi SOAPSD

ID	Detil
I.1	<p>Nama: API SIMP</p> <p>Type: <i>Application Interface</i></p>  <p>Detil: API SIMP merupakan antar muka yang menghubungkan SOAPSD dengan SIMP. API SIMP ditanamkan dalam komponen SOAPSD. Apabila proses optimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya telah selesai dan didapatkan hasil, maka hasil ini akan dikirimkan ke arah SIMP agar dapat dilakukan pencatatan.</p> <p>Dampak: API SIMP akan meneruskan informasi yang diberikan pada API untuk meneruskanya kepada SIMP untuk dilakukan pencatatan.</p>

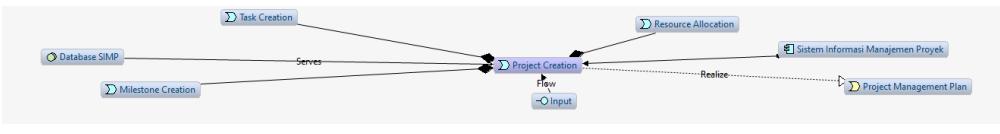
Tabel 3.18 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
I.2	<p>Nama: <i>Web Apps SIMP</i></p> <p>Type: <i>Application Interface</i></p>  <p>Detil: <i>Web Apps SIMP</i> merupakan sebuah <i>Graphical User Interface (GUI)</i> yang merupakan komponen dari <i>SIMP</i> yang digunakan untuk melakukan proses <i>input</i> proyek dan juga <i>update</i> proyek pada <i>SIMP</i>. <i>Web Apps SIMP</i> tersusun atas dua antar muka yaitu <i>input</i> dan <i>update</i>.</p> <p>Dampak: <i>Planner</i> ataupun <i>executor</i> dapat melakukan pencatatan atas proyek yang direncanakan dan proyek yang telah dikerjakan agar dapat menjadi data yang dapat digunakan oleh PT Pembayaran Digital Indonesia.</p>
I.3	<p>Nama: <i>Input</i></p> <p>Type: <i>Application Interface</i></p>  <p>Detil: <i>Input</i> merupakan sebuah antar muka yang menjadi bagian dari antar muka <i>Web Apps SIMP</i>. Ketika <i>project planning</i> telah selesai dilakukan maka <i>planner</i> akan melakukan pengisian data pada <i>input</i> dan <i>receiver input</i> yang berada pada <i>SOAPSD</i> dan <i>SIMP</i> untuk melakukan perencanaan yang lebih optimal.</p> <p>Dampak: Proyek yang telah direncanakan akan terdata pada <i>SIMP</i> ketika <i>input</i> menerima <i>triggers</i>.</p>

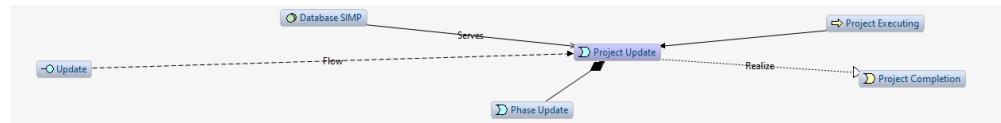
Tabel 3.19 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
I.4	<p>Nama: <i>Update</i> Type: <i>Application Interface</i></p>  <p>Detil: <i>Interface</i> yang merupakan bagian dari Web apps SIMP yang berfungsi untuk menerima <i>update</i> dari proses bisnis <i>project executing</i> untuk kemudian dapat menjalankan sebuah <i>application event</i> <i>Project Update</i></p> <p>Dampak: Pekerjaan yang telah diselesaikan oleh eksekutor dapat tercatat dalam SIMP sebagai pekerjaan yang telah dikerjakan.</p>
I.5	<p>Nama: <i>Receiver Input (RI)</i> Type: <i>Application Interface</i></p>  <p>Detil: <i>Interface</i> yang menjadi masukan dari SOAPSD, di mana respons akan diteruskan kedalam <i>application service</i> sistem identifikasi berbasis <i>random forest</i>.</p> <p>Dampak: Rencana pekerjaan yang dimasukan oleh <i>planner</i> dapat masuk dan diolah pada Sistem identifikasi berbasis <i>random forest</i>.</p>
E.1	<p>Nama: <i>Milestone creation</i> Type: <i>Application Event</i></p>  <p>Detil: Bagian dari <i>project creation</i> yang menunjukkan capaian apa yang akan dikerjakan kedepanya, yang kemudian akan diperjelas lagi dengan adanya dekomposisi pekerjaan yang akan dilakukan pada <i>task creation</i>.</p> <p>Dampak: Capaian yang akan dicapai pada suatu proyek akan tergambar dan dapat dipantau oleh tim dan juga pemegang kepentingan.</p>

Tabel 3.20 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
E.2	<p>Nama: <i>Phase Update</i> Type: <i>Application Event</i></p>  <p>Detil: Sebuah <i>application event</i> yang merupakan komponen dari <i>project update</i> untuk melakukan <i>update</i> pada fase yang sedang berjalan berdasarkan pekerjaan yang telah dikerjakan.</p> <p>Dampak: Pekerjaan yang telah dikerjakan akan memperbarui kondisi fase yang ada berdasarkan persentase pekerjaan yang telah dikerjakan.</p>
E.3	<p>Nama: <i>Project Creation</i> Type: <i>Application Event</i></p>  <p>Detil: Merupakan sebuah <i>application event</i> yang terdiri dari beberapa <i>application event</i> yang berfungsi untuk mendukung proses pembuatan proyek pada SIMP. <i>Project Creation</i> akan merealisasikan dokumen <i>PM Plan</i> secara aplikasi. Database SIMP menjadi suplai data yang dibutuhkan untuk proses pembuatan proyek.</p> <p>Dampak: Proyek yang telah direncanakan secara verbal dapat tercatat kedalam SIMP untuk kemudian dieksekusi, monitor, dan kontrol pekerjaan dari proyek tersebut.</p>

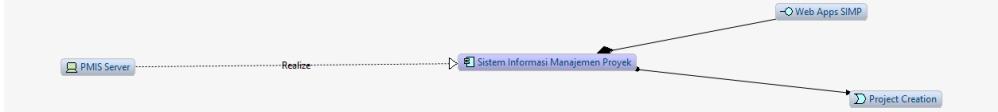
Tabel 3.21 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
E.4	<p>Nama: <i>Project Update</i> Type: <i>Application Event</i></p>  <p>Detil: <i>Application Event</i> yang menyerupai <i>project creation</i> hanya saja event ini berfungsi untuk melakukan pembaruan atas pekerjaan pada proyek yang telah dibuat pada <i>project creation</i>. <i>Project update</i> akan merealisasikan penyelesaian proyek.</p> <p>Dampak: Pekerjaan yang telah dikerjakan dapat tercatat dan termonitor sehingga pemegang kepentingan dapat mengetahui kapan proyek akan diselesaikan.</p>
E.5	<p>Nama: <i>Resource Allocation</i> Type: <i>Application Event</i></p>  <p>Detil: Sebuah <i>application event</i> yang merupakan komponen dari <i>project creation</i> yang berfungsi untuk menetapkan pekerjaan yang telah dibuat akan dikerjakan oleh siapa.</p> <p>Dampak: Pekerjaan yang telah dibuat mendapatkan penanggung jawab pekerjaan yang melakukan pekerjaan tersebut.</p>

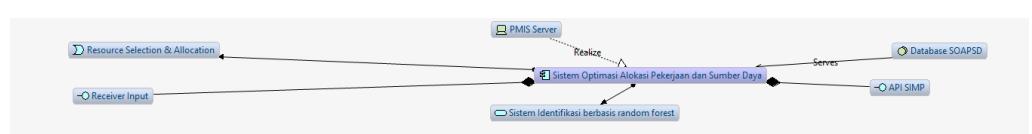
Tabel 3.22 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
E.6	<p>Nama: <i>Resource Allocation & Selection</i> Type: <i>Application Event</i></p>  <p>Detil: Sebuah <i>application event</i> yang dimiliki oleh SOAPSD. Berbeda dengan <i>Resource Allocation</i>, di mana pada <i>event</i> ini pekerjaan akan dipertimbangkan beban pekerjaan yang ada, kebutuhan kecepatan penyelesaian pekerjaan dengan kondisi sumber daya yang ada.</p> <p>Dampak: Sumber daya yang ditunjuk untuk mengerjakan suatu pekerjaan sudah berdasarkan seleksi sistem sehingga dapat bekerja secara optimal dan mempercepat waktu penyelesaian proyek.</p>
E.7	<p>Nama: <i>Task Creation</i> Type: <i>Application Event</i></p>  <p>Detil: Sebuah <i>application event</i> yang berfungsi untuk membuat sebuah pekerjaan dalam sebuah proyek.</p> <p>Dampak: Pekerjaan yang telah direncanakan dapat terdata pada SIMP.</p>
E.8	<p>Nama: <i>Task Update</i> Type: <i>Application Event</i></p>  <p>Detil: Sebuah <i>application event</i> yang berfungsi untuk melakukan pembaharuan atas pekerjaan yang telah dilakukan dan akan berdampak pada fase di mana pekerjaan ini berada.</p> <p>Dampak: Pekerjaan dan fase akan terbarui sesuai dengan informasi yang diberikan pada sistem.</p>

Tabel 3.23 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
S.1	<p>Nama: Sistem Identifikasi berbasis <i>random forest</i> Type: <i>Application Service</i></p>  <p>Detil: Sebuah <i>application service</i> yang merupakan komponen dari SOAPSD yang menerima inputan dari <i>receiver input</i>, untuk melakukan proses identifikasi pekerja yang tepat dalam melakukan pekerjaan untuk kemudian selanjutnya dilakukan alokasi pekerjaan dan informasi yang dihasilkan diteruskan kepada SIMP.</p> <p>Dampak: Permasalahan terkait dengan RCMPSP dapat diatasi dengan adanya bantuan <i>service</i> ini.</p>
C.1	<p>Nama: Sistem Informasi Manajemen Proyek Type: <i>Application Component</i></p>  <p>Detil: Sebuah komponen aplikasi yang digunakan suatu organisasi, untuk menghasilkan, menyimpan, dan mengelola data Proyek dalam mengejar kinerja Proyek yang optimal</p> <p>Dampak: Proyek yang telah dibuat dapat dikawal pada seluruh grup proses manajemen proyek oleh manajer proyek, di mana seluruh datanya terdata dalam sebuah <i>server</i> PMIS.</p>

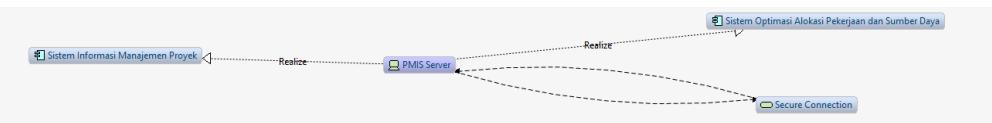
Tabel 3.24 Elemen aplikasi SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
C.2	<p>Nama: Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya</p> <p>Type: <i>Application Component</i></p>  <p>Detil: Sebuah komponen aplikasi yang menjadi penghubung ke SIMP untuk mendapatkan alokasi pekerjaan dan sumber daya yang tepat guna mempercepat waktu perencanaan proyek dan penyelesaian proyek.</p> <p>Dampak: Alokasi pekerjaan yang diberikan berbasis data ketersediaan dan kemampuan sumber daya sehingga <i>bottleneck</i> yang terjadi akibat permasalahan sumber daya dapat diatasi.</p>

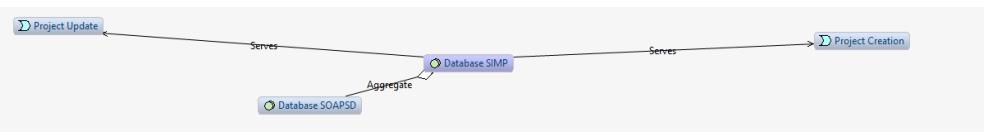
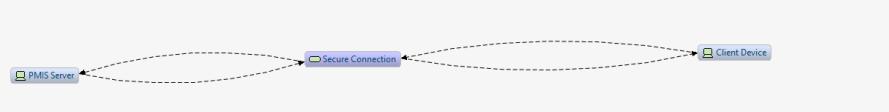
Tabel 3.25 Struktur Lapisan Teknologi EA SOAPSD

ID	Detil
D.1	<p>Nama: <i>Client Device</i></p> <p>Type: <i>Technology Device</i></p>  <p>Detil: Sebuah <i>device</i> yang digunakan oleh <i>client</i> baik <i>planner</i> atau <i>executor</i> untuk melakukan interaksi dengan aplikasi yang ada. Koneksi perangkat dijaga pada layanan <i>secure connection</i> untuk memastikan data yang dikirimkan sudah aman.</p> <p>Dampak: Apikasi yang telah dibangun dapat diakses oleh pengguna.</p>

Tabel 3.26 Struktur Lapisan Teknologi EA SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
D.2	<p>Nama: PMIS Server</p> <p>Type: <i>Technology Device</i></p>  <p>Detil: Sebuah perangkat yang digunakan untuk menjalankan SIMP dan SOAPSD secara <i>cloud</i> sehingga dapat diakses oleh pengguna melalui jaringan publik.</p> <p>Dampak: Aplikasi SIMP dan SOAPSD dapat diakses melalui perangkat yang dimiliki oleh <i>client</i>.</p>
Y.1	<p>Nama: Database SOAPSD</p> <p>Type: <i>System Software</i></p>  <p>Detil: Sebuah sistem basis data yang berfungsi untuk menampung beberapa parameter untuk keperluan alokasi pekerjaan pada sumber daya yang sesuai. Sistem basis data ini menggunakan beberapa data yang dimiliki oleh basis data SIMP untuk memastikan sinkronisasi data.</p> <p>Dampak: Aplikasi dapat melakukan alokasi pekerjaan dan sumber daya berdasarkan bank data yang dimiliki.</p>

Tabel 3.27 Struktur Lapisan Teknologi EA SOAPSD (sambungan)

ID	Detil
Y.2	<p>Nama: Database SIMP Type: System Software</p>  <p>Detil: Sistem basis data yang menunjang operasional SIMP sehari-hari. Basis data ini akan menyimpan seluruh data yang ada pada SIMP. Dampak: Aplikasi SIMP dapat berjalan dan dapat melakukan penyimpanan data</p>
S.1	<p>Nama: Secure Connection Type: Technology Service</p>  <p>Detil: Sebuah layanan yang menjembatani dua buah perangkat dari <i>client</i> dan juga <i>server</i> untuk memastikan data yang dikirimkan sudah dienkripsi dan tidak ada celah kebocoran data. Dampak: Data yang ditransmisikan melalui sistem bersifat aman dan dapat digunakan oleh <i>client</i>.</p>

3.10 Melakukan Pembangunan Basis Data

Pada tahapan ini dilakukan pembangunan basis data sebagai wadah penyimpanan inputan yang akan menjadi data latih dalam pembangunan model *random forest*. Tabel yang akan dibuat terdiri dari tiga jenis tabel yang mencakup informasi:

- Tabel utama
 - o ID proyek: *Primary Key (PK)*
 - o Nama Proyek
 - o ID penanggung jawab proyek: *Foreign Key (FK)*
 - o Penanggung jawab proyek
 - o Rencana tanggal mulai
 - o Rencana tanggal selesai

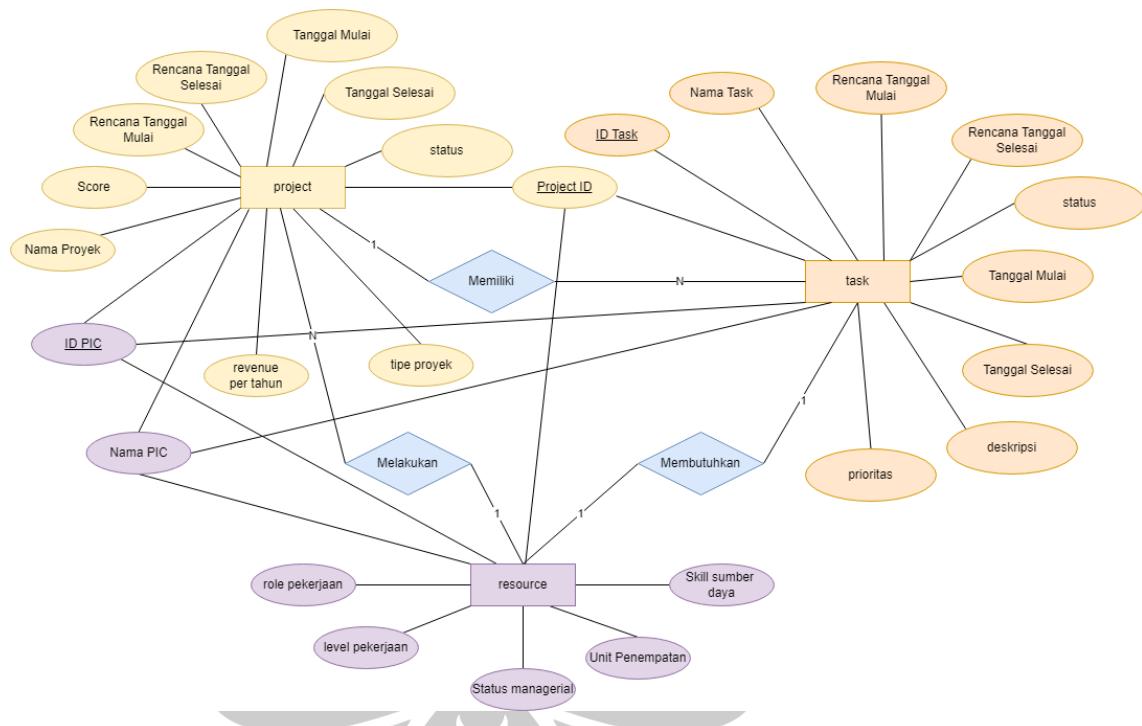
- Realisasi tanggal mulai
- Realisasi tanggal selesai
- Keuntungan per tahun
- Tabel pekerjaan
 - ID pekerjaan: PK
 - ID proyek: FK
 - Nama pekerjaan
 - ID PIC: FK
 - Penanggung jawab pekerjaan
 - Deskripsi
 - Prioritas
 - Rencana tanggal mulai
 - Rencana tanggal selesai
 - Realisasi tanggal mulai
 - Realisasi tanggal selesai
- Tabel sumber daya
 - ID sumber daya: PK
 - Nama sumber daya
 - *Role* pekerjaan
 - Tingkatan jabatan pekerjaan
 - Status manajerial
 - Unit penempatan
 - *Skill set* sumber daya

Pada masing-masing tabel ini kemudian akan diberikan sebuah kolom index untuk dapat digunakan dalam menghubungkan tabel satu dengan lainnya dan akan dihubungkan satu dengan lainnya dan digambarkan dalam sebuah *Entity Relational Diagram* (ERD) (Badiru, 2014). Index yang akan digunakan adalah *Primary Key* (PK) dan *Foreign Key* (FK) (Badiru, 2014). Pembangunan basis data ini akan menggunakan basis data *Structured Query Language* (SQL) (Badiru, 2014) dengan menggunakan alat *Relational Database Management System* (RDBMS) MySQL. Skema basis data dan RDBMS ini dipilih karena merupakan skema basis data dan RDBMS yang bersifat *open source* sehingga dapat

digunakan dengan legal tanpa perlu lisensi serta memiliki dukungan komunitas yang banyak terkait permasalahan.

3.10.1 Struktur Basis Data

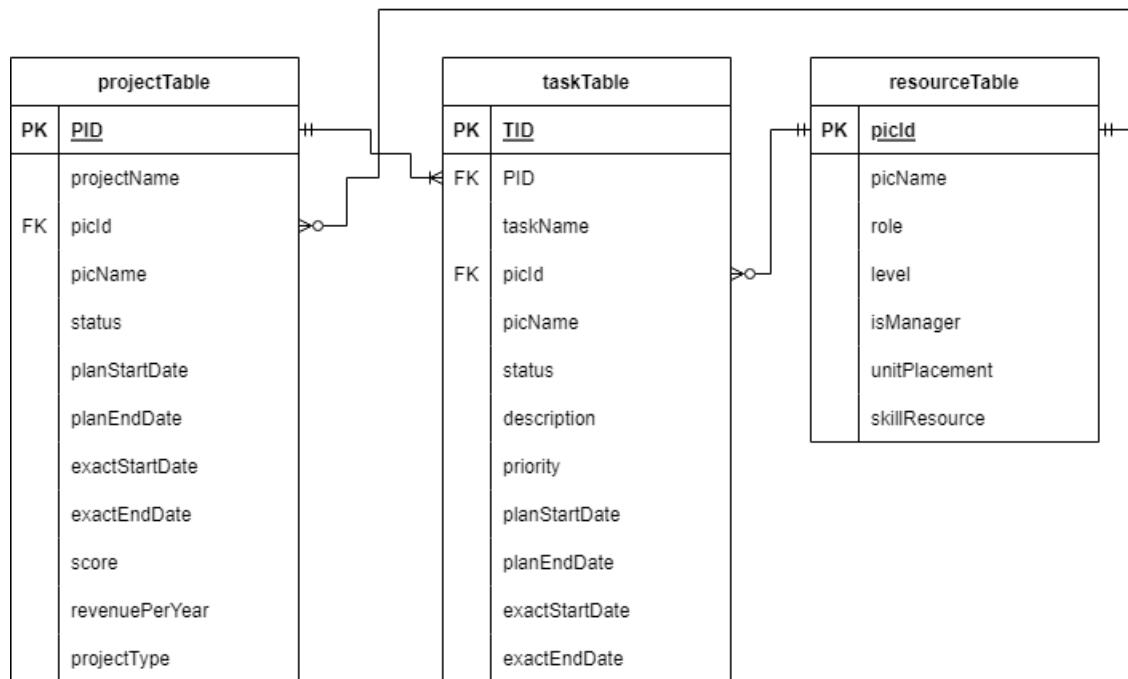
Entity Relational Diagram (ERD) digunakan untuk menggambarkan bagaimana struktur dari sistem basis data Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya (SOAPSD) yang diintegrasikan dengan SIMP. ERD yang akan dibangun dibagi menjadi dua bentuk model konseptual dan model logikal. Model konseptual ditunjukkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Model konseptual ERD SOAPSD

Terdapat 3 entitas utama yaitu *project*, *task*, dan *resource*, di mana ketiga entitas ini saling memiliki relasi satu dengan lainnya. Sebuah *Project* akan memiliki minimal 1 *task* agar proyek dapat berjalan dan umumnya lebih dari satu *task* yang menyusun suatu proyek. Dalam melakukan *task* yang ada pada sebuah *project* maka diperlukan *resource* untuk melakukan pekerjaan. *Resource* juga akan melakukan proses grup manajemen proyek untuk memastikan proyek yang ada dapat diselesaikan.

Model konseptual ini kemudian diinterpretasikan kedalam sebuah model logikal. Penulisan parameter entitas yang digunakan pada sistem basis data yang akan dibangun adalah *camel case*, di mana huruf pertama dari nama parameter entitas akan dibuat huruf kecil dan apabila terdapat kata setelahnya dibuat huruf besar. Kaidah penulisan *camel case* ini digunakan untuk menyesuaikan penulisan parameter pada PT Pembayaran Digital Indonesia.



