

**STUDI IMPLEMENTASI KOMBINASI 2 SISTEM BIM DAN
ERP DALAM PENINGKATAN AKURASI ESTIMASI BIAYA
PROYEK PADA TAHAP LELANG**

**ISPANDI PUDAEL
D012191020**



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

**STUDI IMPLEMENTASI KOMBINASI 2 SISTEM BIM DAN
ERP DALAM PENINGKATAN AKURASI ESTIMASI BIAYA
PROYEK PADA TAHAP LELANG**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi Teknik Sipil

Disusun dan diajukan oleh

**ISPANDI PUDAEL
D012191020**

Kepada

**SEKOLAH PASCASARJA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

TESIS

**STUDI IMPLEMENTASI KOMBINASI 2 SISTEM BIM DAN ERP
DALAM PENINGKATAN AKURASI ESTIMASI BIAYA PROYEK
PADA TAHAP LELANG**

ISPANDI PUDAEL

NIM : D012191020


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

pada tanggal 29 Desember 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

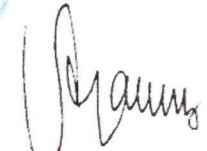
Menyetujui,

Pembimbing Utama



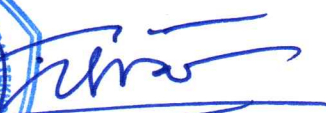
Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latief., MT.
NIP. 19660205 199103 1 003

Pembimbing Pendamping




Dr. Ir. Syarif Burhanuddin, M.Eng.
NIP. 19600109 198903 1 007

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. IPM
NIP. 19730926 200012 1 002

Ketua Program Studi S2
Departemen Teknik Sipil



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

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ISPANDI PUDAEL
Nomor Pokok : D012191020
Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "**Studi Implementasi Kombinasi 2 Sistem BIM Dan ERP Dalam Peningkatan Akurasi Estimasi Biaya Proyek Pada Tahap Lelang**" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latief., MT. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Syarif Burhanuddin, M.Eng. sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (Prosiding Konferensi Internasional, The 4th International Conference on Civil and Enviromental Engineering (ICCEE) 2022) sebagai artikel dengan judul "Study on the Implementation of the Combination of 2 BIM and ERP Systems to Improve Project Cost Estimation Accuracy at the Auction Stage".

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

Makassar, 29 Desember 2022

Yang menyatakan



ISPANDI PUDAEL

UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahir Rahmanir Rahim. Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah memberikan nikmat dan karunianya berupa nikmat iman dan kesehatan kepada penulis sehingga penyusunan tesis dengan judul **"Studi Implementasi Kombinasi 2 Sistem BIM Dan ERP Dalam Peningkatan Akurasi Estimasi Biaya Proyek Pada Tahap Lelang"** ini bisa diselesaikan dengan tepat waktu walaupun disajikan dengan bentuk yang sederhana dan masih terdapat banyak kekurangan didalamnya dan tak lupa salam dan salawat serta taslim atas junjungan kita Nabiullah Muhammad SAW. yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah ke zaman yang berperadaban.

Dalam menyelesaikan penulisan ini terdapat banyak kesulitan dan hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat usaha yang dilakukan semaksimal mungkin dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak sehingga penulisan tesis ini akhirnya dapat diselesaikan. Oleh karena itu, merupakan kewajiban bagi penulis untuk menghaturkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. IPM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin;
2. Bapak Prof. Dr.Eng. Ir. M. Wihardi Tjaronge, S.T. M.Eng, selaku Kepala Dept. Teknik Sipil Universitas Hasanuddin;
3. Dr. Ir. M. Asad Abdurrahman, ST., M.Eng. PM, selaku Ketua Prodi S-2 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin;
4. Bapak Dr. Tri Harianto, ST, MT, selaku Penasihat Akademik.
5. Bapak Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latief, MT dan Bapak Dr. Ir. Syarif Burhanuddin, M.Eng, selaku Komisi Penasihat yang selalu memberikan dukungan baik secara moril maupun teknis kepada penulis dari awal sampai selesai;

6. Ibu Dr. Eng. Ir. Rita Irmawati, ST, MT , Ibu Dr. Ir. Rosmariyani Arifuddin, ST, MT, dan Bapak Dr. Ir. M. Asad Abdurrahman, ST., M.Eng. PM, selaku dewan penguji yang selalu memberikan masukan dan saran kepada penulis dari awal sampai selesai;
7. Seluruh dosen dan tim pengajar serta staf Program Magister Dept. Teknik Sipil Universitas Hasanuddin;
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta kami serta seluruh keluarga kami, terima kasih dari lubuk hati yang paling dalam atas do'a, kesempatan, kasih sayang, nasehat, perhatian dan dorongan yang sangat besar kepada penulis selama menempuh pendidikan.
9. Sahabat-sahabatku yang banyak membantu dalam proses serta rekan-rekan mahasiswa S2 Teknik Sipil yang selalu kompak dan saling membantu.
10. Serta semua pihak yang banyak membantu namun tidak sempat kami sebutkan namanya.