Gambar 3.18 Entity Relational Diagram Logikal dari Sistem optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya

Pada Gambar 3.18 merupakan ERD logikal dari Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya yang akan dibangun. Pada tabel *projectTable*, merupakan tabel yang digunakan sebagai tabel utama pada penelitian ini. Tipe dan struktur data yang akan digunakan, secara detil dapat dilihat pada Tabel 3.28 hingga Tabel 3.30.

Tabel 3.28 Struktur dan Tipe Data Sistem

No.	Parameter	Tipe	Wajib/Opsional	Keterangan
1	PID	<i>String</i>	Wajib	Identitas dari sebuah proyek yang akan dikerjakan
2	projectName	<i>String</i>	Wajib	Nama dari proyek yang akan atau sedang dikerjakan
3	picId	<i>String</i>	Wajib	Nomor identitas dari sumber daya yang akan melakukan pekerjaan.
4	status	<i>String</i>	Wajib	Status menandakan bagaimana keadaan terakhir dari sebuah proyek atau pekerjaan
5	picName	<i>String</i>	Wajib	Nama dari penanggung jawab yang melakukan proyek atau pekerjaan
6	planStartDate	<i>String</i>	Wajib	Rencana tanggal proyek akan dimulai
7	planEndDate	<i>String</i>	Wajib	Rencana proyek dapat diselesaikan
8	exactStartDate	<i>String</i>	Wajib	Tanggal di mana proyek sesungguhnya dimulai
9	exactEndDate	<i>String</i>	Wajib	Tanggal proyek selesai dikerjakan secara <i>real</i>
10	TID	<i>String</i>	Wajib	Identitas dari pekerjaan yang akan dilakukan
11	taskName	<i>String</i>	Wajib	Nama pekerjaan yang akan dikerjakan

Tabel 3.29 Struktur dan Tipe Data Sistem (sambungan)

No.	Parameter	Tipe	Wajib/Opsional	Keterangan
12	<i>description</i>	<i>String</i>	Opsional	Deskripsi dari pekerjaan yang akan dilakukan, berisikan detil-detil pekerjaan jika ada
13	<i>priority</i>	<i>Float</i>	Opsional	Prioritas pekerjaan proyek jika dibandingkan dengan proyek lainnya dalam skala 1-10.
14	<i>role</i>	<i>String</i>	Wajib	Peran seorang dalam sebuah proyek. Komponen dari entitas ini adalah: <ul style="list-style-type: none"> - PM - AM - <i>Developer</i> - PE - <i>Tester</i> - OE
15	<i>level</i>	<i>String</i>	Wajib	<i>Level</i> merupakan tingkatan seseorang secara hirarki. Komponen level berisikan integer nomor 1-5, dengan 1 adalah level tertinggi dan 5 adalah level terendah.

Tabel 3.30 Struktur dan Tipe Data Sistem (sambungan)

No.	Parameter	Tipe	Wajib/Opsional	Keterangan
16	<i>isManager</i>	<i>Integer</i>	Wajib	<i>isManager</i> merupakan entitas yang berisikan nilai 1 atau 0. Di mana nilai 1 menunjukan bahwa seseorang adalah FM dan 0 apabila sebagai pegawai biasa.
17	<i>unitPlacement</i>	<i>String</i>	Wajib	<i>unitPlacement</i> merupakan unit tempat di mana seorang bekerja.
18	<i>skillResource</i>	<i>String</i>	Opsional	Berisikan skill yang dimiliki oleh pekerja

Dari tabel yang ada pada sistem basis data terdapat relasi yang menghubungkan data antar tabel dengan menggunakan *key* khusus. Relasi antar tabel yang terdapat pada sistem basis data dapat ditunjukkan secara detil pada Tabel 3.31 dan Tabel 3.32.

Tabel 3.31 Relasi Tabel pada sistem basis data

Relasi Tabel	Jenis Relasi	Keterangan
<i>projectTable</i> → <i>taskTable</i>	<i>One or many</i>	Setiap proyek yang dikerjakan pasti memerlukan minimal satu pekerjaan yang akan dikerjakan.

Tabel 3.32 Relasi Tabel pada sistem basis data (sambungan)

Relasi Tabel	Jenis Relasi	Keterangan
<i>taskTable→projectTable</i>	<i>One and only one</i>	Setiap pekerjaan yang ada hanya memiliki satu buah proyek dan hanya satu proyek saja.
<i>projectTable→resourceTable</i>	<i>One and only one</i>	Setiap proyek hanya memiliki satu penanggung jawab proyek baik AM ataupun PM yang telah ditunjuk.
<i>resourceTable→projectTable</i>	<i>Zero or Many</i>	Sumber daya yang ada pada perusahaan dapat memiliki nol ataupun banyak proyek dalam satu waktu.
<i>taskTable→resourceTable</i>	<i>One and only one</i>	Sebuah pekerjaan yang dilakukan hanya dapat dilakukan oleh satu orang saja.
<i>resourceTable→taskTable</i>	<i>Zero or Many</i>	Sumber daya manusia dalam perusahaan dapat memiliki nol pekerjaan dan juga banyak pekerjaan tergantung dari disposisi yang dilakukan oleh FM.

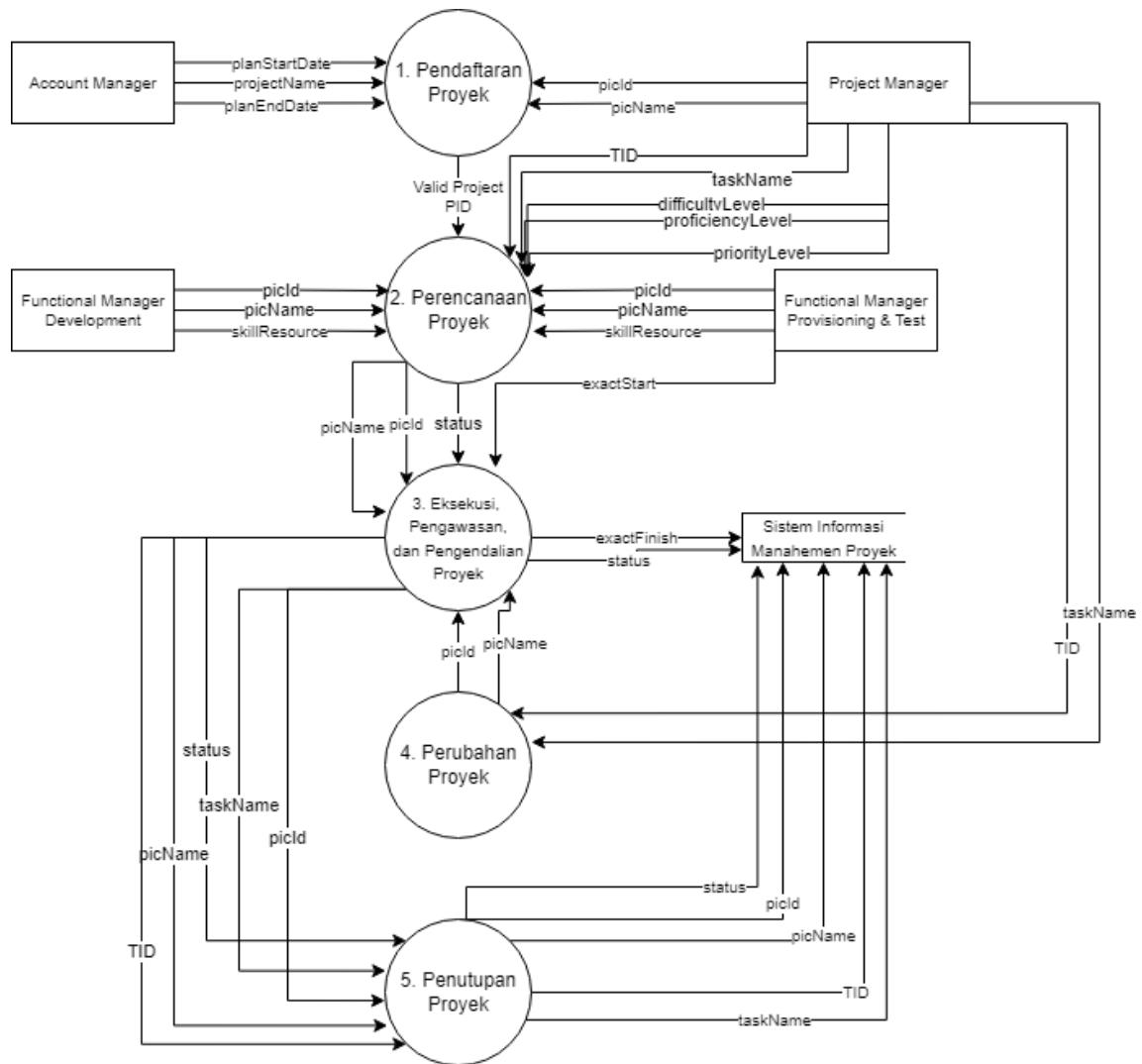
3.10.2 Data Flow Diagram

Sistem basis data yang akan dibangun tentunya memiliki alur informasi keluar masuk basis data dan juga tabel guna memenuhi kebutuhan dari integrasi

SOAPSD dengan SIMP. Untuk menggambarkan bagaimana aliran data pada sistem yang akan dibangun, *Data Flow Diagram* (DFD) dibuat untuk menggambarkan bagaimana aliran data pada sistem. DFD yang akan dibangun dibagi menjadi 1 bagian DFD tingkat 0, karena flow yang berjalan pada SOAPSD sudah dapat dijelaskan pada DFD tingkat 0. Secara proses grup pengawalan proyek dapat dibagi menjadi 5 proses:

1. Pendaftaran Proyek
2. Perencanaan Proyek
3. Eksekusi, Pengawasan dan Pengendalian Proyek
4. Perubahan Proyek
5. Penutupan proyek

Adapun DFD tingkat 0 dari proses dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Data Flow Diagram Level 0 dari SOAPSD

Pada tahapan Pendaftaran Proyek Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya (SOAPSD) menerima kapan proyek akan dikerjakan, nama proyek dan penanggung jawab utama dari proyek yang akan dikerjakan. Tahapan ini dijalankan paralel dengan pembuatan *project charter* dan pemasukan proyek dalam SIMP.

Pada tahapan perencanaan proyek, tim proyek melakukan perencanaan proyek terkait pekerjaan apa saja yang akan dikerjakan, urutan pekerjaan dan juga berapa lama suatu pekerjaan akan dikerjakan. Dengan adanya SOAPSD, untuk proses alokasi pekerjaan terdapat aktivitas pada SOAPSD untuk memasukan beberapa parameter yaitu:

1. Pekerjaan yang akan dilakukan
2. Tingkat kesulitan dari pekerjaan
3. Jumlah *deliverables* yang akan dikerjakan

Pada masukan “pekerjaan yang akan dilakukan”, akan diisikan pekerjaan yang akan dilakukan untuk kemudian dilakukan pencarian pada sistem dengan menggunakan algoritma *Natural Language Programming* (NLP) untuk melihat pekerjaan yang dilakukan apakah dapat dikerjakan oleh sumber daya PT PDI.

Pada masukan “Tingkat kesulitan dari pekerjaan” dibagi menjadi tiga pilihan masukan yaitu:

- Sulit (high),
- Rendah (low).

Pada masukan “Jumlah *Deliverables*” dibagi menjadi 3 pilihan masukan yaitu:

- Rendah (low)
- Tinggi (high)

Tingkat kesulitan dari suatu pekerjaan menggambarkan keterampilan yang Perlu dimiliki oleh sumber daya yang berhubungan dengan pekerjaan yang akan dikerjakan. Jika seseorang memiliki nilai keterampilan atas skill yang tinggi maka dapat menyelesaikan pekerjaan yang dikategorikan dalam pekerjaan sulit/*high*.

Tingkat keterampilan sumber daya menggambarkan bagaimana keterampilan yang dimiliki oleh sumber daya. Semakin banyak keterampilan/*skill* yang dimiliki oleh sumber daya, maka semakin menguasai seseorang terhadap bidang teknologi informasi.

Prioritas pekerjaan merupakan parameter untuk melihat kecepatan penyelesaian dan fokus sumber daya dalam melakukan pekerjaan. Untuk pekerjaan dengan prioritas tinggi, maka akan dicari sumber daya yang memiliki okupansi pekerjaan yang sedikit dan untuk pekerjaan dengan prioritas rendah maka akan dicari sumber daya yang memiliki okupansi pekerjaan yang cukup namun masih dalam batas maksimum pekerjaan yang akan dikerjakan.

Input ini kemudian akan diolah pada SOAPSD dan SOAPSD akan menghasilkan keluaran berupa sumber daya yang akan melakukan pekerjaan berdasarkan ketersediaan dan kapabilitas dari sumber daya. Keluaran dari SOAPSD akan menjadi masukan pada SIMP yang akan menjadi pencatatan pekerjaan yang akan dilakukan oleh pekerja dalam proyek.

Pada tahapan eksekusi, pengawasan dan pengendalian proyek SOAPSD akan menerima masukan berupa progres dari pekerjaan yang sedang dikerjakan dalam proyek yang meliputi, status dari pekerjaan, pekerjaan yang dilakukan, dan sumber daya yang mengerjakan. Proses ini dilakukan untuk memastikan SOAPSD memiliki data yang selalu valid, jika akan terjadi perubahan proyek, yang umum dijumpai pada pendekatan manajemen proyek *agile*.

Pada tahapan perubahan proyek, SOAPSD akan menerima parameter yang sama ketika perencanaan proyek, yaitu pekerjaan yang akan dilakukan, keterampilan yang dibutuhkan, waktu pekerjaan yang diperlukan. Kemudian dari sisi SOAPSD akan memberikan sumber daya yang tersedia dan kompeten dalam menyelesaikan pekerjaan yang telah diberikan.

Pada tahapan terakhir yaitu penutupan proyek SOAPSD akan membaca data pada sistem basis data, terkait dengan pembaharuan pekerjaan yang dilakukan oleh sumber daya pada SIMP, yang akan menjadi acuan dalam penentuan sumber daya selanjutnya.

3.11 Pemodelan Proses Bisnis *as is* untuk Proses Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya

Proses dalam melakukan perencanaan proyek dan eksekusi proyek dengan menggunakan SIMP digambarkan dalam sebuah diagram yang menggambarkan masukan, proses, dan keluaran dari proses perencanaan dan eksekusi menggunakan SIMP. Diagram yang digunakan untuk menggambarkan proses yang berjalan adalah *Business Process Modelling Notation* (BPMN). Pada BPMN, *as is* proses yang akan digambarkan dapat mengacu pada Tabel 3.33 dan Tabel 3.34.

Tabel 3.33 Proses *as is* berjalan untuk perencanaan proyek menggunakan SIMP

No.	Proses	Pekerja	Waktu (Jam)	Area Pengembangan
1	Memasukan <i>order</i> proyek kedalam sistem	<i>Account Manager</i> (AM)	± 1 Jam	×
2	Memasukan proyek berdasarkan order yang telah dimasukkan oleh AM	<i>Project Manager</i> (PM)	± 0.5 Jam	×
3	Penentuan pekerjaan apa saja yang akan dikerjakan	PM, Manajer fungsional	± 1 Jam	×
3	Pembuatan <i>timeline</i> pekerjaan	PM	± 0.5 Jam	×
4	Penentuan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	Manajer fungsional,	± 1 Jam	✓
5	Konfirmasi sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	Manajer fungsional	± 1 Hari	✓
6	Penetapan sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	PM, FM	± 10 Menit	✓
7	Eksekusi proyek oleh <i>Developer/Provisioning Engineer/Tester</i>	<i>Developer/Provisioning Engineer/Tester</i>	± 10 Hari	×
8	Eksekusi proyek oleh Senior <i>Developer/Provisioning Engineer/Tester</i>	Senior <i>Developer/Provisioning Engineer/Tester</i>	± 8 Hari	×

Tabel 3.34 Proses as is berjalan untuk perencanaan proyek menggunakan SIMP (sambungan)

No.	Proses	Pekerja	Waktu (Jam)	Area Pengembangan
9	Eksekusi proyek oleh <i>Outsource Officer</i>	<i>Outsource Officer</i>	± 15 Hari	×
10	Memasukan kebutuhan baru ditengah-tengah pekerjaan akibat <i>change management</i>	AM, PM	± 0.5 Jam	×
11	Menentukan pekerjaan apa yang akan dikerjakan pada <i>change management</i>	Manajer fungsional, PM, AM	± 1 Jam	×
12	<i>Rebaseline</i> waktu pekerjaan	PM, Manajer fungsional	± 1 Jam	✓
13	Penentuan sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	PM, Manajer fungsional	± 8 Jam	✓
14	Penutupan proyek	Seluruh pihak	± 2 Jam	×
15	Update data proyek	PM	± 1 Jam	×

Waktu yang tertera pada Tabel 3.33 dan Tabel 3.34 merupakan waktu yang telah disesuaikan dengan kondisi antrian dan jumlah pekerjaan yang dibebankan pada masing-masing pekerja. Proses bisnis pada Tabel 3.33 dan Tabel 3.34 kemudian akan digambarkan kedalam notasi BPMN untuk memperjelas aliran dan juga waktu yang dilalui pada proses tersebut.

Adapun biaya proses atau *mandays* yang diberikan pada setiap aktor yang ada dalam proses implementasi proyek dijelaskan pada Tabel 3.35.

Tabel 3.35 Biaya proses atau mandays implementasi proyek

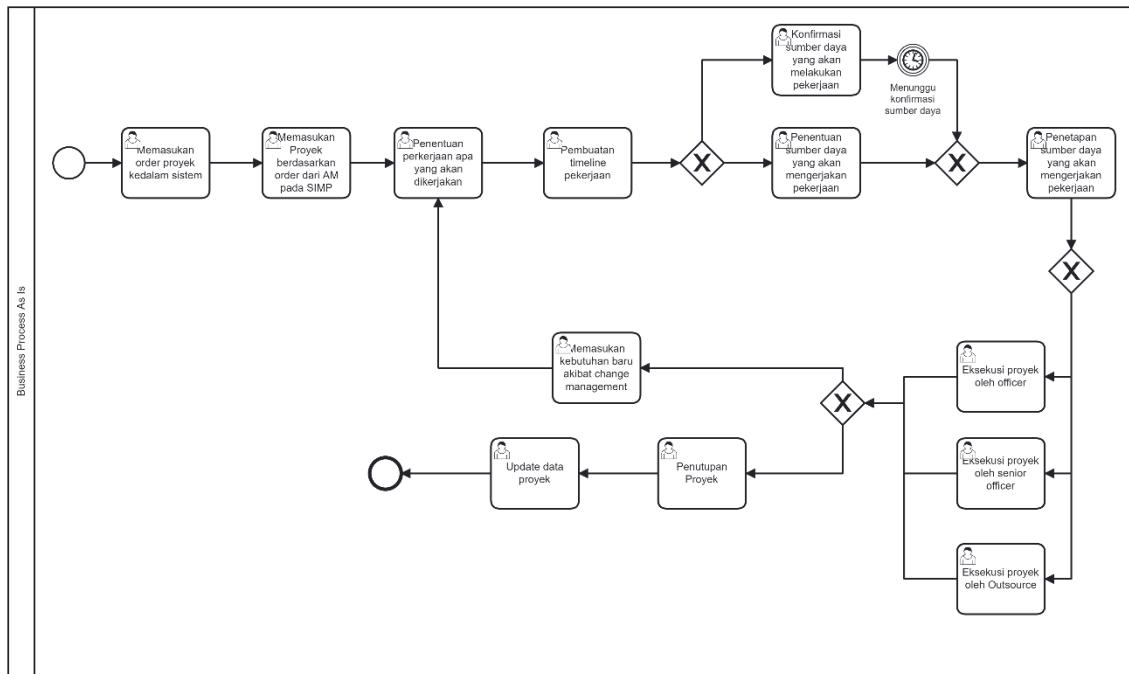
No	Aktor	Level	Biaya Per Jam (Rp)
1	<i>Project Manager</i>	4	62500
2	<i>Senior Project Manager</i>	3	83332
3	<i>Developer</i>	5	41766
4	<i>Senior Developer</i>	4	62500
5	<i>FM-Developer</i>	3	83332
6	<i>Provisioning Engineer</i>	5	41766
7	<i>Senior Provisioning Engineer</i>	4	62500
8	<i>FM-Provisioning & Testing</i>	3	83332
9	<i>Tester</i>	5	41766
10	<i>Senior Tester</i>	4	62500
11	<i>Outsource Engineer</i>	5	31250
12	<i>Junior Account Manager</i>	5	41766
13	<i>Account Manager</i>	4	62500
14	<i>Senior Account Manager</i>	3	83332

Peta beban hasil simulasi dibuat untuk menggambarkan adanya *bottleneck* yang terjadi dalam sebuah proses. Peta panas yang dibuat akan menunjukkan beban pada beberapa aspek yaitu:

- Biaya
- Perulangan
- Durasi
- Waktu tunggu

3.11.1 Pemodelan Proses Bisnis kondisi *As Is*

Kondisi Proses Bisnis saat ini seperti yang telah disebutkan pada Sub-Bab 3.11 akan digambarkan kedalam sebuah BPMN agar dapat dilihat bagaimana alur proses yang berjalan, dan dapat disimulasikan bagaimana aliran pekerjaan yang dilakukan. Kondisi bisnis *as is* untuk grup proses manajemen proyek dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 BPMN Kondisi As is grup proses manajemen proyek

Pada Gambar 3.20 memiliki tiga *exclusive gateway* yang pada simulasi akan diberikan probabilitas sesuai dengan kondisi nyata pada perusahaan yang ditunjukkan pada Tabel 3.36

Tabel 3.36 Parameter *exclusive gateway* BPMN as is

Gateway	Probabilitas (%)
Gateway 1	
Konfirmasi sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	80
Penentuan sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	20
Gateway 2	
Eksekusi dilakukan oleh <i>Developer/Provisioning Engineer/Tester</i>	55
Eksekusi dilakukan oleh senior <i>Developer/Provisioning Engineer/Tester</i>	35
Eksekusi dilakukan oleh <i>outsource officer</i>	10
Gateway 3	
Penutupan proyek	40
Memasukan kebutuhan baru akibat <i>change management</i>	60

Jumlah probabilitas pada Tabel 3.36, didapatkan berdasarkan informasi dari pakar dan juga melihat tren yang berjalan pada PT Pembayaran Digital Indonesia. Probabilitas pada *gateway 1* dibuat sebesar 80% untuk melakukan konfirmasi dan 20% untuk alur langsung ke penetapan sumber daya yang menetapkan, menunjukkan kondisi saat ini untuk melakukan penentuan sumber daya.

Probabilitas pada *gateway 2* bernilai 55%, 35%, dan 10 untuk *Developer/Provisioning Engineer/ Tester*, senior *Developer/Provisioning Engineer/ Tester*, dan *outsource officer*. Hal ini dikarenakan hampir seluruh proyek pada PT Pembayaran Digital Indonesia dikerjakan oleh karyawan level 5, dan karyawan level 4 mengerjakan pekerjaan lebih sedikit dengan kompleksitas

lebih tinggi, dan sangat jarang adanya penggunaan *outsource officer* untuk menyelesaikan proyek yang berjalan.

Probabilitas pada *gateway 3* bernilai 40% dan 60% untuk penutupan proyek dan memasukan kebutuhan baru akibat *change management*. Hal ini diakibatkan oleh pendekatan manajemen proyek yang diadopsi oleh PT Pembayaran Digital Indonesia merupakan manajemen proyek hybrid antara *waterfall* dengan *agile*, yang mengakibatkan perubahan pada proyek sangat mungkin terjadi. Namun karena

Kondisi pada Tabel 3.33 dan Tabel 3.35 akan disimulasikan pada BPMN pada Gambar 3.20 untuk didapatkan data hasil simulasi proses bisnis.