Tak ada imbalan yang dapat penulis berikan, hanya kepada Allah SWT. penulis memohon semoga segala bantuan yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan pahala yang berlipat ganda dan semoga kita semua tergolong kedalam orang-orang yang mukhlis.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa apa yang penulis sajikan dalam tesis ini masih jauh dari kesempurnaan karena kekeliruan dan kehilafan yang dilakukan oleh penulis. Karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca sangat diharapkan guna kesempurnaan tesis ini.

Billah Taufik Walhidayah, Wassalamu Alaikum Wr. Wb.

Penulis,

ISPANDI PUDAEL

ABSTRAK

ISPANDI PUDAEL. *Studi Implementasi Kombinasi 2 Sistem BIM Dan ERP Dalam Peningkatan Akurasi Estimasi Biaya Proyek Pada Tahap Lelang. (dibimbing oleh Rusdi Usman Latief dan Syarif Burhanuddin)*

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model *flow* proses dari suatu fungsi organisasi yang berfungsi efektif dalam meningkatkan akurasi estimasi biaya proyek pada tahap lelang dengan mengintegrasikan 2 sistem BIM dan ERP dalamnya. Lokasi penelitian dilakukan diperusahaan PT. Nindya Karya. Perusahaan plat merah ini telah menggunakan ERP dan BIM dalam proses bisnisnya. Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian data primer berbasis kuesioner dimana data yang berkaitan dengan pengembangan *flow* proses yang mengintegrasikan BIM dan ERP didalamnya telah dikumpulkan dari unit departemen estimating di perusahaan PT. Nindya Karya. Kuesioner dikembangkan untuk mengevaluasi pentingnya penerapan BIM dan ERP dalam meningkatkan akurasi estimasi biaya yang teridentifikasi melalui tanggapan yang diperoleh dari responden survei kuesioner. Data-data hasil penelitian dengan menggunakan analisis kualitatif, kemudian diolah menjadi data primer untuk digunakan dalam merancang *flow* proses departemen estimating. Hasil rancangan tersebut kemudian di validasi menggunakan uji validasi FGD. Hasil penelitian didapatkan Model *flow* proses baru departemen estimating PT. Nindya Karya dengan melakukan beberapa perubahan diantaranya (1) Penggunaan ERP Estimating dalam proses kegiatan tender, (2) Melibatkan VP. BIM dalam Proses kegiatan Melaksanakan Aanwijzing Kantor/Lapangan dan Proses kegiatan Klarifikasi/ Beauty Contest/Negosiasi. (3) Perbaikan dan penambahan keterangan pada kolom output dan kolom keterangan beberapa proses Kegiatan.

Kata kunci: implementasi, kombinasi 2 sistem BIM dan ERP, akurasi estimasi biaya

ABSTRACT

ISPANDI PUDAEL. *Study of the Implementation of the Combination of 2 BIM and ERP Systems in Increasing the Accuracy of Project Cost Estimations at the Auction Stage. (supervised by Rusdi Usman Latief and Syarif Burhanuddin)*

This study aims to obtain a process flow model of an organizational function that functions effectively in increasing the accuracy of project cost estimates at the bidding stage by integrating 2 BIM and ERP systems within it. The location of the research was carried out in the company PT. Nindya Karya. This state-owned company has used ERP and BIM in its business processes. The methodology used in this study is a questionnaire-based primary data research where data related to the development of process flow that integrates BIM and ERP in it has been collected from the estimating department unit at PT. Nindya Karya. The questionnaire was developed to evaluate the importance of implementing BIM and ERP in increasing the accuracy of cost estimates identified through the responses obtained from the questionnaire survey respondents. The research data using qualitative analysis, then processed into primary data to be used in designing the estimating department process flow. The design results were then validated using the FGD validation test. The results of the study obtained a new process flow model for the estimating department of PT. Nindya Karya by making several changes including (1) Using ERP Estimating in the process of bidding activities, (2) Involving VP. BIM in the Process of Carrying out Office/Field Aanwijzing activities and the Process of Clarification/ Beauty Contest/ Negotiation activities. (3) Correction and addition of information in the output column and description column of several Activity processes.

Keywords: implementation, Combination of 2 BIM and ERP systems, cost estimation accuracy

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Lingkup Penelitian	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
F. Sistematika Penulisan	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Teori	7
1. BIM	7
a. Definisi BIM.....	7
b. Konsep BIM.....	8
c. Dimensi BIM.....	9
d. BIM Level of Development	9
e. Keterkaitan Dimensi BIM dengan Level BIM (LOD).	11
f. Adopsi BIM.....	12
g. Perkembangan BIM di Indonesia.....	13

2. ERP	14
a. Definisi ERP	14
b. Manfaat ERP	14
c. Jenis ERP.....	16
d. ERP Pada Managemen Proyek.....	16
e. Penelusuran Material	17
f. Integrasi Data	18
g. Data Terpusat	19
3. Integrasi BIM + ERP.....	20
a. Konsep Integrasi BIM + ERP	20
b. Manfaat Integrasi BIM + ERP	21
4. Estimasi Biaya.....	22
a. Pengertian Estimasi Biaya.....	22
b. Jenis-Jenis Estimasi Biaya	23
f. Akurasi Estimasi Biaya	24
5. Lelang Konstruksi.....	26
6. Model Workflow (Alur Kerja).....	26
a. Jenis-jenis Workflow.....	27
b. Manfaat Sistem Workflow	28
B. Tinjauan Hasil Penelitian	29
C. Kerangka Konseptual Penelitian.....	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Skema Penelitian	36
B. Lokasi Penelitian	36
C. Jenis Data.....	37
D. Sampel Data	37
E. Sumber Data	37
F. Metode Pengumpulan Data	38
G. Analisis Data	39
H. Kerangka Kerja Penelitian	40

I. Penentuan Variabel	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Pendahuluan.....	46
B. Identifikasi Model Flow Proses Perusahaan.....	46
1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	46
2. Identifikasi Model Flow Proses Dep. Estimating	48
C. Merancang Model Flow Proses Perusahaan.....	54
1. Profil Respondel.....	54
2. Hasil Kuesioner Penelitian	56
3. Uji Validitas	57
4. Uji Reliabilitas Instrumen.....	59
5. Analisis Pembahasan Hasil Kuesioner Penelitian	61
6. Analisis Interpretasi Hasil Kuesioner Penelitian.....	65
7. Hasil Rancangan Model Flow Proses Dep. Estimating	68
8. Tabel Perbedaan Model flow Proses sesudah dan sebelum perancangan.....	71
9. Validasi Model Rancangan Flow Proses	72
a. Teknik Pengujian Validasi FGD.....	73
b. Hasil Validasi FGD	74
c. Rancangan Model Flow Proses setelah Validasi	76
d. Tabel Perbedaan Model Flow Proses setelah Validasi FGD.....	79
e. Keunggulan dan kelemahan Model Rancangan Flow Proses yang baru.....	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	84
B. Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA.....	88

LAMPIRAN

1. Lampiran A. Form Kuesioner Google Form.....	92
2. Lampiran B. Dokumentasi Wawancara.....	99
3. Lampiran C. Pengolahan Data Program SPSS.....	101
4. Lampiran D. Dokumentasi FGD	109

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Tabel 1. Matriks klasifikasi Estimasi biaya	23
2.	Tabel 2. Matrix Perbandingan Penelitian	29
3.	Tabel 3. Variabel Penelitian	43
4.	Tabel 4. Profil Responden Penelitian	55
5.	Tabel 5. Hasil Kuesioner Penelitian	57
6.	Tabel 6. Hasil Uji Validitas Instrumen	58
7.	Tabel 7. Hasil Uji Validitas Reliabilitas Instrumen	60
8.	Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Jawaban Responden	61
9.	Tabel 9. Perbedaan Model Flow Proses sesudah dan sebelum perancangan.....	71
10.	Tabel 10. Perbedaan Model Flow Proses Departemen Estimating setelah Validasi.....	79