Jumlah interval proyek baru yang dimasukan pada simulator di atur sejumlah 3 hari, mengikuti jumlah proyek rerata yang masuk ke PT Pembayaran Digital Indonesia, dan jumlah simulasi yang dilakukan sebanyak 625 Proses yang merepresentasikan jumlah proyek yang dikerjakan oleh PT Pembayaran Digital Indonesia. Berdasarkan hasil simulasi yang dijalankan didapatkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 3.37.

Tabel 3.37 Hasil Simulasi BPMN *as is*

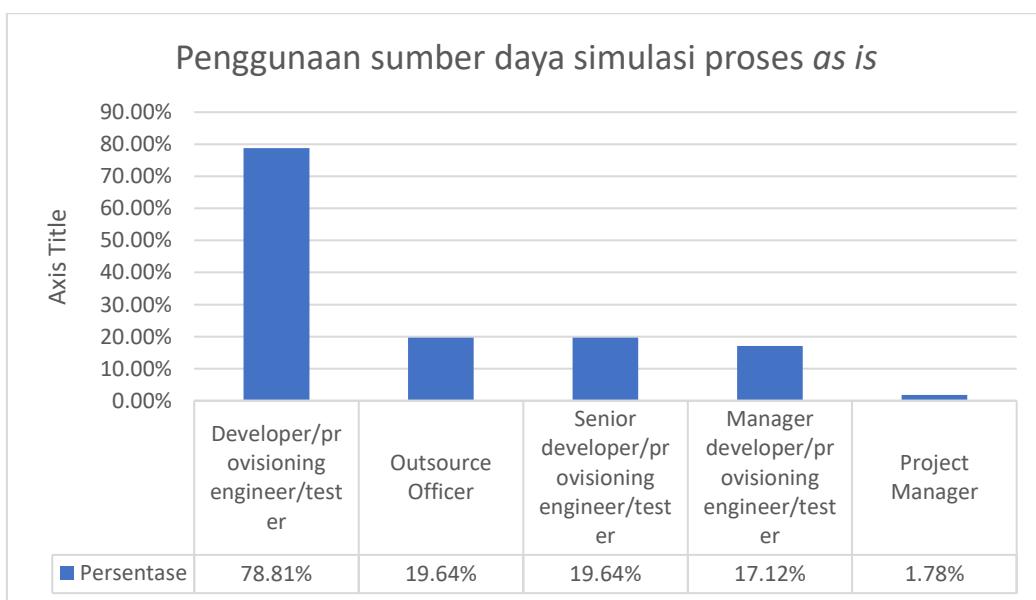
Parameter	Minimum	Rerata	Maksimum
Lama satu proses berjalan (Memperhitungkan waktu libur)	8,5 Minggu	47,1 Minggu	99,4 minggu
Lama satu proses berjalan (Netto)	2,2 Minggu	12,4 Minggu	26,3 Minggu
Biaya satu proses berjalan	Rp.10.020.000	Rp.44.751.000	Rp.105.096.000

Tabel 3.38 Hasil rerata simulasi proses pada proses bisnis *as is*

Proses	Pekerja	Jumlah Run	Waktu tunggu	Durasi	Biaya
Memasukan order proyek ke dalam sistem	<i>Account Manager</i>	189	0	49.5 Menit	Rp.51.000,00
Memasukan Proyek berdasarkan order dari AM pada SIMP	<i>Project manager</i>	189	0	28.3 Menit	Rp. 30.000,00
Penentuan perkerjaan apa yang akan dikerjakan	<i>Functional Manager</i>	625	2.2 Jam	3.3 Jam	Rp. 90.000,00
Pembuatan <i>timeline</i> pekerjaan	<i>Project Manager</i>	625	0	36.5 Menit	Rp. 39.000,00
Penentuan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	<i>Functional Manager</i>	75	0	1.6 Jam	Rp 132.000,00
Konfirmasi sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	<i>Functional Manager</i>	549	0	1.2 Hari	Rp 2.319.000,00
Penetapan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	<i>Project manager</i>	625	0	13.2 Menit	Rp15.000,00
Eksekusi dilakukan oleh <i>Developer/Provisioning</i> <i>Engineer/ Tester</i>	<i>Developer/Provisioning</i> <i>Engineer/ Tester</i>	303	4 Minggu	5.5 Minggu	Rp.10.167.000,00

Tabel 3.39 Hasil rerata simulasi proses pada proses bisnis as is (sambungan)

Proses	Pekerja	Jumlah Run	Waktu tunggu	Durasi	Biaya
Eksekusi dilakukan oleh senior <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	Senior <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	265	3.4 Hari	1.7 Minggu	Rp. 12.696.000,00
Eksekusi dilakukan oleh <i>outsource officer</i>	<i>Outsource officer</i>	56	0	1.9 Minggu	Rp. 10.110.000,00
Memasukan kebutuhan baru akibat <i>change management</i>	<i>Account Manager</i>	435	5.7 Menit	39.4 Menit	Rp. 36.000,00
Penutupan proyek	<i>Project Manager</i>	189	0	2.2 Jam	Rp.138.000,00
Update data proyek	<i>Project Manager</i>	189	3.5 Menit	2.2 Jam	Rp. 132.000,00

**Gambar 3.21 Grafik hasil simulasi penggunaan sumber daya simulasi proses as is**

Berdasarkan Tabel 3.37, dapat dilihat bahwa rata-rata proyek yang dilaksanakan berkisar sekitar 47.1 minggu atau setara dengan 9 bulan. Dengan memperhitungkan libur dan 12,4 minggu atau sekitar 3 bulan untuk penggerjaan proyek. Hal ini sebetulnya sudah keluar dari SLA yang telah ditetapkan PT PDI

yaitu sebesar 1 bulan untuk proyek jenis pengembangan. Rerata penyelesaian proyek selama 12,4 minggu ini diakibatkan oleh adanya beberapa hal, yang sangat memengaruhi adalah waktu tunggu untuk pekerjaan dapat dilakukan eksekusi oleh *Developer/Provisioning Engineer/ Tester* selama 4 minggu. Hal ini terjadi diakibatkan oleh pekerjaan yang diberikan oleh *functional manager* kepada eksekutor ketika fase perencanaan proyek, hanya berdasarkan asumsi dan konfirmasi dari sumber daya terkait, terhadap ketersediaan dan kemampuan sumber daya. Sementara beban pekerjaan yang dilakukan oleh sumber daya tidak seluruhnya tercatat oleh masing-masing individu dan juga SIMP, yang berakibat pekerjaan terhambat karena menunggu pekerjaan lainya selesai. Pada Gambar 3.21, menunjukan bagaimana penggunaan sumber daya ketika proses *as is* disimulasikan, yang menunjukkan bahwa penggunaan sumber daya masih tidak merata dengan kondisi sumber daya yang ada.

Akibat lain dari tidak diketahui beban pekerjaan dari sumber daya adalah, alokasi pekerjaan pada sumber daya yang tersedia dan kompeten jarang dilakukan, sementara apabila alokasi pekerjaan dapat diberikan pada sumber daya yang tepat pekerjaan dapat lebih cepat diselesaikan dengan waktu tunggu yang lebih sebentar.

Kendala yang telah disimulasikan ini akan coba diselesaikan dengan membangun sebuah sistem yang dapat memangkas proses:

- Konfirmasi sumber daya yang akan melakukan pekerjaan
- Menunggu konfirmasi sumber daya
- Penentuan sumber daya yang akan melakukan pekerjaan
- Penetapan sumber daya yang akan melakukan pekerjaan

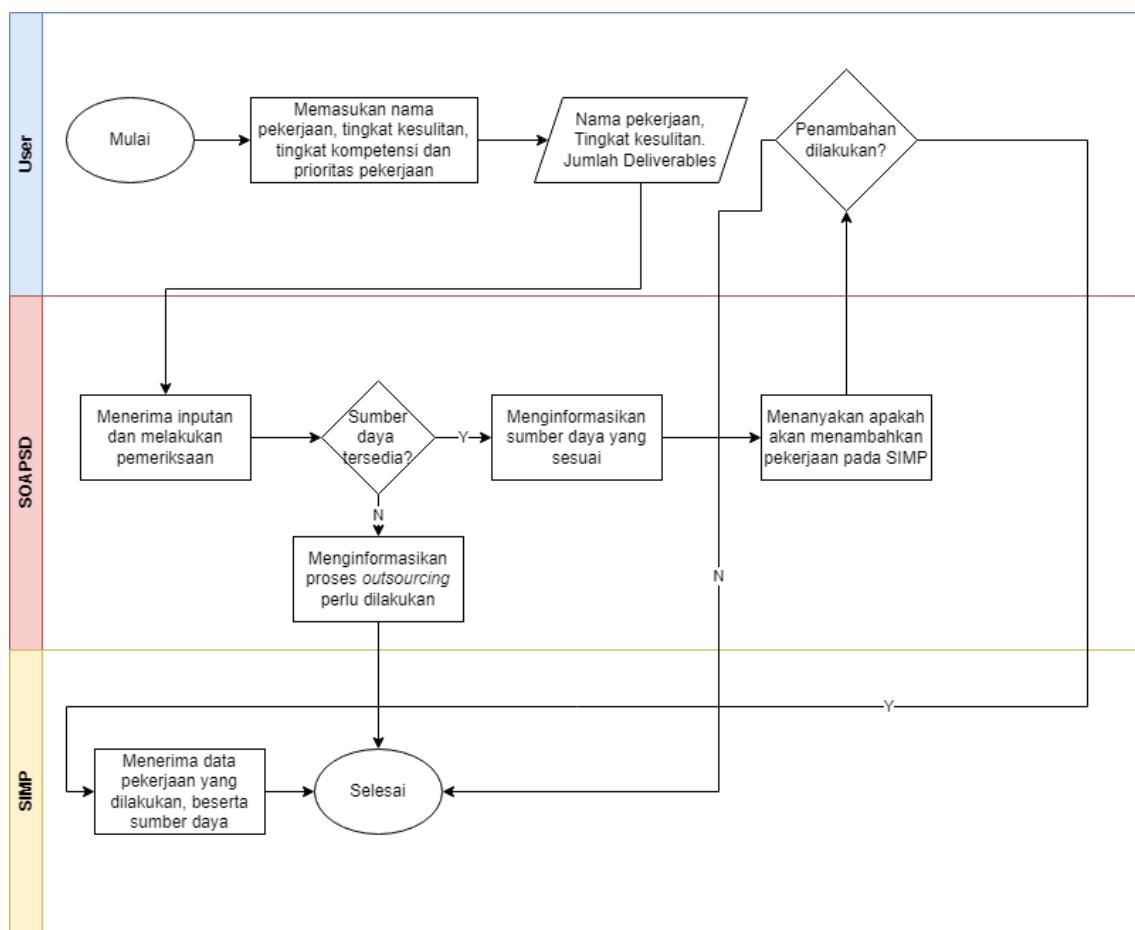
Dan dapat memberikan alokasi pekerjaan sesuai dengan ketersediaan dan kompetensi dari sumber daya, untuk mempercepat penyelesaian proyek.

3.12 Pembangunan Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya

Pada tahapan ini basis data yang telah dibuat akan dijadikan konsumsi dalam membangun model *machine learning* untuk mengenali sumber daya mana yang tepat dalam melakukan pekerjaan proyek, baik secara statis ketika awal perencanaan proyek, maupun

dinamis ketika proyek sudah berjalan. *Machine Learning* yang digunakan adalah *random forest*, yang akan dibangun menggunakan Bahasa pemrograman Python. Bahasa pemrograman ini dipilih dikarenakan memiliki Pustaka yang mendukung dengan sintaks yang relatif mendekati *pseudocode*.

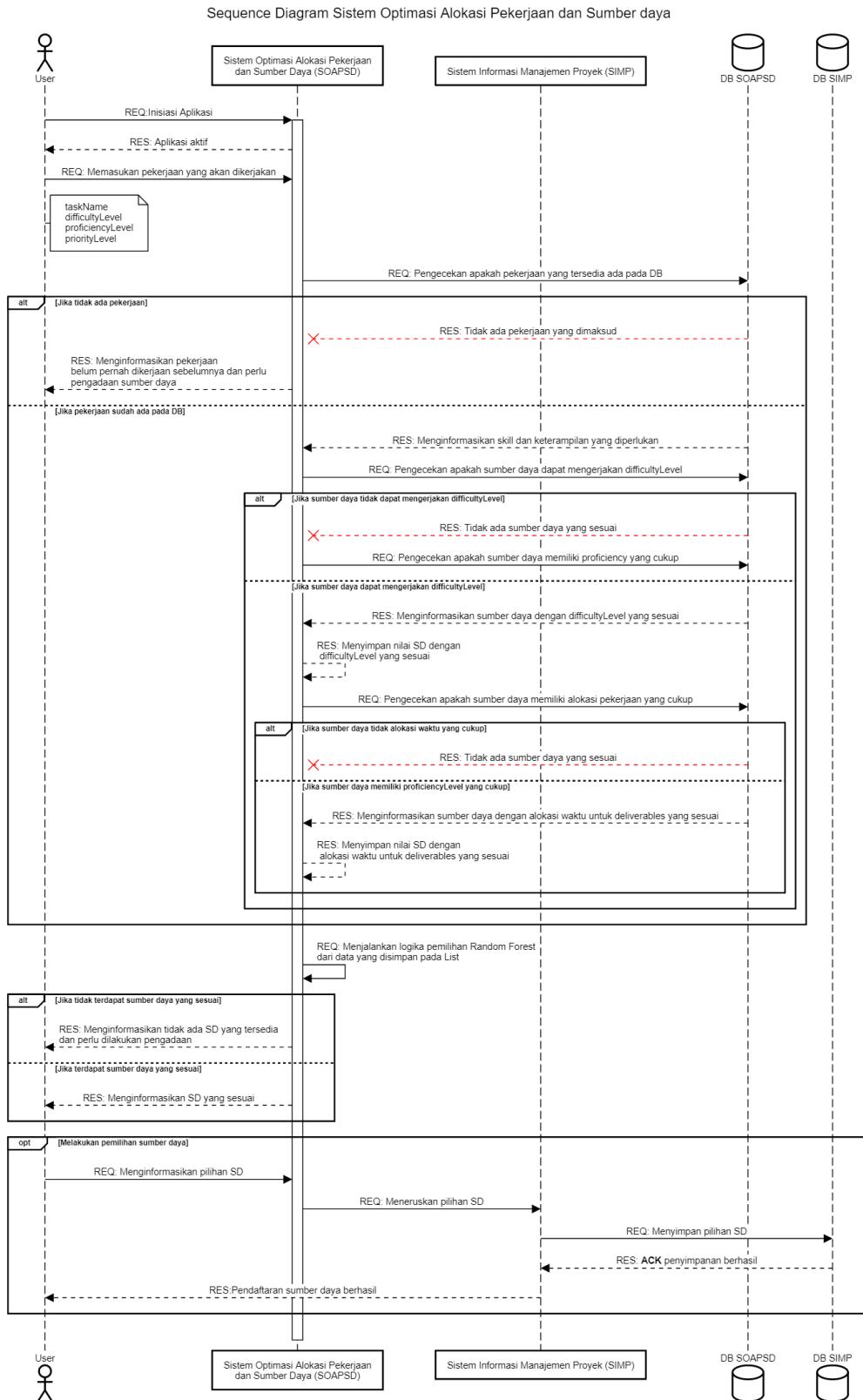
Data dari hasil kuesioner, juga menjadi salah satu pendukung logika identifikasi yang dikembangkan dengan menggunakan *random forest*, agar dapat menyesuaikan dengan kondisi praktis *expert* yang ada.



Gambar 3.22 Diagram alir Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya (SOAPSD)

Pada Gambar 3.22, merupakan diagram alir SOAPSD yang akan dibangun dengan berdasarkan algoritma dan data yang telah didapatkan dari pegawai PT PDI dan juga para pakar dari PT PDI. Secara aliran pengguna akan memasukan pekerjaan yang akan dilakukan, tingkat kesulitan dan jumlah *deliverables* yang akan dikerjakan. Data ini kemudian akan diterima pada SOAPSD untuk dilakukan pengecekan pada basis data apakah pekerjaan yang dikerjakan memiliki sumber daya yang sesuai. Sistem akan

mengembalikan respon sumber daya yang layak untuk melakukan pekerjaan atau respon untuk melakukan pengadaan sumber daya apabila tidak terdapat ketersediaan sumber daya pada sistem. Jika pengguna menginginkan untuk melakukan pemilihan sumber daya hasil dari SOAPSD, maka SOAPSD akan meneruskan data pekerjaan yang akan dikerjakan beserta sumber daya yang akan mengerjakan pada SIMP agar dapat dikerjakan oleh sumber daya yang telah ditentukan.



Gambar 3.23 Diagram Sequence untuk SOAPSD

Pada Gambar 3.23 merupakan Diagram sekuen yang memperjelas penjelasan pada Gambar 3.22. Entitas informasi dari pengguna, SOAPSD, SIMP, sistem basis data digambarkan pada diagram sekuen. Contoh keluaran dari sistem SOAP yang telah dibangun dapat dilihat pada Gambar 3.24.

```
Input Task Name: project planning
Input Difficulty Level (low,high): high
Input Deliverables Number (low,high): high
Matching resources for the given task and skills:
Pic ID: 985262 - Pic Name: PM 1
Pic ID: 865201 - Pic Name: Manager Solution
By Difficulty: 985262 - PM 1
By Priority: 985262 - PM 1

Suitable Resource: 985262 PM 1 Task Occupation: 5 - Skill: ([{"name": "Project Management", "prov": 5}, {"name": "Scrum", "prov": 4}, {"name": "Tableau", "prov": 3}, {"name": "Python", "prov": 3}])
Processing time: 0.001 seconds
```

Gambar 3.24 Tampilan SOAPSD ketika melakukan optimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya

Pada Gambar 3.24, pekerjaan yang akan dilakukan dimasukan untuk kemudian dilakukan pencarian pada sistem internal dengan menggunakan *Natural Language Programming* (NLP) berdasarkan kata yang dimasukan. Kemudian tingkat kesulitan, tingkat kemampuan dan prioritas pekerjaan dimasukan sebagai informasi tambahan yang akan dimasukkan ke dalam sistem *random forest* untuk penentuan sumber daya. Sistem akan mengeluarkan sumber daya yang mungkin sesuai dengan kriteria yang diberikan, sumber daya yang cocok pada kategori yang dikirimkan yaitu kesulitan, keterampilan dan prioritas, dan sumber daya yang sesuai berdasarkan hasil dari *random forest*.

3.13 Simulasi Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya

Sistem yang sudah dibangun kemudian dilakukan pengujian dengan 20 skenario yang berbeda untuk perencanaan proyek ketika proyek belum berjalan dan ketika sudah berjalan, pada kondisi menggunakan Sistem identifikasi dan tidak menggunakan. Untuk data historis, pencatatan atas sumber daya dilakukan terlebih dahulu untuk melihat berapa sumber daya yang tersisa dan dapat dialokasikan pekerjaan. Adapun variabel yang akan dicatat berdasarkan simulasi ini adalah:

- Waktu proses
- Ketepatan sumber daya yang dipilih

Data ini kemudian akan dicatat dan dilakukan perbandingan dengan data historis.

3.13.1 Simulasi Sistem

Sistem yang telah dibangun kemudian dilakukan simulasi dengan beberapa skenario sesuai dengan informasi yang didapatkan pada pakar yaitu:

- *Deliverables* sedikit, tingkat kesulitan rendah
- *Deliverables* banyak, tingkat kesulitan rendah
- *Deliverables* sedikit, tingkat kesulitan tinggi
- *Deliverable* banyak, tingkat kesulitan tinggi

Untuk seluruh skenario akan diujikan sebanyak 10 kali perulangan dengan mencatat waktu proses dan hasil sumber daya yang dipilih. Pakar akan memberikan alokasi pekerjaan sesuai dengan skenario yang diberikan. Hasil alokasi dari sistem dan dari pakar akan dibandingkan apakah sudah cukup tepat dalam melakukan identifikasi atau belum. Jika belum dapat mengidentifikasi dengan tepat maka proses optimasi sistem akan dilakukan hingga mendapatkan hasil yang sesuai. Waktu proses sistem juga dilakukan pencatatan untuk melihat karakteristik dari sistem dalam melakukan proses identifikasi, yang akan menjadi dasar dalam pembangunan proses *to be*.

Tabel 3.40 Simulasi skenario 1: Deliverables sedikit, tingkat kesulitan rendah

Nama Pekerjaan	Identifikasi Pakar	Identifikasi Sistem	Sesuai/Tidak Sesuai	Waktu Proses (sekon)
Setting Fee	Provisioning Engineer 2	Provisioning Engineer 2	Sesuai	0,004
Konfigurasi Rekon	Provisioning Engineer 2	Provisioning Engineer 2	Sesuai	0,003
Penambahan Parameter API	BE Dev 2	Manager Solution	Tidak	0,013
Migrasi <i>Production</i>	Provisioning Engineer 2	Provisioning Engineer 2	Sesuai	0,014
Development service BE	BE Dev 2	Provisioning Engineer 2	Tidak	0,009
Development FE View	FE Dev 2	FE Dev 2	Sesuai	0,005
Integrasi <i>Biller</i>	SI Eng 3	FE Dev 2	Tidak	0,009
Integrasi <i>Channel</i>	SI Eng 3	SI Eng 3	Sesuai	0,007
SQA	QA 2	QA 2	Sesuai	0,006
<i>Development</i> adapter	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,005

Tabel 3.41 Simulasi skenario 2: *Deliverables* banyak, tingkat kesulitan rendah

Nama Pekerjaan	Identifikasi Pakar	Identifikasi Sistem	Sesuai/Tidak Sesuai	Waktu Proses (sekon)
Setting Fee	Provisioning Engineer 2	Provisioning Engineer 2	Sesuai	0,012
Konfigurasi Rekon	Provisioning Engineer 2	Outsource	Tidak Sesuai	0,011
Penambahan Parameter API	BE Dev 2	Outsource	Tidak Sesuai	0,014
Migrasi <i>Production</i>	Provisioning Engineer 2	Outsource	Tidak sesuai	0,007
Development service BE	BE Dev 2	FE Dev 2	Tidak sesuai	0,007
Development FE View	FE Dev 2	FE Dev 2	Sesuai	0,008
Integrasi <i>Biller</i>	SI Eng 3	Outsource	Tidak sesuai	0,008
Integrasi <i>Channel</i>	SI Eng 3	Outsource	Tidak sesuai	0,008
SQA	QA 2	QA 2	Sesuai	0,000
<i>Development</i> adapter	BE Dev 2	Outsource	Tidak sesuai	0,013

Tabel 3.42 Simulasi skenario 3: Deliverables sedikit, tingkat kesulitan tinggi

Nama Pekerjaan	Identifikasi Pakar	Identifikasi Sistem	Sesuai/Tidak Sesuai	Waktu Proses (sekon)
<i>Planning Development</i>	BE Dev 1	PM 1	Tidak Sesuai	0,002
<i>Project Planning</i>	PM 1	PM 1	Sesuai	0,003
Penambahan Parameter API	BE Dev 1	BE Dev 1	Sesuai	0,013
Migrasi <i>Production</i>	Provisioning Engineer 1	Provisioning Engineer 1	Sesuai	0,004
Development service BE	BE Dev 2	BE Dev 1	Tidak Sesuai	0,007
Development FE View	FE Dev 1	FE Dev 1	Sesuai	0,006
Integrasi <i>Biller</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,004
Integrasi <i>Channel</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,004
SQA	QA 1	QA 1	Sesuai	0,003
<i>Development adapter</i>	BE Dev 1	Outsource	Tidak sesuai	0,004

Tabel 3.43 Simulasi skenario 4: Deliverables banyak, tingkat kesulitan tinggi

Nama Pekerjaan	Identifikasi Pakar	Identifikasi Sistem	Sesuai/Tidak Sesuai	Waktu Proses (sekon)
<i>Planning Development</i>	PM 1	PM 1	Sesuai	0,004
<i>Project Planning</i>	PM 1	PM 1	Sesuai	0,002
Penambahan Parameter API	BE Dev 1	BE Dev 1	Sesuai	0,005
Migrasi <i>Production</i>	Provisioning Engineer 1	Manager Provisioning	Tidak sesuai	0,04
Development service BE	BE Dev 1	BE Dev 1	Sesuai	0,006
Development FE View	FE Dev 1	Manager Development	Tidak Sesuai	0,005
Integrasi <i>Biller</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,005
Integrasi <i>Channel</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,005
SQA	QA 1	QA 1	Sesuai	0,003
<i>Development adapter</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,005

Tabel 3.44 Rekap simulasi sistem SOAPSD

Skenario	Persen ketepatan	Waktu Proses Rerata
<i>Deliverables</i> sedikit, tingkat kesulitan rendah	70%	0,0075 Sekon
<i>Deliverables</i> banyak, tingkat kesulitan rendah	30%	0,0088 Sekon
<i>Deliverables</i> sedikit, tingkat kesulitan tinggi	70%	0,005 Sekon
<i>Deliverables</i> banyak, tingkat kesulitan tinggi	80%	0,008 Sekon
Rata-rata	62,50%	0,0073 Sekon

Data simulasi dapat dilihat pada Tabel 3.40, Tabel 3.41, Tabel 3.42, dan Tabel 3.43 yang kemudian di rekap pada

Tabel 3.44.