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Gambar 1. Peranan BIM dalam setiap tahapan fase pelaksanaan konstruksi dalam siklus umur proyek <i>AEC (Autodesk Inc, 2019)</i> ...	8
2.	Gambar 2. Dimensi BIM	9
3.	Gambar 3. Spesifikasi Level of Development (LOD) pada berbagai tahap dalam proses desain dan konstruksi (<i>Scrinsoft Inc, 2019</i>).....	10
4.	Gambar 4. Keterkaitan Dimensi BIM dan Level BIM (LOD) (LOD) (<i>www.cadeosys.com, n.d.</i>).....	11
5.	Gambar 5. Roadmap konstruksi digital Indonesia 2017-202	13
6.	Gambar 6. Struktur Organisasi Proyek	17
7.	Gambar 7. Struktur rantai suplai material proyek konstruksi	18
8.	Gambar 8. VPN Tunnel	20
9.	Gambar 9. Kerangka Konseptual Penelitian	35
10.	Gambar 10. Kerangka Kerja Penelitian.....	40
11.	Gambar 11. Struktur Organisasi PT. Nindya Karya.....	47
12.	Gambar 12. Struktur Organisasi Departemen Estimating	48
13.	Gambar 13. Prosedur BIM Modeling untuk tender	49
14.	Gambar 14. Prosedur Value Engineering Untuk Tender	50
15.	Gambar 15. Prosedur Proses Tender	53
16.	Gambar 16. Tampilan Platform ERP Nindya.....	54
17.	Gambar 17. Hasil Rancangan Model Flow Proses Tender	70
18.	Gambar 18. Hasil Revisi Rancangan Model Flow Proses Setelah Validasi	78,86

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Lampiran A. Form Kuesioner Google Form	92
2.	Lampiran B. Dokumentasi Wawancara	99
3.	Lampiran C. Pengolahan Data Program SPSS	101
4.	Lampiran D. Dokumentasi FGD	109

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi konstruksi di Indonesia semakin berkembang pesat terutama di bidang digitalisasi konstruksi. Apalagi di era revolusi industry 4.0 atau revolusi industri keempat merupakan istilah yang umum digunakan untuk tingkatan perkembangan industri teknologi di dunia. Untuk tingkatan keempat ini, dunia memang fokus kepada teknologi-teknologi yang bersifat digital.

Penerapan digitalisasi konstruksi diantaranya adalah BIM (*Building Information Modelling*) dan ERP (*Enterprise Resource Planning*). BIM dan ERP merupakan primadona dan cukup booming di sektor dunia konstruksi dalam era digitalisasi konstruksi. BIM merupakan suatu inovasi baru yang diperuntukan dalam pengerjaan suatu proyek konstruksi, sedangkan ERP merupakan sistem perangkat lunak yang diperuntukkan untuk sistem dalam perusahaan.

Penerapan ERP di Indonesia lebih dahulu diterapkan oleh perusahaan perusahaan berskala besar, seperti perusahaan kontraktor BUMN dan kontraktor swasta nasional, sedangkan baru pada tahun 2017 implementasi BIM di Indonesia baru dimulai dikembangkan, itupun masih terbatas oleh perusahaan perusahaan kontraktor BUMN dan swasta nasional.

BIM memiliki konsep membuat konstruksi virtual sebelum konstruksi fisik yg sebenarnya, dimana kita dapat mensimulasi pemodelan 3D bangunan, simulasi waktu dan tahapan konstruksi, simulasi estimasi biaya, simulasi analisa energi dan siklus operasional. ERP merupakan suatu program platform digital yang terintegrasi, dengan lintas fungsional seperti bagian pemasaran, produksi dan SDM, dari suatu organisasi perusahaan,

sehingga informasi yang di inginkan dapat diperoleh secara instan dan real time.

Melihat manfaat dan kelebihan dari BIM dan ERP, sangat mungkin di terapkan dalam membantu estimasi biaya tahap lelang. Pada tahap ini sangat penting karena merupakan awal dari proses suatu siklus proyek di perusahaan kontraktor. Perhitungan estimasi biaya tahap awal tender proyek, sering kali terjadi kenaikan biaya ketika tahap pelaksanaan proyek. Salah satu penyebabnya singkatnya waktu persiapan tender. Mulai dari keputusan mengikuti tender sampai upload dokumen penawaran harga, sehingga kesalahan-kesalahan dalam proses tersebut sangatlah besar. Kesalahan yang biasa terjadi diantaranya naiknya harga bahan, upah kerja dan sewa peralatan, kesalahan metode kerja, kesalahan asumsi estimasi dll.

Pembuatan suatu perkiraan biaya merupakan salah satu tugas sangat sulit dan dilaksanakan sebelum pekerjaan di mulai. Tetapi perkiraan biaya yang akurat menjadi suatu hal yang sangat penting. Akurasi estimasi biaya tahap lelang dapat diartikan perkiraan biaya yang presisi, yaitu tepat mutu, waktu dan biaya. Estimasi biaya yang cukup tinggi dapat mengakibatkan penawaran harga tidak kompetitif sehingga kalah bersaing dengan peserta tender yang lain untuk memenangkan suatu tender proyek atau sebaliknya penawaran terlalu rendah yang kemungkinan dapat memenangkan tender, tapi dalam tahap pelaksanaan mengalami pembengkakan biaya pelaksanaan proyek, sehingga berpegaruh negatif dalam proses konstruksi selanjutnya yang berujung proyek dapat mengalami kerugian.