Skenario *Deliverables* sedikit, tingkat kesulitan rendah, memiliki tingkat akurasi yang cukup baik yaitu 70%. Untuk kasus gagal untuk mengidentifikasi tingkat *Deliverables* sedikit, tingkat kesulitan rendah dikarenakan keterampilan yang diperlukan dibawah dari yang sudah ditetapkan para pakar. Hal ini menjadi sulit ditemukan dikarekan sumber daya pada PT PDI memiliki sumber daya yang memiliki keterampilan yang banyak sehingga cukup sulit untuk memukau sumber daya dengan tingkat keterampilan rendah. Keluaran dari SOAPSD ini dapat menjadi acuan dari para *functional manager* atau bagian *Human Resource Capital* (HCM) untuk dapat mencari sumber daya manusia yang memiliki keterampilan kurang, sebagai regenerasi pekerja pada PT PDI.

Pada Tabel 3.41, yang merupakan hasil simulasi dari pekerjaan *deliverables* banyak dengan tingkat kesulitan rendah. Didapatkan tingkat ketepatan dari identifikasi pekerjaan dengan pilihan dari pakar adalah 30% dengan waktu proses rerata sebesar 0.0088 sekon. Hasil yang diapatkan dari hasil identifikasi banyak yang mengarahkan untuk menggunakan sumber daya *outsource*. Sementara pada internal PT PDI masih terdapat sumber daya yang dapat dimaksimalkan dari sisi keterampilan dan okupansi.

3.13.2 Optimasi Sistem

Sistem yang telah dibangun pada Sub-bab 3.13 kemudian dioptimasi pada beberapa aspek yang menurut pakar Perlu untuk diperbaiki pada sistem yang telah dibangun, yaitu:

- Pertimbangan melakukan pengadaan dari luar
- Penambahan aturan pada Sistem NLP dan *random forest* yang telah dibangun

Untuk sistem yang dioptimasi seluruhnya diujikan dengan menggunakan skenario sama seperti pembangunan sistem yaitu:

- *Deliverables* sedikit, tingkat kesulitan rendah
- *Deliverables* banyak, tingkat kesulitan rendah
- *Deliverables* sedikit, tingkat kesulitan tinggi

- *Deliverable* banyak, tingkat kesulitan tinggi

Berdasarkan hasil pengujian kembali didapatkan hasil seperti pada Tabel 3.45, Tabel 3.46, Tabel 3.47, Tabel 3.48.

Tabel 3.45 Simulasi skenario 1: *Deliverables* sedikit, tingkat kesulitan rendah setelah optimasi

Nama Pekerjaan	Identifikasi Pakar	Identifikasi Sistem	Sesuai/Tidak Sesuai	Waktu Proses (sekon)
Setting Fee	Provisioning Engineer 2	Provisioning Engineer 2	Sesuai	0,017
Konfigurasi Rekon	Provisioning Engineer 2	Provisioning Engineer 2	Sesuai	0,003
Penambahan Parameter API	BE Dev 2	Outsource	Tidak Sesuai	0,018
Migrasi <i>Production</i>	Provisioning Engineer 2	Provisioning Engineer 2	Sesuai	0,009
Development service BE	BE Dev 2	BE Dev 2	Sesuai	0,012
Development FE View	FE Dev 2	FE Dev 2	Sesuai	0,012
Integrasi <i>Biller</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,015
Integrasi <i>Channel</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,013
SQA	QA 2	QA 2	Sesuai	0,017
<i>Development</i> adapter	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,015

Tabel 3.46 Simulasi skenario 2: *Deliverables* banyak, tingkat kesulitan rendah setelah optimasi

Nama Pekerjaan	Identifikasi Pakar	Identifikasi Sistem	Sesuai/Tidak Sesuai	Waktu Proses
Setting Fee	Outsource	Outsource	Sesuai	0,003
Konfigurasi Rekon	Provisioning Engineer 2	Outsource	Sesuai	0,004
Penambahan Parameter API	BE Dev 2	Outsource	Tidak Sesuai	0,006
Migrasi <i>Production</i>	Provisioning Engineer 2	Outsource	Tidak Sesuai	0,011
Development service BE	BE Dev 2	BE Dev 2	Sesuai	0,009
Development FE View	FE Dev 2	FE Dev 2	Sesuai	0,006
Integrasi <i>Biller</i>	SI Eng 3	SI Eng 1	Tidak Sesuai	0,013
Integrasi <i>Channel</i>	SI Eng 3	SI Eng 1	Tidak Sesuai	0,012
SQA	QA 2	QA 2	Sesuai	0,002
<i>Development</i> adapter	BE Dev 2	Outsource	Tidak Sesuai	0,005

Tabel 3.47 Simulasi skenario 3: Deliverables sedikit, tingkat kesulitan tinggi setelah optimasi

Nama Pekerjaan	Identifikasi Pakar	Identifikasi Sistem	Sesuai/Tidak Sesuai	Waktu Proses
<i>Planning Adapter</i>	BE Dev 1	BE Dev 1	Sesuai	0,013
<i>Project Planning</i>	PM 1	PM 1	Sesuai	0,002
Penambahan Parameter API	BE Dev 1	BE Dev 1	Sesuai	0,018
Migrasi <i>Production</i>	Provisioning Engineer 1	Manager Provisioning	Tidak Sesuai	0,007
Development service BE	BE Dev 1	BE Dev 1	Sesuai	0,009
Development FE View	FE Dev 1	FE Dev 1	Sesuai	0,004
Integrasi <i>Biller</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,015
Integrasi <i>Channel</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,016
SQA	QA 1	QA 1	Sesuai	0,009
<i>Development adapter</i>	BE Dev 1	Outsource	Tidak Sesuai	0,010

Tabel 3.48 Simulasi skenario 4: Deliverables banyak, tingkat kesulitan tinggi setelah optimasi

Nama Pekerjaan	Identifikasi Pakar	Identifikasi Sistem	Sesuai/Tidak Sesuai	Waktu Proses
<i>Planning Adapter</i>	BE Dev 1	BE Dev 1	Sesuai	0,003
<i>Project Planning</i>	PM 1	PM 1	Sesuai	0,012
Penambahan Parameter API	BE Dev 1	BE Dev 1	Sesuai	0,014
Migrasi <i>Production</i>	Provisioning Engineer 1	Manager Provisioning	Tidak Sesuai	0,006
Development service BE	BE Dev 1	BE Dev 1	Sesuai	0,009
Development FE View	FE Dev 1	Manager Development	Tidak Sesuai	0,014
Integrasi <i>Biller</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,006
Integrasi <i>Channel</i>	SI Eng 1	SI Eng 1	Sesuai	0,007
SQA	QA 1	Outsource	Tidak Sesuai	0,005
<i>Development adapter</i>	BE Dev 1	BE Dev 1	Sesuai	0,013

Tabel 3.49 Rekap simulasi sistem setelah optimasi SOAPSD

Skenario	Persen ketepatan	Waktu Proses Rerata
<i>Deliverables</i> sedikit, tingkat kesulitan rendah	90%	0,0131 sekon
<i>Deliverables</i> banyak, tingkat kesulitan rendah	50%	0,0071 sekon
<i>Deliverables</i> sedikit, tingkat kesulitan tinggi	80%	0,0103 sekon
<i>Deliverables</i> banyak, tingkat kesulitan tinggi	70%	0,0089 sekon
Rata-rata	72,50%	0,0098 sekon

Pada Tabel 3.49 merupakan hasil rerata dari 4 skenario pengujian yang telah dilakukan. Didapatkan ketepatan identifikasi sistem jika dibandingkan dengan keputusan pakar adalah 72,50% dengan waktu proses rerata adalah 0,0098 sekon. Hasil 72,50% ini didapatkan karena terdapat hasil identifikasi ketepatan sebesar 50% pada skenario *deliverables* banyak dengan tingkat kesulitan rendah. Nilai rendah ini didapatkan karena sistem yang dibangun memberikan hasil pada kondisi *deliverables* banyak dengan tingkat kesulitan rendah dikerjakan oleh pekerja *outsource*, sementara para pakar masih memiliki pemikiran seluruh pekerjaan harus dikerjakan oleh internal untuk menjaga biaya tetap murah. Hal ini justru berkebalikan, di mana potensi PT PDI untuk mengerjakan lebih banyak proyek yang lebih strategis terbuang dikarenakan pekerjaan seperti ini tidak dapat dikerjakan oleh *outsource officer*.

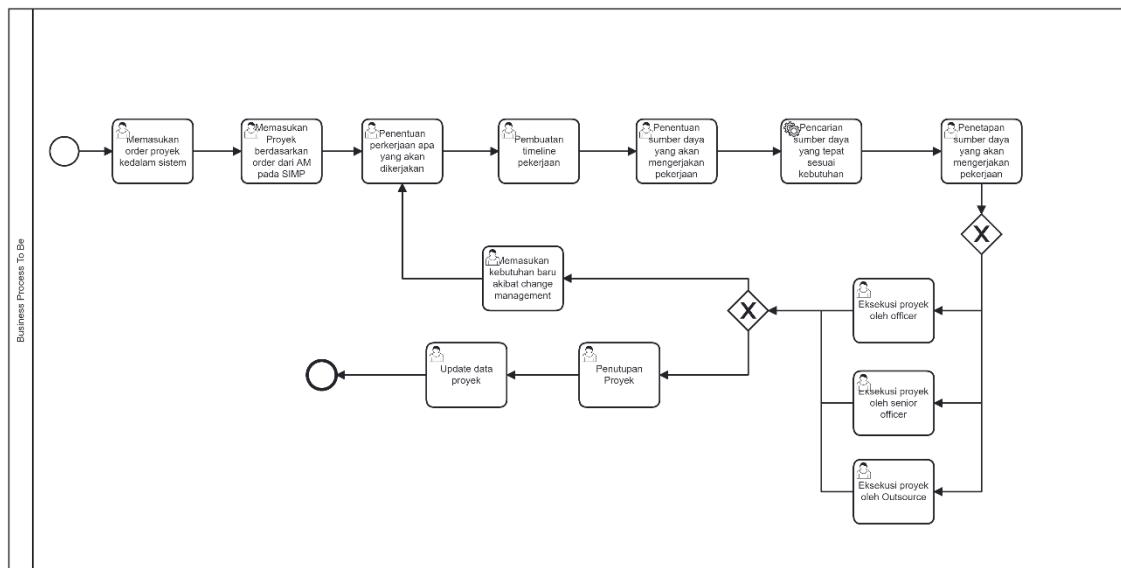
3.14 Pemodelan Proses Bisnis *To Be* untuk Proses Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya

Sistem yang telah dirancang dan dibangun, diharapkan dapat memenuhi kondisi *To Be*, yang dapat menyelesaikan permasalahan RCMPSP yang berjalan pada PT. Pembayaran Digital Indonesia (PDI). Adapun tahapan yang diharapkan dapat dioptimasi dengan adanya sistem alokasi pekerjaan dan sumber daya dapat dilihat pada Tabel 3.33 pada bagian Area Pengembangan. Dengan adanya sistem optimasi alokasi pekerjaan dan

sumber daya, diharapkan mampu memperbaiki 5 proses pada proses bisnis yang berjalan untuk perencanaan proyek, baik yang belum dimulai dan yang sudah berjalan.

3.14.1 Pemodelan Bisnis *To Be*

Berdasarkan sistem yang telah dibangun pada sub-bab 3.12 dan 3.13, dilakukan simulasi proses bisnis *to be* atas karakteristik sistem yang ditemukan.



Gambar 3.25 BPMN kondisi *to be* setelah diimplementasikan SOAPSD

Gambar 3.25 menunjukkan kondisi proses *to be* setelah SOAPSD diimplementasikan. Proses Konfirmasi sumber daya yang akan melakukan pekerjaan dan Menunggu konfirmasi sumber daya, digantikan oleh *service node* “Pencarian sumber daya yang tepat sesuai kebutuhan”. Pada BPMN proses *to be* hanya memiliki 2 gateway dengan detil pembagian seperti pada Tabel 3.50.

Tabel 3.50 Parameter exclusive gateway BPMN *to be*

Gateway	Probabilitas (%)
Gateway 1	
Eksekusi dilakukan oleh <i>Developer/Provisioning Engineer/Tester</i>	33,33
Eksekusi dilakukan oleh senior <i>Developer/Provisioning Engineer/Tester</i>	33,33
Eksekusi dilakukan oleh <i>outsource officer</i>	33,33
Gateway 2	
Memasukan kebutuhan baru akibat <i>change management</i>	60
Penutupan Proyek	40

Gateway 1 merupakan *gateway* yang menghubungkan keputusan dari SOAPSD ke sumber daya yang ditunjuk untuk melakukan pekerjaan. Probabilitas dari sumber daya yang akan mengerjakan tersebar merata dikarenakan adanya SOAPSD akan melihat ketersediaan sumber daya, sehingga pemilihan sumber daya dapat dilakukan berbasis data dan tidak menggunakan persepsi. Untuk *Gateway 2* masih sama seperti kondisi *as is* yang memungkinkan probabilitas perubahan proyek lebih tinggi dibandingkan proyek langsung segera di selesaikan.

Berdasarkan hasil simulasi yang dijalankan didapatkan hasil simulasi BPMN proses *to be* pada Tabel 3.51 dan perbandingan dari kondisi simulasi *as is* jika dibandingkan dengan *to be* dapat dilihat pada Tabel 3.54.

Tabel 3.51 Hasil Simulasi BPMN Proses *To be*

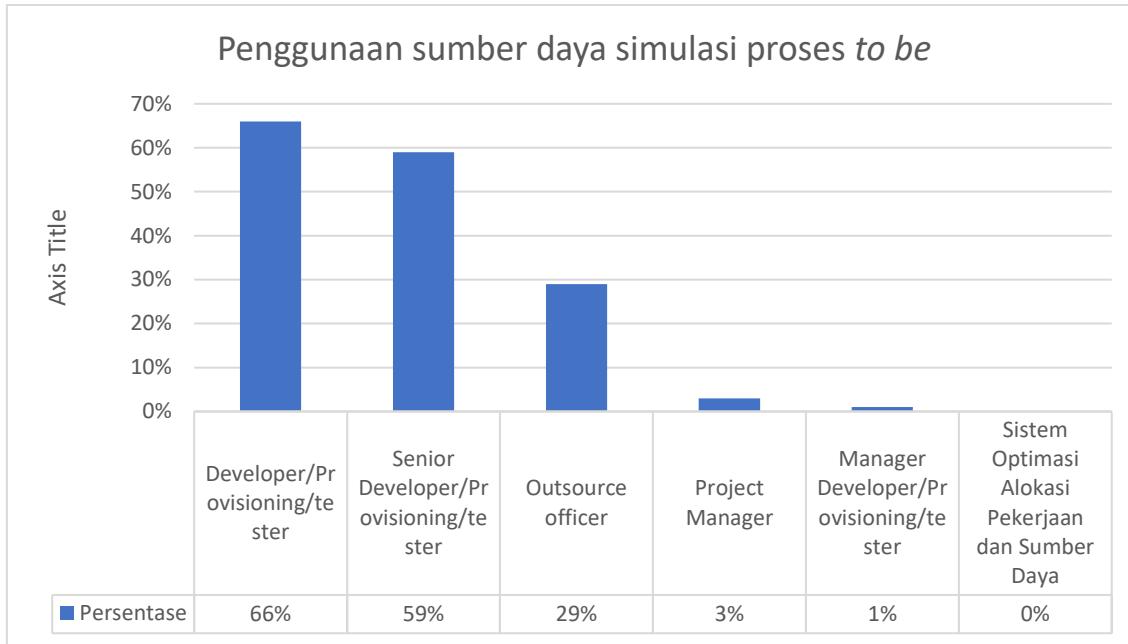
Parameter	Minimum	Rerata	Maksimum
Lama satu proses berjalan (Memperhitungkan waktu libur)	6,7 Minggu	22,9 Minggu	56,7 Minggu
Lama satu proses berjalan (Netto)	1,7 Minggu	6,1 Minggu	15,1 Minggu
Biaya satu proses berjalan	Rp. 9.114.000	Rp. 23.373.000	Rp. 51.936.000

Tabel 3.52 Hasil simulasi rerata per pekerjaan pada proses *to be*

Proses	Pekerja	Jumlah Run	Waktu tunggu	Durasi	Biaya
Memasukan order proyek ke dalam sistem	<i>Account Manager</i>	416	0	1,1 Jam	Rp 73.000,00
Memasukan Proyek berdasarkan order dari AM pada SIMP	<i>Project manager</i>	416	0	29,6 Menit	Rp 30.000,00
Penentuan perkerjaan apa yang akan dikerjakan	<i>Functional Manager</i>	625	4 Menit	1,5 Jam	Rp 117.000,00
Pembuatan <i>timeline</i> pekerjaan	<i>Project Manager</i>	625	3,3 Menit	42 Menit	Rp 39.000,00
Penentuan sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	<i>SOAPSD</i>	625	0	0	Rp -
Pencarian sumber daya yang tepat sesuai kebutuhan	<i>SOAPSD</i>	625	0	0	Rp -
Penetapan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	<i>Project manager</i>	208	1,3 Menit	15,1 Menit	Rp 15.000,00

Tabel 3.53 Hasil simulasi rerata per pekerjaan pada proses to be (sambungan)

Proses	Pekerja	Jumlah Run	Waktu tunggu	Durasi	Biaya
Eksekusi dilakukan oleh <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	<i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	333	21,9 Jam	1,5 Minggu	Rp 9.459.000,00
Eksekusi dilakukan oleh senior <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	Senior <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	83	4,5 Hari	1,7 Minggu	Rp 11.298.000,00
Eksekusi dilakukan oleh <i>outsource officer</i>	<i>Outsource officer</i>	208	2,3 Minggu	1,9 Minggu	Rp 9.651.000,00
Memasukan kebutuhan baru akibat <i>change management</i>	<i>Account Manager</i>	416	0	31,5 Menit	Rp 33.000,00
Penutupan proyek	<i>Project Manager</i>	416	0	1,8 Jam	Rp 108.000,00
Update data proyek	<i>Project Manager</i>	416	0	1,6 Jam	Rp 102.000,00



Gambar 3.26 Grafik hasil simulasi penggunaan sumber daya simulasi proses *to be*

Tabel 3.54 Perbandingan simulasi proses *as is* dan *to be*

Parameter	As Is	To Be	Delta
Lama satu proses berjalan (Memperhitungkan waktu libur)	10,75 Bulan	5 Bulan	- 5,75 Bulan
Lama satu proses berjalan (Netto)	2,75 Bulan	1,5 Bulan	- 1,25 Bulan
Biaya satu proses berjalan	Rp.44.751.000	Rp. 23.373.000	- Rp.21.378.000

Berdasarkan Tabel 3.51, dapat dilihat waktu pekerjaan proyek dalam satu kali proses selama 22 minggu/5 Bulan dengan memperhitungkan waktu libur dan selama 6,1 Minggu/1,5 Bulan jika dalam perhitungan netto. Hal mengalami pengurangan selama 1,5 bulan dari proses *as is* dengan adanya penambahan SOAPSD. Pada Tabel 3.52 dapat dilihat hasil rerata pada setiap proses yang dijalakan pada proses *to be*. Dengan melakukan jumlah simulasi yang sama dengan proses *as is*, didapatkan jumlah *run* terbanyak ada pada:

- Penentuan pekerjaan pekerjaan apa yang akan dikerjakan

- Pembuatan *timeline* pekerjaan
- Penentuan sumber daya yang akan melakukan pekerjaan
- Pencarian sumber daya yang tepat sesuai kebutuhan

Hal ini diakibatkan oleh pada proses *to be* peran *project manager*, *functional manager*, dan SOAPSD menjadi penting untuk menentukan sumber daya yang dapat melakukan pekerjaan dengan sesuai.

Pekerjaan yang dilakukan oleh *outsource officer* menjadi pekerjaan yang memiliki waktu tunggu lama dengan waktu penggeraan yang lama juga. Hal ini diakibatkan oleh pekerjaan yang dilimpahkan keluar ketika internal sudah tidak dapat mengerjakan semakin banyak. Namun dengan adanya hal ini biaya yang dikeluarkan relatif lebih sedikit jika dibandingkan dengan mengalokasikan seluruhnya pada pekerja internal yang memiliki biaya lebih besar dan antrian yang lebih banyak sehingga pekerjaan tidak dapat langsung dikerjakan.

Pekerjaan dengan biaya proses paling mahal ada pada senior *Developer/Provisioning Engineer/Tester*. Hal ini diakibatkan pada biaya dasar yang dimiliki oleh senior *Developer/Provisioning Engineer/Tester* lebih besar jika dibandingkan dengan sumber daya yang lain, dan dengan adanya SOAPSD alokasi penggunaan senior *Developer/Provisioning Engineer/Tester* menjadi lebih sering yang mengakibatkan adanya peningkatan biaya. Hal ini tentunya diikuti dengan pekerjaan dengan tingkat kesulitan tinggi lebih mudah diselesaikan karena dikerjakan oleh sumber daya yang tepat.

3.15 Analisis dan Kesimpulan

Hasil dari optimasi sistem kemudian akan dibandingkan dengan data simulasi proyek *as is* dari sisi waktu proses dan ketepatan sumber daya. Analisis dari dua kelompok data ini akan dilakukan menggunakan *paired t-test* untuk melihat apakah terdapat perbedaan signifikan dari dua kelompok data yang ada. Angka kepercayaan yang digunakan adalah 95% dengan persen *error* sebesar 5%. Ketika perbandingan statistik sudah didapatkan maka dapat diambil kesimpulan berdasarkan nilai *p* yang didapatkan relatif terhadap angka kepercayaan yang telah ditetapkan.

Hasil data pada Sub Bab 3.13, akan diolah sehingga mendapatkan karakteristik dari sistem yang baru dibuat. Karakteristik ini kemudian disimulasikan sebagai parameter pada model riset operasi terkait dengan penyelesaian pekerjaan. Parameter kondisi *as is* dan *to be* akan dimasukan ke dalam model penyelesaian proyek untuk mendapatkan waktu penyelesaian proyek. Hasil waktu penyelesaian proyek ini kemudian akan dilakukan analisis apakah dengan adanya penambahan Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya dapat mempercepat waktu penyelesaian proyek.

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL RISET

4.1 Perbandingan Kondisi PIECES dengan Kondisi *To-be*

Analisis PIECES yang telah dilakukan sebelum perancangan arsitektur memiliki beberapa poin yang perlu disolusikan kedalam sistem yang akan dibangun. Pada Tabel 4.1 hingga Tabel 4.5, merupakan perbandingan kondisi sistem sebelum dan sesudah dengan menggunakan *framework* PIECES.

Tabel 4.1 Perbandingan PIECES Sebelum dan Sesudah

Parameter	Sebelum	Sesudah
<i>Performance</i>	<ol style="list-style-type: none">1. <i>Response time</i> yang diberikan sudah sesuai dengan kebutuhan.2. Tidak ada kendala pemuatan konten pada SIMP	<ol style="list-style-type: none">1. <i>Response time</i> yang diberikan masih sesuai dengan kebutuhan di mana untuk waktu pengolahan data hanya membutuhkan 0,0098 sekon.2. Tidak ada kendala pemuatan konten setelah SIMP diintegrasikan dengan SOAPSD.

Tabel 4.2 Perbandingan PIECES Sebelum dan Sesudah (sambungan)

Parameter	Sebelum	Sesudah
<i>Information and Data</i>	<p>Input:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informasi terkait tingkat kesulitan belum tersedia. 2. Informasi jumlah pekerjaan yang dikerjakan. <p>Stored Data:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data yang disimpan, sudah memuat informasi yang diperlukan, namun belum disajikan secara interaktif. 2. Data yang tersimpan masih belum memiliki hubungan sehingga pekerjaan berlebih masih dapat dilakukan. <p>Output:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data yang ditampilkan masih belum representatif terkait dengan tingkat kesulitan dan jumlah <i>deliverables</i>. 	<p>Input:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informasi tingkat kesulitan dan jumlah pekerjaan menjadi masukan wajib ke dalam sistem. <p>Stored Data:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data yang disimpan pada sistem sudah saling berhubungan sehingga keterkaitan data sudah dapat dimunculkan ketika melakukan pembuatan pekerjaan baru. <p>Output:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data yang ditampilkan sudah representatif dengan menunjukkan: <ul style="list-style-type: none"> a. Sumber daya yang tepat dalam melakukan pekerjaan. b. Sumber daya yang memiliki kemampuan untuk melakukan pekerjaan c. Sumber daya yang memiliki waktu luang untuk mengerjakan pekerjaan.

Tabel 4.3 Perbandingan PIECES Sebelum dan Sesudah (sambungan)

Parameter	Sebelum	Sesudah
<i>Economics</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan SIMP bersifat gratis karena merupakan aplikasi <i>open source</i>. 2. SIMP yang ada saat ini dapat mencatatkan keuntungan yang ada pada PT PDI dengan kebutuhan dari <i>stakeholder</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak ada biaya tambahan yang perlu dikeluarkan untuk mengintegrasikan SIMP dengan SOAPSD yang dibangun karena merupakan sistem yang dibangun dengan Bahasa yang bersifat <i>opensource</i>
<i>Control and Security</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Input data dan <i>stored</i> data mudah untuk diubah jika diperlukan. 2. Tidak adanya validasi terhadap pekerjaan yang berikan pada seseorang. 	Pekerjaan yang dimasukkan kedalam SOAPSD divalidasi dengan ketersediaan sumber daya dengan menggunakan data dari SIMP, sehingga pengendalian sumber daya lebih tepat.

Tabel 4.4 Perbandingan PIECES Sebelum dan Sesudah (sambungan)

Parameter	Sebelum	Sesudah
<i>Efficiency</i>	<p>Waste Time:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data dengan parameter yang sama perlu untuk diinput berulang. 2. Proses validasi perlu dilakukan ke <i>manager</i> terkait untuk memastikan ketersediaan sumber daya. <p>Waste Material:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data terkait dengan jumlah pekerjaan belum digunakan sebagai acuan alokasi pekerjaan. 2. Data kemampuan yang dihasilkan dari setiap pekerjaan yang diselesaikan belum digunakan sebagai acuan alokasi pekerjaan pada sumber daya. 	<p>Waste Time:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data dengan parameter yang sama akan diambil dari <i>database SIMP</i>, sehingga tidak ada data berulang. 2. Validasi tidak perlu dilakukan Kembali ke <i>functional manager</i> masing-masing dikarenakan data sudah tersedia pada <i>SIMP</i> sesuai dengan kondisi lapangan. <p>Waste Material:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data jumlah pekerjaan dan kemampuan digunakan pada sistem identifikasi <i>random forest</i> sehingga tidak menjadi data sampah.

Tabel 4.5 Perbandingan PIECES Sebelum dan Sesudah (sambungan)

Parameter	Sebelum	Sesudah
<i>Service</i>	<p>1. SIMP belum menampilkan suatu pekerjaan cocok dikerjakan oleh tipe pekerja seperti apa.</p> <p>2. SIMP yang ada saat ini masih memiliki banyak parameter yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Bobot b. Assignee c. Accountable d. Tanggal rencana e. Tanggal realisasi <p>Yang tidak berhubungan dengan alokasi pekerjaan dan sumber daya.</p>	<p>1. SOAPSD yang diintegrasikan dengan SIMP, dapat menampilkan sumber daya yang cocok bagi suatu pekerjaan.</p> <p>2. Parameter yang digunakan pada SOAPSD untuk mengidentifikasi pekerjaan adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Nama pekerjaan b. Tingkat kesulitan pekerjaan c. Jumlah pekerjaan yang akan diolah dan menampilkan data sumber daya yang sesuai.

4.2 Analisis Pembangunan Sistem

Sistem yang telah dibangun pada Sub-bab 3.12 telah mendapatkan hasil ketepatan alokasi pekerjaan dengan keputusan pakar dengan besar rerata pada 4 skenario adalah 62,5% dan waktu proses rerata sebesar 0,0073 sekon. Hal ini setelah divalidasi Kembali kepada pakar jawaban sistem yang tidak tepat dengan prediksi pakar adalah, para pakar tidak mempertimbangkan aspek melakukan pengadaan dari luar ketika pekerjaan tidak dapat dikerjakan oleh internal, yang mengakibatkan keputusan untuk melakukan *outsource* keluar tidak diambil lagi oleh pakar. Adapun hal yang mengakibatkan ketidak tepatan identifikasi alokasi pekerjaan meski data tersedia pada sistem basis data adalah, aturan yang ditetapkan pada sistem NLP, yang belum optimal. Proses optimasi selanjutnya dilakukan untuk mencapai ketepatan alokasi pekerjaan yang lebih baik dengan waktu proses yang cepat.

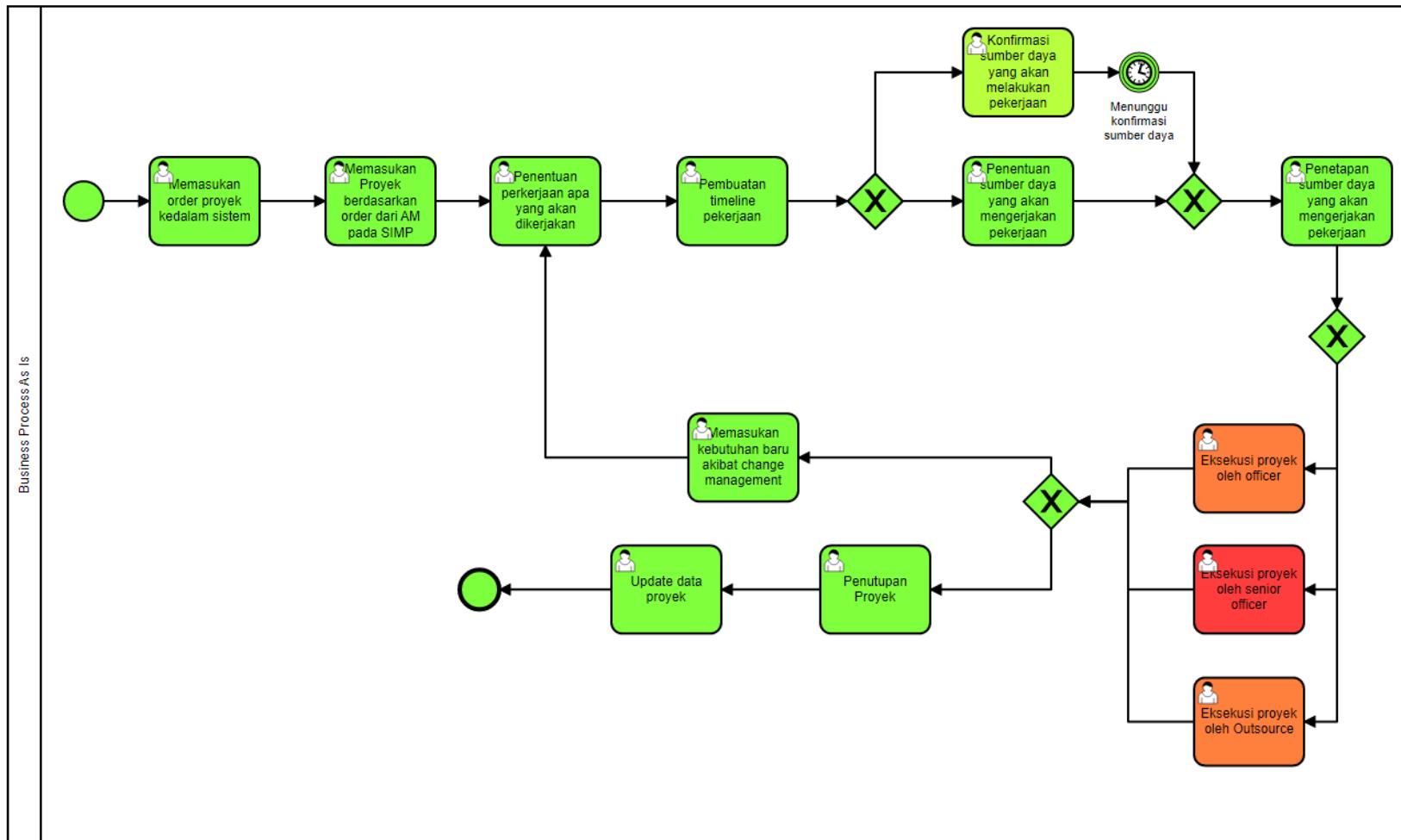
Pada tahapan optimasi sistem di Sub-bab 3.13.2 menunjukkan terdapat peningkatan dari sistem yang telah dioptimasi dengan melakukan penambahan aturan pada sistem NLP dan *random forest* serta menyertakan opsi *outsource* pada keputusan pakar. Didapatkan ketepatan identifikasi sistem dan waktu proses secara rerata pada 4 skenario yang dilakukan adalah sebesar 72,50% dan 0,0098 sekon. Hasil ini mengalami kenaikan dari sisi ketepatan identifikasi sebesar 10%. Jika dilihat lebih dalam, ketidaktepatan terjadi paling besar pada skenario *deliverables* banyak dengan tingkat kesulitan rendah. Hal ini diakibatkan oleh para pakar yang masih belum terbiasa untuk memberikan pekerjaan pada pihak eksternal ketika sumber daya internal tidak dapat melakukan pekerjaan tersebut karena terlalu banyak. Jika para pakar memiliki preferensi untuk menggunakan sumber daya *outsource* pada pekerjaan dengan jenis *deliverables* banyak dengan tingkat kesulitan rendah maka akan didapatkan ketepatan identifikasi sebesar 80% pada skenario *deliverables* banyak dengan tingkat kesulitan rendah, dan sebesar 80% secara keseluruhan. Sosialisasi kepada para pakar terkait pengambilan keputusan berbasis data perlu dilakukan apabila ingin menggunakan SOAPSD kedepanya.

Secara waktu proses terjadi peningkatan waktu proses sebesar 0,0025 sekon. Meski peningkatan waktu ini tidak akan memengaruhi performa sistem secara keseluruhan, namun adanya peningkatan waktu proses ini diakibatkan adanya penyesuaian pada logika sistem yang membuat proses pencaran menjadi sedikit lebih lambat jika dibandingkan dengan sistem ketika pertama kali disimulasi. Hal ini kedepanya tentu perlu menjadi pertimbangan ketika ada penambahan atau pengembangan yang dilakukan pada SOAPSD akan memengaruhi juga pada waktu respon, sehingga perlu diperhatikan ketepatan yang diberikan apabila ingin dikejar semaksimal mungkin maka akan ada *trade off* pada waktu proses di SOAPSD.

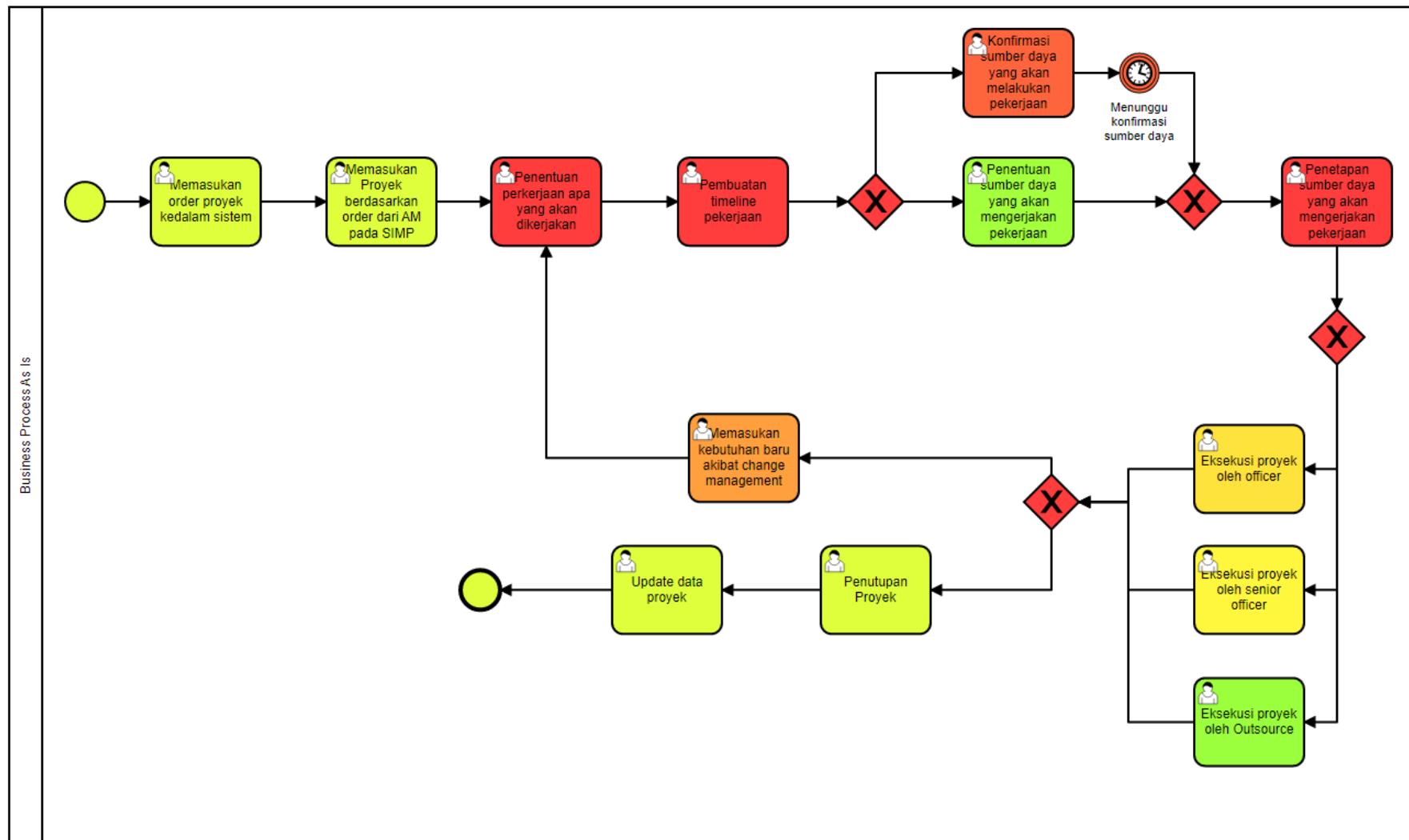
4.3 Perbandingan Proses As Is dengan To Be

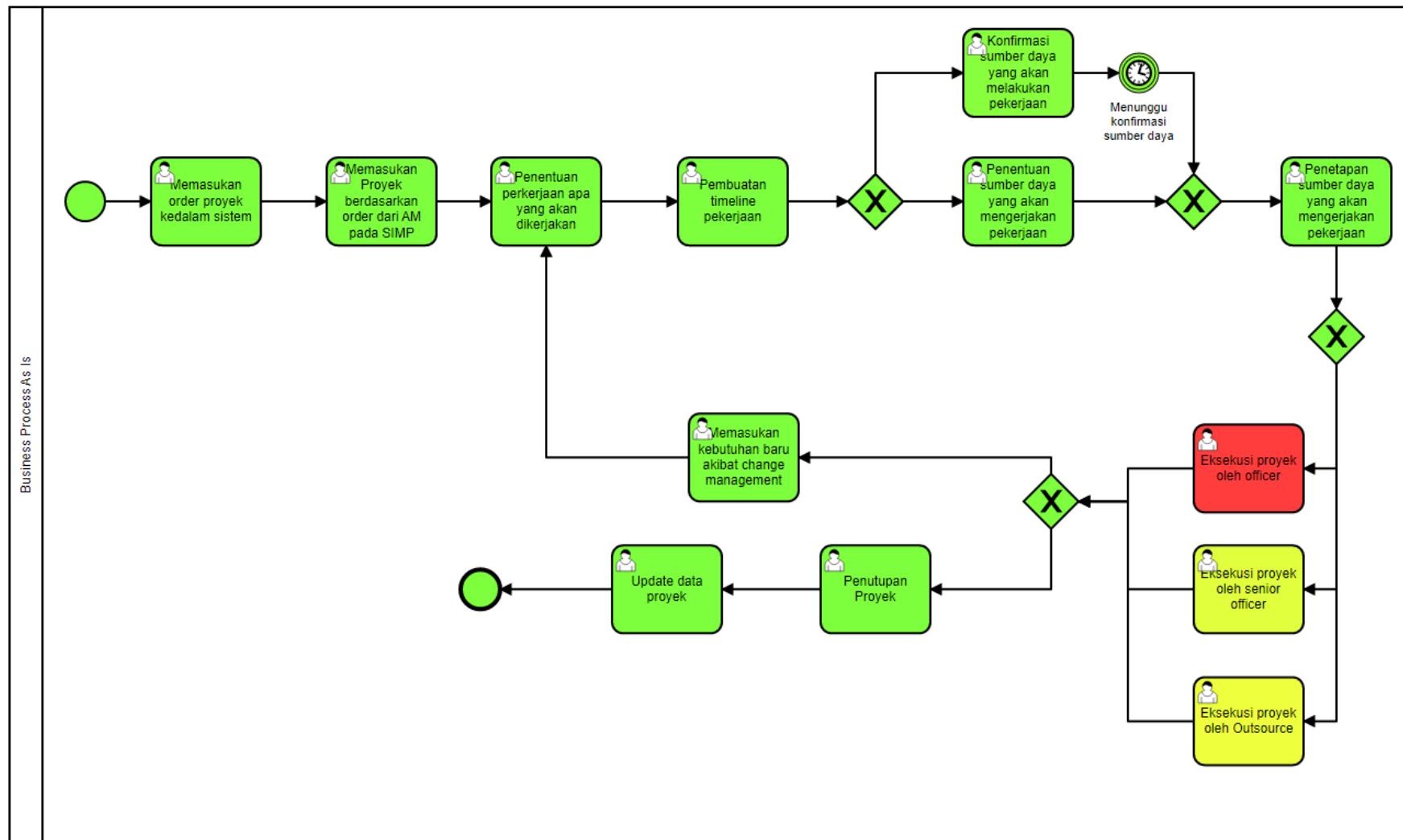
Perbandingan alur proses as is dengan to be akan dibahas lebih lanjut dengan membahas peta panas dari kedua alur proses kemudian dilakukan uji statistik terhadap untuk melihat signifikansi penambahan SOAPSD dapat memperbaiki alur proses yang berjalan. Berdasarkan hasil simulasi BPMN as is pada Gambar 3.20, peta panas dari BPMN as is dapat dilihat pada Gambar 4.1,

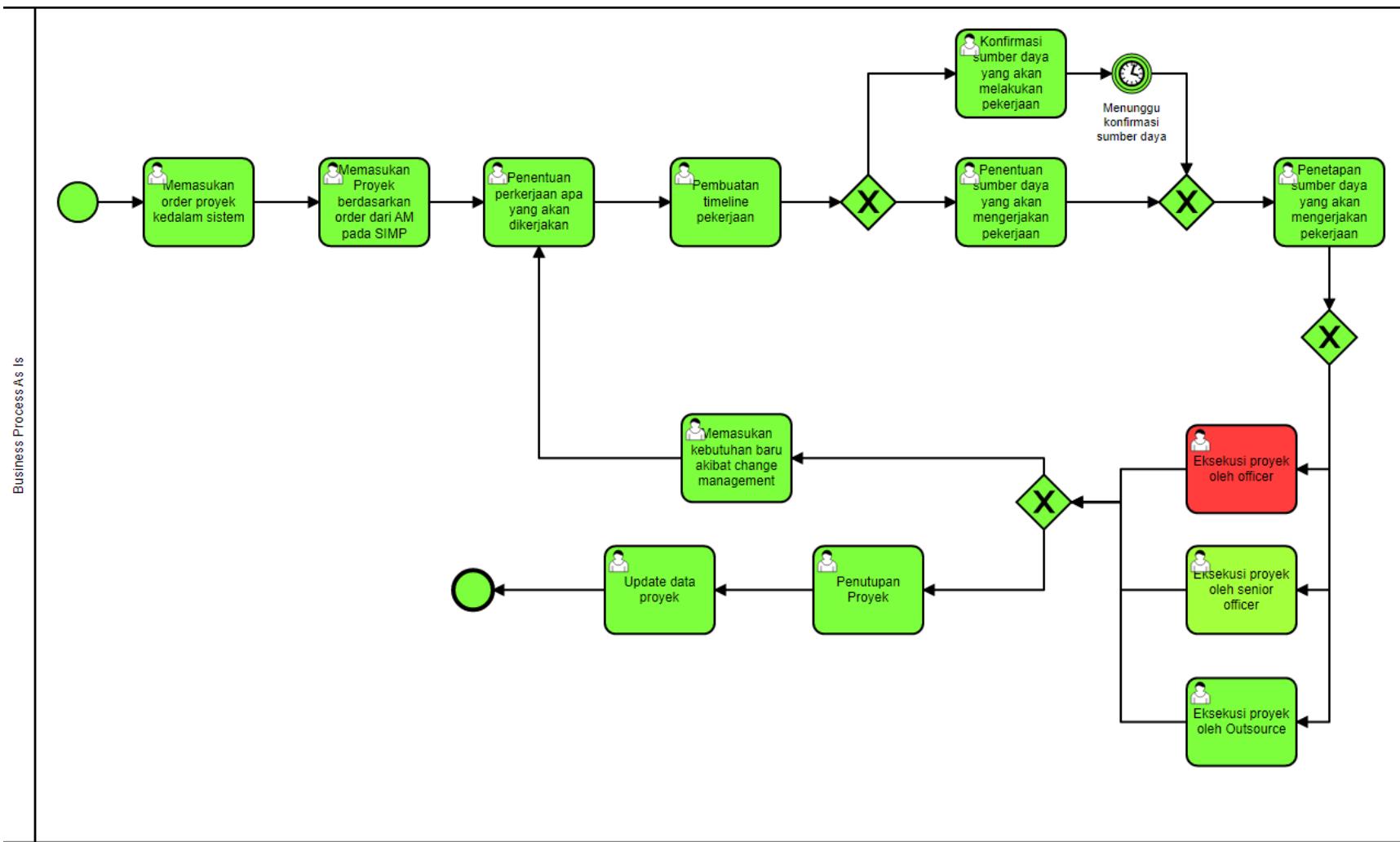
Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4



Gambar 4.1 Peta panas Biaya dari Proses *as is*

Gambar 4.2 Peta panas perulangan pekerjaan dari proses *as is*

Gambar 4.3 Peta panas durasi dari proses *as is*

Gambar 4.4 Peta panas waktu tunggu proses *as is*

Pada Gambar 4.1 merupakan peta panas biaya dari proses *as is*. Eksekusi yang dilakukan oleh senior *developer/provisioning engineer/tester* merupakan proses dengan biaya terbesar. Hal ini diakibatkan oleh biaya per jam dari senior *developer/provisioning engineer/tester* lebih besar dibandingkan dengan biaya per jam. Yang menjadi pertimbangan adalah pada proses eksekusi oleh *developer/provisioning engineer/tester*. Biaya yang dikeluarkan pada proses ini seharusnya rendah mengingat biaya per jam dari *developer/provisioning engineer/tester* tidak sebesar senior *developer/provisioning engineer/tester*. Biaya ini menjadi besar dikarenakan penggunaan berlebihan atas sumber daya *developer/provisioning engineer/tester* tanpa melihat ketersediaan dari sumber daya dan mengakibatkan biaya *developer/provisioning engineer/tester* dan senior *developer/provisioning engineer/tester* hampir sama.

Pada

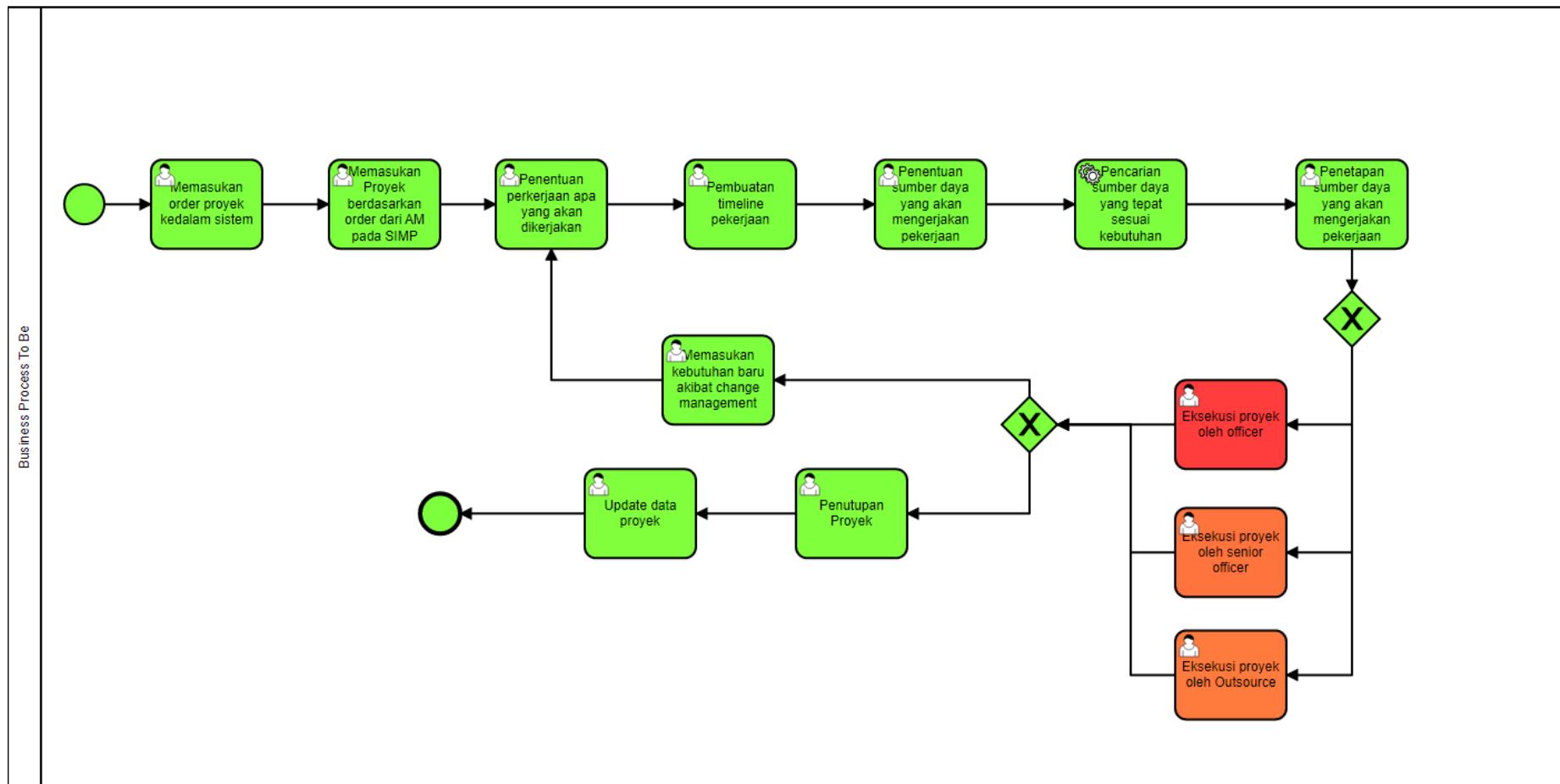
Gambar 4.2, merupakan peta panas dari proses yang sering berulang pada proses *as is*. Terlihat tahapan dari proses perencanaan memiliki perulangan yang banyak sepanjang proses perencanaan. Hal ini diakibatkan oleh seluruh proyek baik yang memiliki CR ataupun tidak memerlukan tahapan perencanaan untuk menentukan sumber daya yang akan melakukan pekerjaan.

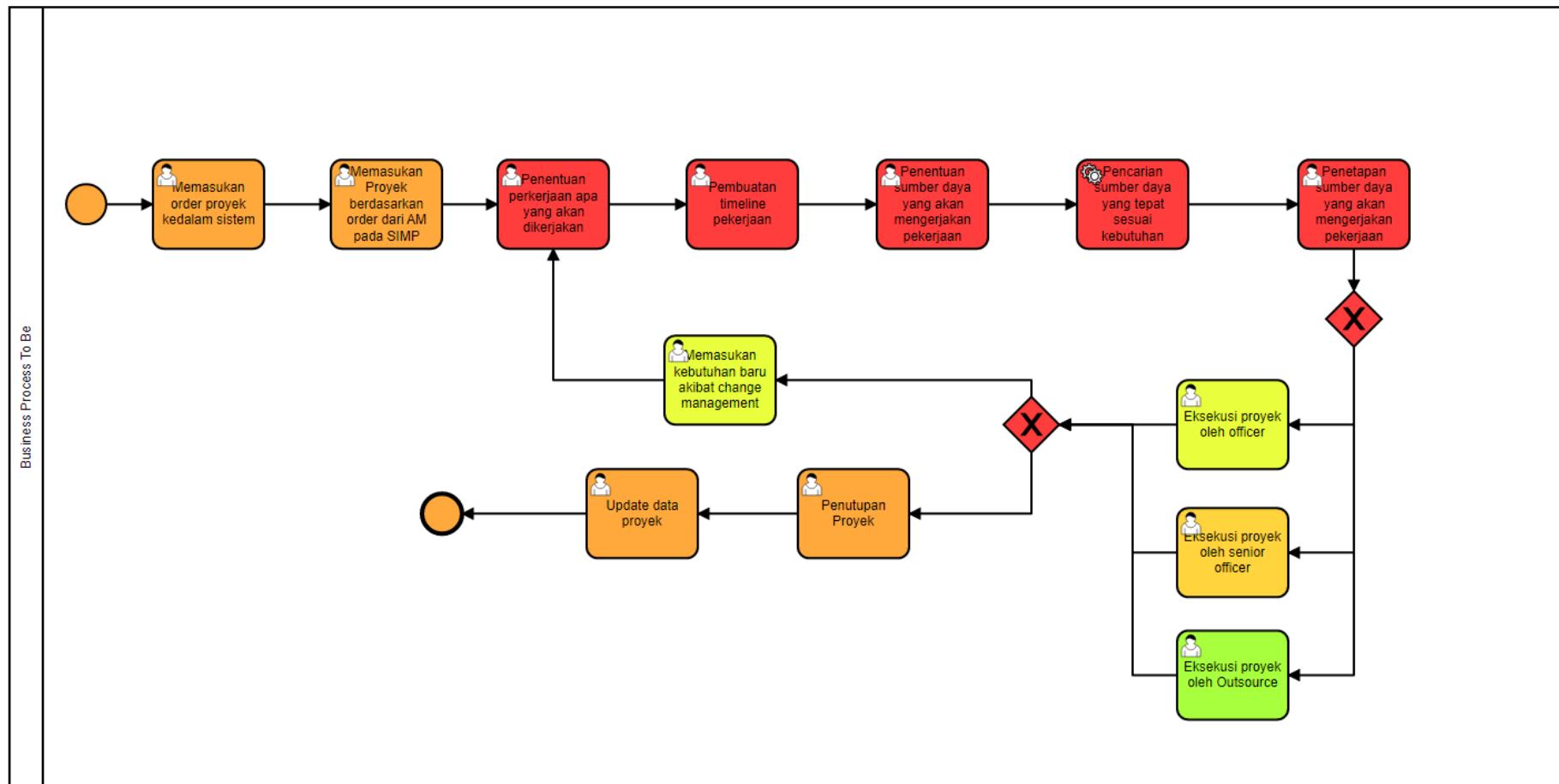
Pada Gambar 4.3, merupakan peta panas dari durasi pekerjaan yang dilakukan pada proses *as is*. Dapat dilihat proses dengan durasi terlama dilakukan pada pekerjaan yang dilakukan oleh *officer level*. Hal ini diakibatkan seluruh pekerjaan yang dialokasi dan didisposisi hanya berdasarkan intuisi dan tidak berdasarkan data. Akibatnya para *officer* memiliki tanggungan pekerjaan yang banyak dan mengakibatkan waktu pekerjaan menjadi lebih Panjang.

Pada Gambar 4.4, merupakan peta panas dari waktu tunggu proses *as is*. Berkesinambungan dengan hasil pada Gambar 4.3, yang menunjukkan bahwa waktu tunggu terbesar ada pada proses eksekusi oleh *officer level*, yang diakibatkan oleh jumlah pekerjaan yang dikerjakan tidak dapat dikerjakan oleh *officer* yang ada sehingga mengakibatkan antrian pekerjaan.

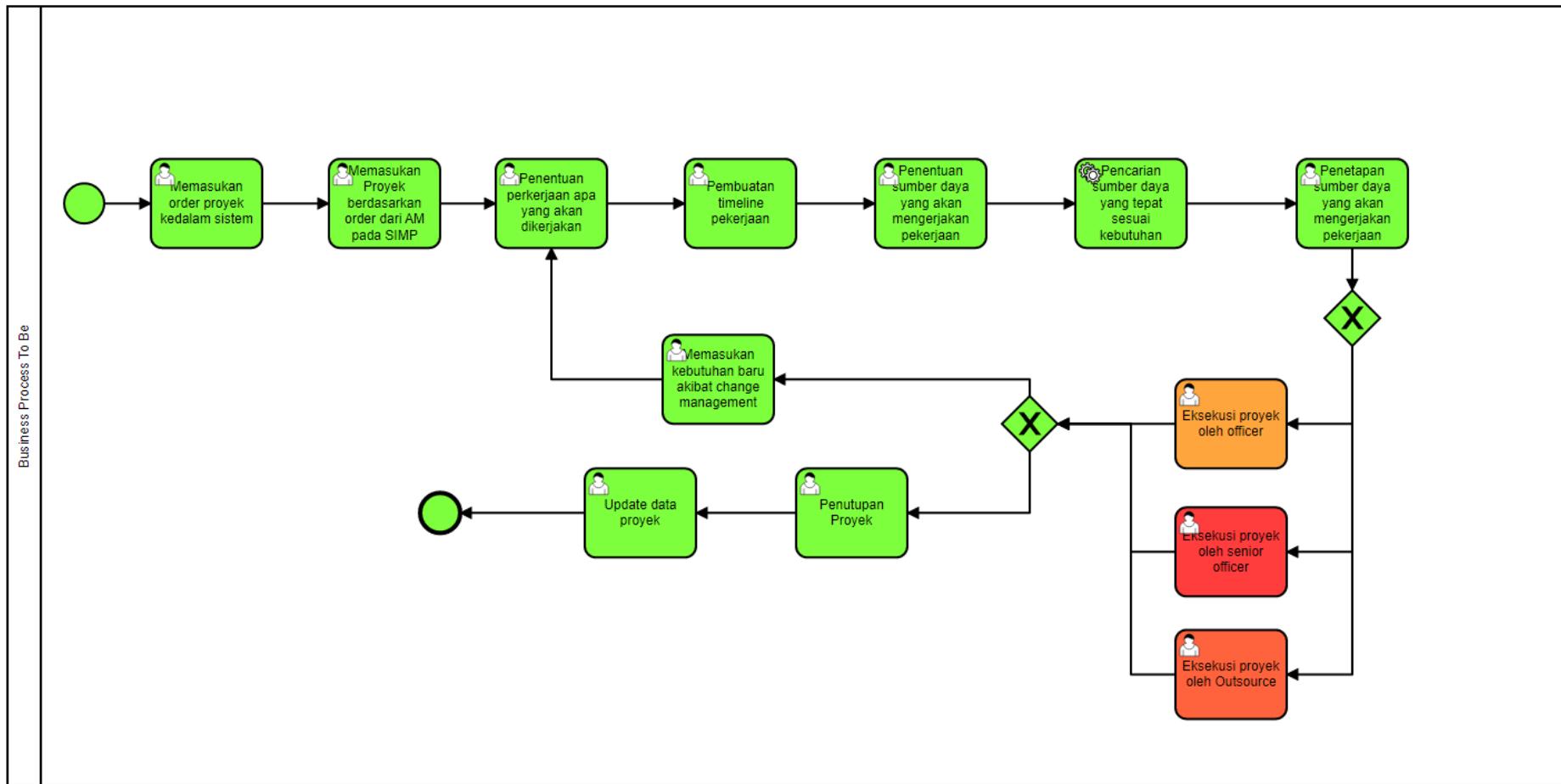
Proses *to be* merupakan proses yang sudah diperbaiki dengan adanya SOAPSD, untuk mengantikan beberapa proses yang sebelumnya dilakukan oleh manusia. Pembuatan

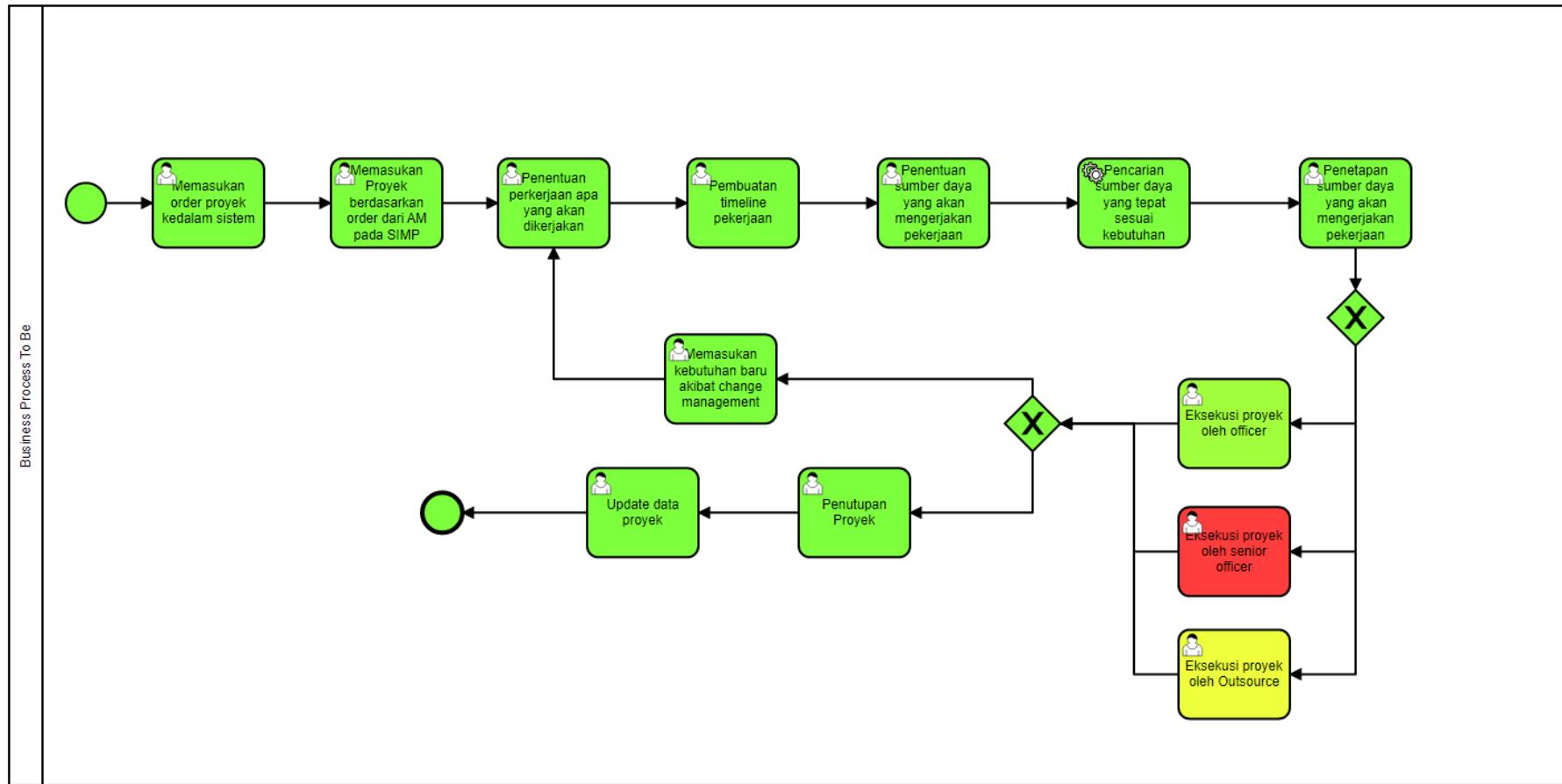
peta panas dari proses *to be* juga dilakukan untuk dapat membandingkan kondisi proses *as is* dengan *to be*. Hasil dari peta panas proses *to be* dapat dilihat pada Gambar 4.5, Gambar 4.6, Gambar 4.7, Gambar 4.8.

Gambar 4.5 Peta Panas proses *to be* untuk biaya



Gambar 4.6 Peta Panas proses *to be* untuk perulangan

Gambar 4.7 Peta Panas proses *to be* untuk durasi

Gambar 4.8 Peta Panas proses *to be* untuk waktu tunggu

Pada Gambar 4.5, menunjukan peta panas untuk biaya pada proses *to be*. Dapat dilihat bahwa pengeluaran biaya terbesar tersebar pada seluruh eksekutor yang ada. Perbedaan pada proses *as is* yaitu pada biaya terbesar, di mana pada proses *as is* lebih besar pada eksekusi oleh *senior officer* sedangkan pada proses *to be* biaya terbesar dilakukan oleh *officer*. Hal ini diakibatkan oleh alokasi pekerjaan yang awalnya berdasarkan intuisi menjadi dilakukan berdasarkan sistem yang berbasis data.

Pada Gambar 4.6, menunjukan peta panas untuk perulangan pekerjaan. Dapat dilihat bahwa perulangan terjadi paling banyak pada tahapan perencanaan. Perbedaan dengan proses *as is* adalah perulangan tersebar lebih merata pada proses *to be*.

Pada Gambar 4.7, menunjukan peta panas untuk durasi pekerjaan yang dikerjakan. Dapat dilihat bahwa durasi pekerjaan paling lama terjadi pada proses eksekusi. Eksekusi yang dilakukan menjadi pekerjaan yang memiliki durasi terbesar. Perbedaan signifikan yang dapat dilihat dari proses *as is* adalah durasi pekerjaan tersebar tidak hanya pada *officer* tetapi juga pada seluruh pekerja yang dapat mengerjakan. Hal ini diakibatkan oleh alokasi pekerjaan yang lebih merata dari pekerjaan yang dikerjakan oleh sumber daya yang mengakibatkan durasi yang lama tidak hanya terjadi pada satu proses pekerjaan.

Pada Gambar 4.8, menunjukan peta panas untuk waktu tunggu pada proses *to be* yang merupakan perbaikan dari proses *as is*. Dapat dilihat bahwa secara waktu tunggu, yang semula memiliki *bottleneck* pada pekerjaan eksekusi oleh *officer* menjadi relatif tersebar pada sumber daya yang ada. Hal ini ditunjukkan dengan waktu tunggu kini tidak lagi ada pada 1 proses melainkan terdapat pada beberapa proses dengan waktu tunggu yang relatif lebih sebentar jika dibandingkan dengan proses *as is*. Hal ini menunjukkan bahwa secara proses, proses *to be* yang menerapkan SOAPSD mampu memperbaiki waktu tunggu yang terjadi pada proses yang ada.

4.3.1 Analisis Biaya Pekerjaan

Pada Tabel 4.6, menunjukan perbedaan Biaya Pekerjaan pada proses *as is* dengan proses *to be* ketika sudah ada penambahan SOAPSD.

Tabel 4.6 Tabel perbandingan biaya proses *as is* dengan *to be*

Proses	Biaya As is	Biaya To be	Delta	Tren
Memasukan order proyek ke dalam sistem	Rp 51.000	Rp 73.000	Rp 22.000	↑
Memasukan Proyek berdasarkan order dari AM pada SIMP	Rp 30.000	Rp 30.000	Rp -	-
Penentuan perkerjaan apa yang akan dikerjakan	Rp 90.000	Rp 117.000	Rp 27.000	↑
Pembuatan <i>timeline</i> pekerjaan	Rp 39.000	Rp 39.000	Rp -	↑
Penentuan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	Rp 132.000	Rp -	-Rp 132.000	↓
Konfirmasi sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	Rp 2.319.000	Rp -	-Rp 2.319.000	↓
Pencarian sumber daya yang tepat sesuai kebutuhan	Rp -	Rp -	Rp -	-
Penetapan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	Rp 15.000	Rp 15.000	Rp -	-
Eksekusi dilakukan oleh <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	Rp 10.167.000	Rp 9.459.000	-Rp 708.000	↓
Eksekusi dilakukan oleh senior <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	Rp 12.696.000	Rp 11.298.000	-Rp 1.398.000	↓
Eksekusi dilakukan oleh <i>outsouce officer</i>	Rp 10.110.000	Rp 9.651.000	-Rp 459.000	↓
Memasukan kebutuhan baru akibat <i>change management</i>	Rp 36.000	Rp 33.000	-Rp 3.000	↓
Penutupan proyek	Rp 138.000	Rp 108.000	-Rp 30.000	↓
Update data proyek	Rp 132.000	Rp 102.000	-Rp 30.000	↓
Total Biaya Proses	Rp 35.955.000	Rp 30.925.000	-Rp 5.030.000	↓
Rerata Biaya Proses	Rp 2.568.214	Rp 2.208.929	-Rp 359.286	↓

Berdasarkan data pada Tabel 4.6, terdapat 3 proses yang memiliki kenaikan biaya pada proses *to be* yaitu:

- Memasukan order proyek kedalam sistem
- Penentuan perkerjaan apa yang akan dikerjakan
- Pembuatan *timeline* pekerjaan

Hal ini diakibatkan pada *proses to be* proyek yang masuk ke PT PDI lebih cepat untuk diselesaikan sehingga peluang untuk mengerjakan proyek baru semakin besar dibandingkan pada proses *as is*. Terdapat 8 proses yang secara biaya mengalami perbaikan pada proses *to be*. Hal ini diakibatkan oleh beberapa hal yaitu:

- Proses yang awalnya dikerjakan oleh manusia dan membutuhkan *Human Resource Cost (HR Cost)*, sekarang dikerjakan oleh sistem yang tidak memerlukan biaya operasional
- Eksekusi pekerjaan yang dilakukan oleh *officer, senior officer, outsource*, tersebar merata secara waktu pekerjaan sehingga tidak ada *bottleneck* biaya yang terjadi.
- Pekerjaan yang lebih fokus mengakibatkan pekerjaan pada proses lainnya lebih cepat diselesaikan.

4.3.2 Analisis Perulangan Pekerjaan

Pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8, menunjukkan bagaimana perbandingan perulangan pekerjaan pada proses *as is* dengan proses *to be* setelah ada SOAPSD.

Tabel 4.7 Perbandingan perulangan proses pada proses *as is* vs *to be*

Proses	Perulangan As Is	Perulangan To Be	Delta	Tren
Memasukan order proyek ke dalam sistem	189	416	227	↑
Memasukan Proyek berdasarkan order dari AM pada SIMP	189	416	227	↑
Penentuan perkerjaan apa yang akan dikerjakan	625	625	0	-
Pembuatan <i>timeline</i> pekerjaan	625	625	0	-
Penentuan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	75	625	550	↑
Konfirmasi sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	549	0	-549	↓
Pencarian sumber daya yang tepat sesuai kebutuhan	0	625	625	↑
Penetapan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	625	625	0	-
Eksekusi dilakukan oleh <i>Developer/Provisioning Engineer/Tester</i>	303	208	-95	↓

Tabel 4.8 Perbandingan perulangan proses pada proses *as is* vs *to be* (sambungan)

Proses	Perulangan As Is	Perulangan To Be	Delta	Tren
Eksekusi dilakukan oleh senior <i>Developer/Provisioning Engineer/Tester</i>	265	333	68	↑
Eksekusi dilakukan oleh <i>outsouce officer</i>	56	83	27	↑
Memasukan kebutuhan baru akibat <i>change management</i>	435	208	-227	↓
Penutupan proyek	189	416	227	↑
Update data proyek	189	416	227	↑

Berdasarkan Tabel 4.7 dan Tabel 4.8, terdapat 8 proses yang mengalami kenaikan perulangan. Hal ini diakibatkan tidak ada *bottleneck* yang menghalangi suatu proses berjalan, sehingga proses dapat lebih banyak berulang pada proses *to be* jika dibandingkan dengan proses *as is*. Terdapat peningkatan jumlah proyek yang ditutup atau diselesaikan sebanyak 227, yang diakibatkan oleh sumber daya pada PT PDI bekerja lebih fokus dan dapat menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan SLA yang telah ditetapkan. Terdapat 3 proses yang mengalami pengurangan jumlah perulangan proses yaitu:

- Konfirmasi sumber daya yang akan melakukan pekerjaan
- Eksekusi dilakukan oleh *developer/provisioning engineer/tester*
- Memasukan kebutuhan baru akibat *change management*.

Ketiga proses ini mengalami pengurangan pengurangan yang diakibatkan oleh adanya SOAPSD, yang tidak memerlukan Kembali konfirmasi dilakukan oleh *functional manager* kepada anggotanya terkait dengan pekerjaan yang sedang dikerjakan, dan dapat melakukan disposisi secara langsung kepada sumber daya. Penyebab lain pengurangan jumlah perulangan ini adalah alokasi sumber daya yang lebih merata mengakibatkan pekerjaan yang dilakukan oleh satu jenis sumber daya dapat tersebar ke sumber daya yang lain. Penyebab terakhir yang menyebabkan perulangan proses menjadi lebih sedikit adalah, dengan kecenderungan proyek cepat diselesaikan membuat perubahan lebih sedikit terjadi, dan apabila terdapat perubahan dapat diakomodir pada proyek berikutnya.

4.3.3 Analisis Durasi Pekerjaan

Pada Tabel 4.9, merupakan analisis perbandingan durasi pekerjaan pada proses *as is* dengan proses *to be* dengan adanya SOAPSD.

Tabel 4.9 Perbandingan durasi pekerjaan pada proses *as is* dengan *to be*

Proses	Durasi As Is (Jam)	Durasi To Be (Jam)	Delta (Jam)	Tren
Memasukan order proyek ke dalam sistem	0.83	1.1	0.275	↑
Memasukan Proyek berdasarkan order dari AM pada SIMP	0.47	0.493	0.021	↑
Penentuan perkerjaan apa yang akan dikerjakan	3.30	1.5	-1.8	↓
Pembuatan <i>timeline</i> pekerjaan	0.61	0.7	0.092	↑
Penentuan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	1.60	0	-1.6	↓
Konfirmasi sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	28.80	0	-28.8	↓
Pencarian sumber daya yang tepat sesuai kebutuhan	0	0	0	-
Penetapan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	0.22	0.252	0.032	↑
Eksekusi dilakukan oleh <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	924	252	-672	↓
Eksekusi dilakukan oleh senior <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	285.6	285.6	0	-
Eksekusi dilakukan oleh <i>outsource officer</i>	319.2	319.2	0	-
Memasukan kebutuhan baru akibat <i>change management</i>	0.656	0.525	-0.131	↓
Penutupan proyek	2.2	1.8	-0.4	↓
Update data proyek	2.2	1.6	-0.6	↓
Total Durasi Perencanaan	35.83	4.05	-31.78	↓
Rerata Durasi Perencanaan	4.48	0.51	-3.97	↓
Total Durasi Proses	1569.68	864.77	-704.91	↓
Rerata Durasi Proses	112.12	61.77	-50.35	↓

Berdasarkan Tabel 4.11, Tabel 4.9, terdapat 4 proses yang mengalami kenaikan durasi proses pekerjaan pada proses *to be* yang mana proses-proses ini mengalami pengulangan yang banyak pada proses *to be*. Terdapat 7 proses yang mengalami pengurangan durasi pekerjaan. Hal ini tentunya diakibatkan oleh alokasi

pekerjaan yang lebih merata dan membuat sumber daya dapat bekerja dengan fokus dan dapat menyelesaikan pekerjaan dengan cepat dan tidak banyak antrian yang terjadi.

4.3.4 Analisis Waktu Tunggu Pekerjaan

Pada Tabel 4.10, menunjukkan perbandingan waktu tunggu pekerjaan pada proses *as is* dengan proses *to be* setelah adanya SOAPSD.

Tabel 4.10 Perbandingan waktu tunggu proses *as is* dengan *to be*

Proses	Waktu tunggu <i>as is</i> (Jam)	Waktu tunggu <i>to be</i> (Jam)	Delta	Tren
Memasukan order proyek ke dalam sistem	0	0	0	-
Memasukan Proyek berdasarkan order dari AM pada SIMP	0	0	0	-
Penentuan perkerjaan apa yang akan dikerjakan	2.2	0.066	-2.134	↓
Pembuatan <i>timeline</i> pekerjaan	0	0.055	0.055	↑
Penentuan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	0	0	0	-
Konfirmasi sumber daya yang akan melakukan pekerjaan	0	0	0	-
Pencarian sumber daya yang tepat sesuai kebutuhan	0	0	0	-
Penetapan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan	0	0.021	0.021	↑
Eksekusi dilakukan oleh <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	672	21.9	-650.1	↓
Eksekusi dilakukan oleh senior <i>Developer/Provisioning Engineer/ Tester</i>	81.6	108	26.4	↑
Eksekusi dilakukan oleh <i>outsource officer</i>	0	386.4	386.4	↑
Memasukan kebutuhan baru akibat <i>change management</i>	0.095	0	-0.095	↓
Penutupan proyek	0	0	0	-
Update data proyek	0.058	0	-0.058	↓

Berdasarkan Tabel 4.10, didapatkan terdapat 4 proses yang mengalami penurunan waktu tunggu pada proses *to be*. Hal ini umumnya diakibatkan oleh adanya alokasi pekerjaan yang lebih merata sehingga sumber daya memiliki waktu yang

cukup untuk mengerjakan pekerjaan tanpa antrian yang berlebih. Namun pada proses juga terdapat peningkatan waktu tunggu pada beberapa proses yaitu:

- Pembuatan *timeline* pekerjaan
- Penetapan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan
- Eksekusi dilakukan oleh senior *Developer/Provisioning Engineer/Tester*
- Eksekusi dilakukan oleh *outsource officer*

Peningkatan waktu tunggu pada proses pembuatan *timeline* pekerjaan dan penetapan sumber daya yang akan mengerjakan pekerjaan, diakibatkan oleh perulangan proses yang lebih tinggi pada proses *to be* yang mengakibatkan adanya antrian pada *project manager* dalam melakukan proses perencanaan. Keterlambatan ini tentunya perlu diatasi dengan menambah jumlah manajer proyek atau melakukan optimasi kembali pada proses perencanaan sehingga tidak ada antrian pada proses perencanaan ketika proses eksekusi menjadi lebih cepat untuk diselesaikan.

Peningkatan waktu tunggu pada proses eksekusi baik yang dilakukan oleh *senior officer* maupun *outsource officer*, merupakan salah satu dampak alokasi pekerjaan yang lebih tersebar, namun sumber daya yang menerima pekerjaan tidak memiliki kompetensi yang cukup baik untuk menyelesaikan pekerjaan dengan cepat. Hal ini kedepanya juga perlu diperbaiki dengan memberikan pelatihan pada *senior officer* untuk dapat termotivasi untuk menyelesaikan tugas dengan cepat dan tepat serta melakukan pencarian *outsource officer* yang memiliki kompetensi yang lebih tinggi. Hal ini tentunya akan berdampak pada biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk mengatasi permasalahan yang ada.

4.4 Hasil Komparasi Waktu Penyelesaian Proyek Sebelum dan Sesudah Optimasi

Proses *as is* dan proses *to be* kemudian dilakukan simulasi sebanyak 40 kali untuk melihat variasi pada waktu dan biaya penyelesaian dalam satu proses. Hasil dari simulasi ini dapat dilihat pada bagian lampiran dan untuk rerata dari simulasi ini dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Rerata Simulasi Proses *as is* dan proses *to be*

Proses	Rerata waktu penyelesaian (Jam)	Rerata biaya pekerjaan (Rupiah)
<i>As is</i>	1512,84	31.954.350
<i>To be</i>	815,64	18.622.312
Delta	-697,2	13.332.037

Data Tabel 4.11 dan Tabel 0.1 akan dilakukan analisis statistik untuk melihat apakah terdapat perbedaan signifikan pada dua kelompok perlakuan yaitu:

- Sebelum adanya integrasi SOAPSD pada SIMP
- Setelah adanya integrasi SOAPSD pada SIMP

Analisis uji t pasangan akan dilakukan untuk melihat apakah terdapat perbedaan signifikan pada dua kelompok perlakuan. Uji ini digunakan karena kelompok independent yang berikan perlakuan hanya dua kelompok sehingga uji t pasangan lebih tepat untuk digunakan (Harinaldi, 2005a). Tahapan yang dilakukan untuk uji t pasangan sebagai berikut:

- Penentuan hipotesis
- Operasi statistik deskriptif
- Uji normalitas data
- Uji homogenitas data
- Uji T pasangan

Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan hipotesis yang nantinya akan menjadi keputusan final apabila nilai p dari perhitungan bernilai lebih kecil atau lebih besar dari *alpha* yang ditentukan. Hipotesis dari pengujian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan signifikan dari sisi waktu dan biaya untuk proyek dengan menggunakan SOAPSD yang diintegrasikan dengan SIMP
- H_1 : Terdapat perbedaan signifikan dari sisi waktu dan biaya untuk proyek dengan menggunakan SOAPSD yang diintegrasikan dengan SIMP

Tahapan selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan uji statistik deskriptif untuk melihat sebaran data yang ada dari sisi waktu dan biaya. Hasil dari uji statistik deskriptif dapat dilihat pada Tabel 4.12, Tabel 4.13.

Tabel 4.12 Hasil statistik deskriptif untuk parameter waktu

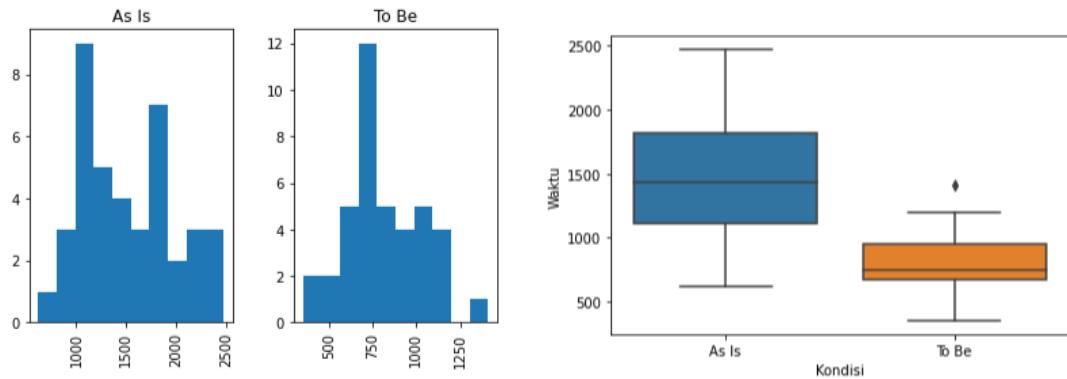
Kondisi	Jumlah Data (n)	Mean	Standar Deviasi	Median	Maksimum
<i>As is</i>	40	1512,84	476,03	1436,4	2469,6
<i>To be</i>	40	815,64	227,73	747,6	1411,2

Tabel 4.13 Hasil statistik deksriptif untuk parameter biaya

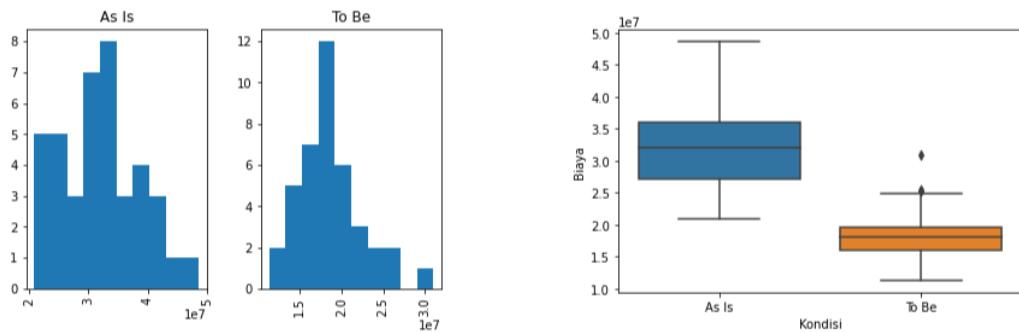
Kondisi	Jumlah Data (n)	Mean	Standar Deviasi	Median	Maksimum
<i>As is</i>	40	31954350,0	6602127	31993500	48616500
<i>To be</i>	40	18622312,5	3855809	18092250	31014000

Dapat dilihat pada Tabel 4.12, Tabel 4.13, merupakan hasil uji statisik deskriptif proses *as is* dan *to be* berdasarkan waktu dan biaya. Dapat dilihat bahwa secara data nilai mean dan median dari kedua tabel tidak berbeda jauh. Hal ini menunjukkan bahwa data yang didapatkan cenderung bersih dari pencilan (Harinaldi, 2005a).

Tahapan yang dilakukan selanjutnya adalah melakukan plot normalitas data menggunakan histogram dan box plot untuk melihat apakah data dapat digunakan untuk di uji dalam analisis uji t.



Gambar 4.9 Histogram dan boxplot untuk parameter waktu



Gambar 4.10 Histogram dan boxplot untuk parameter biaya

Dapat dilihat pada Gambar 4.9, Gambar 4.10 merupakan hasil histogram dan box plot untuk hasil proses *as is* dan *to be* dari parameter waktu dan biaya. Dapat dilihat pada Gambar 4.9 di sisi histogram data terdistribusi secara normal, akan tetapi apabila dilihat pada boxplot data hasil *to be* sedikit menceng kanan. Hal ini dapat diabaikan berdasarkan teori *central tendency* ketika ukuran sampel lebih besar dari 30 maka efek menceng dapat diabaikan dan uji t tetap dapat dilakukan (Harinaldi, 2005a; Navidi, 2013). Sedangkan hasil pada Gambar 4.10 terdistribusi secara normal sehingga data dapat dilakukan uji t.

Tahapan selanjutnya adalah pengujian homogenitas data untuk melihat apakah suatu data akan dilakukan uji t *welch* atau *student* berdasarkan sebaran nilai varian yang dimiliki menggunakan uji *Levene* dengan nilai *alpha* sebesar 0,05. Hipotesis dari uji ini kemudian ditentukan sebagai berikut:

- H_0 : Tidak ada perbedaan varian pada parameter waktu dan biaya
- H_1 : Terdapat perbedaan varian pada parameter waktu dan biaya

Didapatkan hasil dari uji *Levene* dari kelompok data yang ada pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil uji *levene* untuk parameter biaya dan waktu

P-Value untuk parameter waktu	$2.61 \cdot 10^{-2}$
P-Value untuk parameter biaya	0,0015

Berdasarkan Tabel 4.14, didapatkan nilai P-Value untuk parameter waktu dan biaya pada kondisi *as is* dan *to be* memiliki nilai kurang dari nilai *alpha*. Maka dari itu H_0 ditolak dan H_1 diterima yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan varian antara parameter waktu dan biaya pada kondisi *as is* dan *to be*. Sehingga uji t yang akan dilakukan adalah uji t-welch.

Uji t-welch kemudian dilakukan untuk melihat signifikansi antara kondisi *as is* sebelum adanya integrasi SOAPSD ke SIMP sebagai bentuk optimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya, dan kondisi *to be* setelah SOAPSD diintegrasikan ke SIMP untuk parameter waktu dan biaya. Nilai *alpha* yang akan digunakan pada pengujian ini adalah 0,05, dan nilai t-critical berdasarkan jumlah *degree of freedom* 39 adalah $\pm 2,024$. Pada Tabel 4.15 merupakan hasil dari perhitungan uji t-welch untuk kondisi *as is* dan *to be*, pada parameter waktu dan biaya.

Tabel 4.15 Hasil uji *welch t-test* pada kondisi *as is* dan *to be* untuk parameter waktu dan biaya

Nilai <i>alpha</i> (α)	0,05
T-Critical	$\pm 2,024$
T-Statistics untuk Waktu	8,356
Significance untuk Waktu	$1,919 \cdot 10^{-12}$
T-Statistics untuk Biaya	11,028
Significance untuk Biaya	$1,386 \cdot 10^{-17}$

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.15, menunjukkan nilai *T-Statistics* dari parameter waktu dan biaya pada proses *as is* dan *to be* lebih besar dibandingkan dengan nilai *T-Critical* yang didapatkan dari distribusi t (Harinaldi, 2005a; Navidi, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada parameter waktu dan biaya pada kondisi *as is* sebelum adanya optimasi menggunakan SOAPSD pada SIMP dan pada kondisi *to be* setelah adanya optimasi menggunakan SOAPSD pada SIMP. Hal ini diperkuat dengan

nilai *significance* untuk parameter waktu dan biaya pada kondisi *as is* dan *to be* memiliki nilai di bawah nilai *alpha* yang telah ditentukan yaitu 0,05 yang membuat H_0 ditolak dan menerima H_1 di mana terdapat perbedaan signifikan dari sisi waktu dan biaya untuk proyek dengan menggunakan SOAPSD yang diintegrasikan dengan SIMP.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan beserta analisis yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa Optimasi alokasi pekerjaan dan sumber daya dapat dilakukan dengan Sistem Informasi Manajemen Proyek (SIMP) pada perusahaan teknologi informasi, dengan mengintegrasikan SIMP dengan sistem yang mampu mengalokasikan alokasi pekerjaan pada sumber daya yang tepat sebelum dilakukan disposisi dan pencatatan pada SIMP. Adapun detil dari hasil optimasi yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Integrasi SIMP dengan SOAPSD memiliki akurasi ketepatan dalam menentukan sumber daya sebesar 80% dengan waktu proses sebesar 0,098 sekon jika pekerjaan dengan *deliverables* banyak dan tingkat kesulitan rendah dikerjakan oleh *outsource*. Tentunya untuk mewujudkan hal ini perlu adanya kesiapan dari pengguna agar didapatkan ketepatan sistem yang lebih baik.
2. Integrasi SIMP dengan SOAPSD dapat menurunkan waktu perencanaan sebesar 31,78 jam dari yang semula 35,83 jam per siklus menjadi 4,05 jam per siklus, akibat adanya perubahan proses yang semula dikerjakan oleh manusia dan memerlukan konfirmasi oleh manusia, menjadi dikerjakan oleh sistem.
3. Perbaikan pada waktu proses perencanaan mengakibatkan biaya operasional proyek dapat turun sebesar Rp.5.030.000 per siklus.
4. Pengurangan waktu penyelesaian proyek sebesar 1,25 bulan, dari yang semula 2,75 bulan menjadi 1,5 bulan.
5. Hasil uji t pasangan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada komponen waktu dan biaya pada kondisi *as is*, dengan kondisi *to be* setelah diimplementasikan Sistem Optimasi Alokasi Pekerjaan dan Sumber Daya ke dalam Sistem Informasi Manajemen Proyek yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi komponen waktu dan biaya sebesar $1,919 \cdot 10^{-12}$ dan $1,386 \cdot 10^{-17}$ yang nilainya lebih kecil dari alpha yaitu 0,05.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disebutkan berikut adalah saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Agar identifikasi dapat bernilai maksimal maka perlu adanya kerja sama yang baik dan juga dorongan dari pengguna untuk melakukan pergeseran pola pikir berbasis data, untuk memastikan performa identifikasi yang maksimal.
2. Desain sistem berdasarkan simulasi yang telah dilakukan dapat dilanjutkan pada tahapan instalasi sehingga dapat dilihat kondisi *real* ketika sistem diimplementasikan dengan variabel nyata.
3. Proses penyelesaian proyek pada perusahaan teknologi informasi dapat dimodelkan kedalam sebuah persamaan riset operasi, kemudian parameter pada kondisi sebelum dan sesudah dapat dimasukan pada persamaan tersebut untuk melihat apakah terdapat perbedaan signifikan antar dua perlakuan atau tidak.

DAFTAR REFERENSI

- Almeida Prado Cestari, J. M., Loures, E. de F. R., Santos, E. A. P., & Panetto, H. (2020). A capability model for public administration interoperability. *Enterprise Information Systems*, 14(8), 1071–1101. <https://doi.org/10.1080/17517575.2018.1564154>
- Arslan, H. M. (2018). CURRENT CLASSIFICATION OF MULTI CRITERIA DECISION ANALYSIS METHODS AND PUBLIC SECTOR IMPLEMENTATIONS. *Current Debates in Public Finance, Public Administration & Environmental Studies, October*, 241–261.
- Ashkezari, A. B., Zokaee, M., Aghsami, A., Jolai, F., & Yazdani, M. (2022). Selecting an Appropriate Configuration in a Construction Project Using a Hybrid Multiple Attribute Decision Making and Failure Analysis Methods. *Buildings*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/buildings12050643>
- Badiru, A. B. (2014). *Handbook of Industrial and Systems Engineering* (A. B. Badiru (ed.); Second). CRC Press.
- Bohlouli, M., & Schrage, M. (2020). Scalable multi-criteria decision-making: A mapreduce deployed big data approach for skill analytics. *Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2020, 2020-Janua*. <https://doi.org/10.1109/BigData50022.2020.9439788>
- Bughin, J., Kretschmer, T., & Van Zeebroeck, N. (2021). Digital Technology Adoption Drives Strategic Renewal for Successful Digital Transformation. *IEEE Engineering Management Review*, 49(3), 103–108. <https://doi.org/10.1109/EMR.2021.3098663>
- Burga, R., Spraakman, C., Balestreri, C., & Rezania, D. (2022). Examining the transition to agile practices with information technology projects: Agile teams and their experience of accountability. *International Journal of Project Management*, 40(1), 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2021.10.004>
- Chen, Y., Jin, Q., Fang, H., Lei, H., Hu, J., Wu, Y., Chen, J., Wang, C., & Wan, Y. (2019a). Analytic network process: Academic insights and perspectives analysis. *Journal of Cleaner Production*, 235, 1276–1294. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.016>
- Chen, Y., Jin, Q., Fang, H., Lei, H., Hu, J., Wu, Y., Chen, J., Wang, C., & Wan, Y. (2019b). Analytic network process: Academic insights and perspectives analysis. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 235, pp. 1276–1294). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.016>
- Chilton, M. A. (2014). Resource allocation in IT projects: Using schedule optimization. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 2(3), 47–59. <https://doi.org/10.12821/ijispdm020303>
- Condé, G. C. P., & Martens, M. L. (2020). Six sigma project generation and selection: literature review and feature based method proposition. *Production Planning and Control*, 31(16), 1303–1312. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1706196>

- Easterbrook, S. (2006). *The PIECES Framework*. Cs.Toronto.Edu; Department of Computer Science University of Toronto. <http://www.cs.toronto.edu/~sme/CSC340F/readings/PIECES.html>
- Economy, A. P. (2022). *Industrial transformation or business as usual ? Information and communication technologies and Africa 's place in the global information economy* Author (s): James T . Murphy , Pádraig Carmody and Björn Surborg Source : *Review of African Political Econ.* 41(140), 264–283.
- Fatoni, A., Adi, K., & Widodo, A. P. (2020). PIECES Framework and Importance Performance Analysis Method to Evaluate the Implementation of Information Systems. *E3S Web of Conferences*, 202, 0–10. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020215007>
- Fink, L., & Pinchovski, B. (2020). It is about time: Bias and its mitigation in time-saving decisions in software development projects. *International Journal of Project Management*, 38(2), 99–111. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.01.001>
- Floyd, M. K., Barker, K., Rocco, C. M., & Whitman, M. G. (2017). A Multi-Criteria Decision Analysis Technique for Stochastic Task Criticality in Project Management. *EMJ - Engineering Management Journal*, 29(3), 165–178. <https://doi.org/10.1080/10429247.2017.1340038>
- Gao. (2001a). A Practical Guide to Federal Enterprise Architecture. In *Public Law* (Vol. 1, Issue February 2001). <http://www.citeulike.org/group/15536/article/9666776>
- Gao. (2001b). A Practical Guide to Federal Enterprise Architecture. In *Public Law* (Vol. 1, Issue February 2001).
- Gao, H., Ran, L., Wei, G., Wei, C., & Wu, J. (2020). Vikor method for MAGDM based on Q-rung interval-years, given the advantages of considering the compromise between and its application to supplier selection of medical consumption products. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph17020525>
- Garg, S., Sinha, S., Kar, A. K., & Mani, M. (2022). A review of machine learning applications in human resource management. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(5), 1590–1610. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2020-0427>
- González Moyano, C., Pufahl, L., Weber, I., & Mendling, J. (2022a). Uses of business process modeling in agile software development projects. *Information and Software Technology*, 152(March), 107028. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107028>
- González Moyano, C., Pufahl, L., Weber, I., & Mendling, J. (2022b). Uses of business process modeling in agile software development projects. *Information and Software Technology*, 152(March), 107028. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107028>
- Hannemann, I., Rodrigues, S., Loures, E., Deschamps, F., & Cestari, J. (2022). Applying a decision model based on multiple criteria decision making methods to evaluate the influence of digital transformation technologies on enterprise architecture principles. *IET Collaborative Intelligent Manufacturing*, 4(2), 101–111. <https://doi.org/10.1049/cim2.12046>

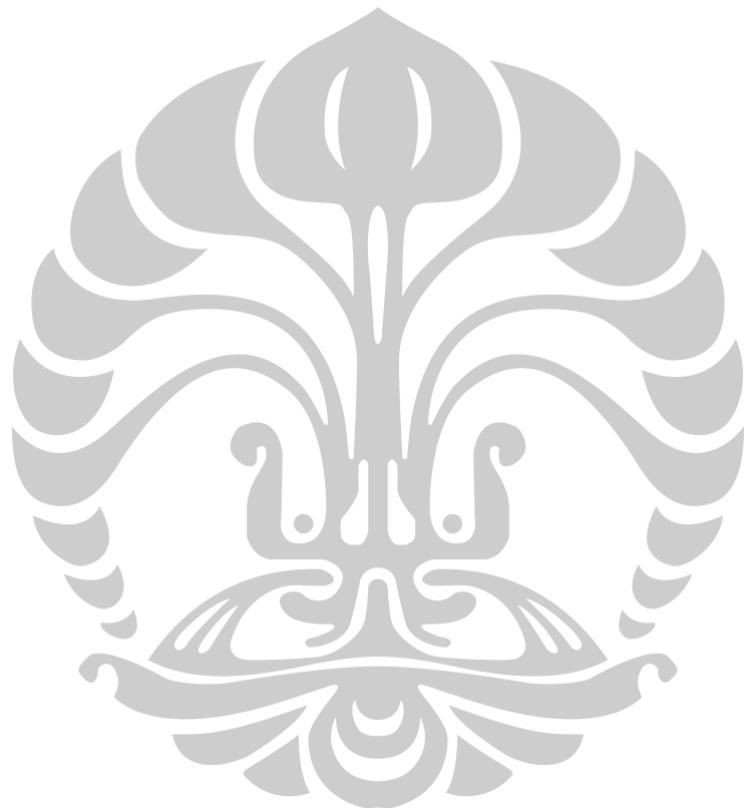
- Harinaldi. (2005a). *Prinsip-prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains* (L. Sumarmata (ed.)). Erlangga.
- Harinaldi. (2005b). *Prinsip-Prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains* (Erlangga (ed.); 1st ed.). Erlangga.
- Hidayatullah, S., Setyorini, Windhyastiti, I., & Rachmawati, I. K. (2020). Pieces analysis: Means to analyze the satisfaction of transport users in the city of Malang. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(4), 758–763.
- Hosseinian, A. H., & Baradaran, V. (2021). A two-phase approach for solving the multi-skill resource-constrained multi-project scheduling problem: a case study in construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2019-0384>
- Hurwitz, J., & Kirsch, D. (2018). Machine Learning for Dummies. In *Journal of the American Society for Information Science* (Vol. 35, Issue 5). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/asi.4630350509>
- Institute of Industrial and System Engineer. (2021). *Industrial and System Engineering Body of Knowledge*. IISE.
- Jain, V., & Chand, M. (2021). Decision making in FMS by COPRAS approach. *International Journal of Business Performance Management*, 22(1), 75–92. <https://doi.org/10.1504/IJBPM.2021.112148>
- Jalali Sohi, A., Bosch-Rekveldt, M., & Hertogh, M. (2020). Does flexibility in project management in early project phases contribute positively to end-project performance? *International Journal of Managing Projects in Business*, 13(4), 665–694. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-07-2019-0173>
- K.Pratt, M., & Roy, M. (2017). *What is business process reengineering (BPR) - Definition from WhatIs*. TechTarget. <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/business-process>
- Kerzner, H. (2017). Project Management 12th Edition. In *Syria Studies* (12th ed., Vol. 7, Issue 1). John Wiley & Sons. https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625
- Kim, C. W., Yoo, W. S., Lim, H., Yu, I., Cho, H., & Kang, K. I. (2018). Early-warning performance monitoring system (EPMS) using the business information of a project. *International Journal of Project Management*, 36(5), 730–743. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.03.010>
- Kock, A., Schulz, B., Kopmann, J., & Gemünden, H. G. (2020). Project portfolio management information systems' positive influence on performance – the importance of process maturity. *International Journal of Project Management*, 38(4), 229–241. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.05.001>
- Lin, S., Lin, J., Han, F., & Robert, X. (2022). Information & Management How big data

- analytics enables the alliance relationship stability of contract farming in the age of digital transformation. *Information & Management*, 59(6), 103680. <https://doi.org/10.1016/j.im.2022.103680>
- Mansar, S. L., & Reijers, H. A. (2005). Best practices in business process redesign: Validation of a redesign framework. *Computers in Industry*, 56(5), 457–471. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2005.01.001>
- Mrukwa, G. (2018). *Supervised and Unsupervised Machine Learning - Types of ML*. Netguru. <https://www.netguru.com/blog/supervised-machine-learning>
- Navidi, W. (2013). Statistics for Engineers and Scientists 3rd Edition. In B. D. Hash (Ed.), *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (3rd ed.). McGrawHill Higher Education.
- Onesmus, M. (2020a). *Introduction to Random Forest in Machine Learning*. Section.Io. <https://www.section.io/engineering-education/introduction-to-random-forest-in-machine-learning/>
- Onesmus, M. (2020b). *Introduction to Random Forest in Machine Learning*. Section.Io; Section. <https://www.section.io/engineering-education/introduction-to-random-forest-in-machine-learning/>
- Pappas, L. (2021a). The State of Project Management Training. In *Wellington*. <http://search.proquest.com.ezproxy.library.wisc.edu/abicomplete/docview/198717427/13BF4534484E6D0878/5?accountid=465>
- Pappas, L. (2021b). The State of Project Management Training. In *Wellington*.
- Patil, A., Madaan, J., Chan, F. T. S., & Charan, P. (2022). Advancement of performance measurement system in the humanitarian supply chain. *Expert Systems with Applications*, 206(June), 117844. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117844>
- PMI. (2021a). A Guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK GUIDE Seventh Edition and The Standard for Project Management. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (7th ed.). Project Management Institute.
- PMI. (2021b). *Pulse of Profession 2021: Beyond Agility*. https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pmi_pulse_2021.pdf?v=b5c9abc1-e9ff-4ac5-bb0d-010ea8f664da&sc_lang_temp=en
- Reijers, H. A. (2021). Business Process Management: The evolution of a discipline. *Computers in Industry*, 126, 103404. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103404>
- Saragih, L. R., Dachyar, M., Zagloel, T. Y. M., Wulandari, A., Dachyar, M., & Farizal. (2021). Implementation of telecommunications cross-industry collaboration through agile project management. *MATEC Web of Conferences*, 7(5), e07013. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201824803012>
- Satic, U., Jacko, P., & Kirkbride, C. (2022). Performance evaluation of scheduling policies for the dynamic and stochastic resource-constrained multi-project scheduling problem. *International Journal of Production Research*, 60(4), 1411–

1423. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1857450>
- Sheoraj, Y., & Sungkur, R. K. (2022). Using AI to develop a framework to prevent employees from missing project deadlines in software projects - case study of a global human capital management (HCM) software company. *Advances in Engineering Software*, 170, 103143. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2022.103143>
- Shetty, B. (2019). *Supervised Machine Learning Classification: An In-Depth Guide*. Builtin. <https://builtin.com/data-science/supervised-machine-learning-classification>
- Shi, Q., Hertogh, M., Bosch-Rekveldt, M., Zhu, J., & Sheng, Z. (2020). Exploring Decision-Making Complexity in Major Infrastructure Projects: A Case Study From China. *Project Management Journal*, 51(6), 617–632. <https://doi.org/10.1177/8756972820919205>
- Tam, C., Moura, E. J. da C., Oliveira, T., & Varajão, J. (2020). The factors influencing the success of on-going agile software development projects. *International Journal of Project Management*, 38(3), 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.02.001>
- Tewari, I., & Pant, M. (2020). Artificial Intelligence Reshaping Human Resource Management : A Review. *Proceedings of IEEE International Conference on Advent Trends in Multidisciplinary Research and Innovation, ICATMRI 2020*, 2020–2023. <https://doi.org/10.1109/ICATMRI51801.2020.9398420>
- Valeev, S. S., Kondratyeva, N. V., Karimov, R. R., Verkhoturov, M. A., Islamgulov, T. V., & Shekhtman, L. I. (2021). Production planning in a construction company as an element of Gartner enterprise architecture. *CEUR Workshop Proceedings*, 2913(July), 198–208. <https://doi.org/10.47350/iccs-de.2021.15>
- van Besouw, J., & Bond-Barnard, T. (2021). Smart project management information systems (Spmis) for engineering projects – project performance monitoring & reporting. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 9(1), 78–97. <https://doi.org/10.12821/ijispdm090104>
- Varajão, J., Pereira, J. L., Trigo, A., & Moura, I. (2021). Information systems project management success. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 9(4), 62–74. <https://doi.org/10.12821/ijispdm090404>
- vom Brocke, J. (2018). *Business Process Management Cases :Digital Innovation and Business Transformation in Practice* (J. Mendling (ed.); 1th ed.). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58307-5_9
- Wulandari, A., Dachyar, M., & Farizal. (2018). Scheduling of Empennage Structure Design Project of Indonesia's Aircraft with Critical Path Method (CPM). *MATEC Web of Conferences*, 248. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201824803012>
- Xiaojuan, M. (2018). Research on the classification of high dimensional imbalanced data based on the optimization of random forest algorithm. *ACM International Conference Proceeding Series*, 60–67. <https://doi.org/10.1145/3297730.3297747>
- Yodnual, O., Srimaharaj, W., Chaisricharoen, R., & Pamanee, K. (2020). Automatic

Workload Estimation for Software House. *ACM International Conference Proceeding Series*, 41–45. <https://doi.org/10.1145/3439133.3439135>

Zlaugotne, B., Zihare, L., Balode, L., Kalnbalkite, A., Khabdullin, A., & Blumberga, D. (2020). Multi-Criteria Decision Analysis Methods Comparison. *Environmental and Climate Technologies*, 24(1), 454–471. <https://doi.org/10.2478/rtuect-2020-0028>



LAMPIRAN

Lampiran-1: Data Hasil Simulasi Proses As Is dan To Be

Tabel 0.1 Hasil Simulasi proses As Is dan To Be

Simulasi	Waktu Penyelesaian (Week)	Waktu Penyelesaian (Hour)	Biaya Penyelesaian (USD)	Biaya Penyelesaian (Rp)
Proses As Is		0		0
Simulasi 1	13.7	2301.6	\$ 2,542	Rp 38,125,500.00
Simulasi 2	6.6	1108.8	\$ 1,726	Rp 25,890,000.00
Simulasi 3	10.8	1814.4	\$ 2,151	Rp 32,269,500.00
Simulasi 4	14.4	2419.2	\$ 2,713	Rp 40,690,500.00
Simulasi 5	12.1	2032.8	\$ 2,887	Rp 43,308,000.00
Simulasi 6	5.5	924	\$ 2,014	Rp 30,204,000.00
Simulasi 7	5.2	873.6	\$ 1,411	Rp 21,162,000.00
Simulasi 8	6.5	1092	\$ 2,016	Rp 30,237,000.00
Simulasi 9	3.7	621.6	\$ 1,393	Rp 20,901,000.00
Simulasi 10	8.6	1444.8	\$ 2,506	Rp 37,582,500.00
Simulasi 11	10.8	1814.4	\$ 2,314	Rp 34,711,500.00
Simulasi 12	9.2	1545.6	\$ 1,872	Rp 28,075,500.00
Simulasi 13	6.8	1142.4	\$ 1,577	Rp 23,650,500.00
Simulasi 14	11	1848	\$ 2,484	Rp 37,257,000.00
Simulasi 15	6.70	1125.6	\$ 2,234	Rp 33,507,000.00
Simulasi 16	6.10	1024.8	\$ 1,514	Rp 22,707,000.00
Simulasi 17	7.90	1327.2	\$ 2,303	Rp 34,539,000.00
Simulasi 18	14.70	2469.6	\$ 2,778	Rp 41,674,500.00
Simulasi 19	10.50	1764	\$ 2,132	Rp 31,975,500.00
Simulasi 20	8.40	1411.2	\$ 1,837	Rp 27,549,000.00
Simulasi 21	13.40	2251.2	\$ 2,182	Rp 32,730,000.00
Simulasi 22	7.40	1243.2	\$ 1,714	Rp 25,716,000.00

Simulasi 23	9.30	1562.4	\$ 2,519	Rp 37,786,500.00
Simulasi 24	13.10	2200.8	\$ 3,241	Rp 48,616,500.00
Simulasi 25	10.60	1780.8	\$ 2,230	Rp 33,442,500.00
Simulasi 26	7.40	1243.2	\$ 2,193	Rp 32,898,000.00
Simulasi 27	6.20	1041.6	\$ 1,918	Rp 28,762,500.00
Simulasi 28	9.00	1512	\$ 2,361	Rp 35,410,500.00
Simulasi 29	7.80	1310.4	\$ 2,085	Rp 31,269,000.00
Simulasi 30	6.00	1008	\$ 1,646	Rp 24,682,500.00
Simulasi 31	13.20	2217.6	\$ 2,836	Rp 42,537,000.00
Simulasi 32	6.60	1108.8	\$ 1,411	Rp 21,157,500.00
Simulasi 33	10.60	1780.8	\$ 2,010	Rp 30,148,500.00
Simulasi 34	11.70	1965.6	\$ 1,962	Rp 29,431,500.00
Simulasi 35	6.10	1024.8	\$ 1,673	Rp 25,098,000.00
Simulasi 36	9.80	1646.4	\$ 2,372	Rp 35,580,000.00
Simulasi 37	10.80	1814.4	\$ 2,599	Rp 38,979,000.00
Simulasi 38	7.70	1293.6	\$ 1,751	Rp 26,263,500.00
Simulasi 39	8.50	1428	\$ 2,134	Rp 32,011,500.00
Simulasi 40	5.80	974.4	\$ 1,976	Rp 29,637,000.00
Proses To Be		0		Rp -
Simulasi 1	4.20	705.6	\$ 1,206	Rp 18,088,500.00
Simulasi 2	5.60	940.8	\$ 1,311	Rp 19,666,500.00
Simulasi 3	6.50	1092	\$ 1,661	Rp 24,915,000.00
Simulasi 4	6.80	1142.4	\$ 1,694	Rp 25,416,000.00
Simulasi 5	3.80	638.4	\$ 1,206	Rp 18,096,000.00
Simulasi 6	4.90	823.2	\$ 1,266	Rp 18,982,500.00
Simulasi 7	5.40	907.2	\$ 1,264	Rp 18,960,000.00
Simulasi 8	4.20	705.6	\$ 1,043	Rp 15,649,500.00
Simulasi 9	4.30	722.4	\$ 1,056	Rp 15,841,500.00

Simulasi 10	4.30	722.4	\$ 1,074	Rp 16,113,000.00
Simulasi 11	4.50	756	\$ 1,205	Rp 18,078,000.00
Simulasi 12	4.40	739.2	\$ 1,078	Rp 16,173,000.00
Simulasi 13	7.10	1192.8	\$ 1,686	Rp 25,290,000.00
Simulasi 14	2.60	436.8	\$ 754	Rp 11,313,000.00
Simulasi 15	6.80	1142.4	\$ 1,498	Rp 22,465,500.00
Simulasi 16	5.30	890.4	\$ 1,246	Rp 18,690,000.00
Simulasi 17	5.00	840	\$ 1,193	Rp 17,892,000.00
Simulasi 18	3.50	588	\$ 975	Rp 14,629,500.00
Simulasi 19	6.30	1058.4	\$ 1,056	Rp 15,844,500.00
Simulasi 20	5.30	890.4	\$ 1,434	Rp 21,516,000.00
Simulasi 21	8.40	1411.2	\$ 1,310	Rp 19,650,000.00
Simulasi 22	6.30	1058.4	\$ 1,633	Rp 24,489,000.00
Simulasi 23	3.80	638.4	\$ 1,148	Rp 17,215,500.00
Simulasi 24	3.90	655.2	\$ 1,209	Rp 18,135,000.00
Simulasi 25	6.40	1075.2	\$ 1,540	Rp 23,094,000.00
Simulasi 26	4.30	722.4	\$ 1,137	Rp 17,056,500.00
Simulasi 27	4.40	739.2	\$ 1,292	Rp 19,374,000.00
Simulasi 28	4.30	722.4	\$ 1,294	Rp 19,410,000.00
Simulasi 29	4.80	806.4	\$ 1,156	Rp 17,341,500.00
Simulasi 30	3.60	604.8	\$ 1,011	Rp 15,165,000.00
Simulasi 31	3.10	520.8	\$ 1,004	Rp 15,061,500.00
Simulasi 32	4.00	672	\$ 1,194	Rp 17,908,500.00
Simulasi 33	4.00	672	\$ 1,150	Rp 17,244,000.00
Simulasi 34	5.20	873.6	\$ 1,281	Rp 19,212,000.00
Simulasi 35	2.80	470.4	\$ 978	Rp 14,667,000.00
Simulasi 36	5.90	991.2	\$ 1,263	Rp 18,942,000.00
Simulasi 37	2.10	352.8	\$ 842	Rp 12,627,000.00

Simulasi 38	6.80	1142.4	\$ 2,068	Rp 31,014,000.00
Simulasi 39	5.00	840	\$ 1,310	Rp 19,642,500.00
Simulasi 40	4.30	722.4	\$ 935	Rp 14,023,500.00