Zainuddin dan Fakhrizal (2015), dalam penelitiannya menemukan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi estimasi biaya proyek pada tahap lelang yaitu factor metode kerja, factor informasi, dan factor subcontractor. Sedangkan hasil penelitian dari *Yanda Christian, Dkk tahun 2017*, menyatakan faktor-faktor yang dapat meningkatkan akurasi estimasi biaya proyek pada proyek jalan di provinsi Kalimantan Tengah yaitu

kompetensi estimator, survey, ketersediaan informasi, perhitungan estimasi biaya dan variabel internal perusahaan. Melihat potensi 2 sistem BIM dan ERP, factor-faktor resiko tersebut dapat di minimalisir secara efektif dengan menerapkan teknologi BIM dan ERP dalam proses estimasi biaya tahap lelang.

Dalam kenyataan di lapangan aplikasi ERP dan BIM merupakan sistem aplikasi yang terpisah di mana ERP lebih di gunakan untuk membangun sistem perusahaan dan BIM lebih di gunakan untuk suatu siklus proyek konstruksi, dimana masing-masing menghasilkan 2 output yang terpisah. Hal ini memungkinkan terjadinya potensi kesalahan disamping adanya jeda waktu. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirasa perlu untuk mengintegrasikan 2 sistem BIM dan ERP dalam satu flatform.

Sarkar, dkk, (2017) dalam hasil penelitiannya menunjukkan bahwa modul BIM-ERP-IoT terintegrasi yang diusulkan adalah upaya unik untuk pemantauan waktu nyata, manajemen aset, manajemen inventaris, dan manajemen pendapatan perusahaan yang ditingkatkan untuk proyek konstruksi. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh, *F. Hewavitharana dan A. Perera tahun 2018*, menyatakan bahwa ada dampak yang signifikan terhadap keberlanjutan dengan mengintegrasikan ERP dan BIM bersama-sama dari pada mengimplementasikannya secara terpisah. Hal ini menunjukkan bahwa 2 sistem BIM dan ERP dapat diintegrasikan.

Integrasi 2 sistem BIM dan ERP dalam proses estimasi biaya pada tahap lelang dapat dimulai dengan merancang *flow* proses dari suatu fungsi organisasi perusahaan yang menyertakan unsur penerapan BIM dan ERP didalamnya. Hasil *flow* poses ini nantinya merupakan rujukan atau panduan oleh departemen IT perusahaan dalam usahanya mengintegrasikan 2 sistem BIM dan ERP dalam satu flatform digital.

Berdasarkan kajian-kajian dan fakta di atas, hal inilah yang melatar belakangi penulis sebagai landasan untuk meneliti tentang **”Studi Implementasi Kombinasi 2 Sistem BIM Dan ERP Dalam Peningkatan Akurasi Estimasi Biaya Proyek Pada Tahap Lelang”**

B. Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian ini berfokus pada korporasi yaitu perusahaan kontraktor. Rencana perusahaan yang akan kami teliti merupakan salah satu perusahaan BUMN di bidang konstruksi yaitu perusahaan PT. Nindya Karya. Perusahaan plat merah ini telah menggunakan ERP dan BIM dalam proses bisnisnya dan pada tahun 2021 melakukan restruktur organisasi dari perusahaan lingkup wilayah ke perusahaan yg berfokus ke spesialisasi pekerjaan, peneliti menganggap perusahaan ini sangat relevan dengan tema penelitian yang kami lakukan.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang kami coba angkat berdasarkan permasalahan diatas yaitu bagaimana model *flow* proses dari suatu fungsi organisasi yang berfungsi efektif dalam meningkatkan akurasi estimasi biaya proyek pada tahap lelang dengan memasukan unsur implementasi dari kombinasi 2 sistem BIM dan ERP dalamnya.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian tesis ini yaitu untuk mendapatkan model *flow* proses dari suatu fungsi organisasi yang berfungsi efektif dalam meningkatkan akurasi estimasi biaya proyek pada tahap lelang dengan memasukan unsur implementasi dari kombinasi 2 sistem BIM dan ERP dalamnya.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dapat diperoleh dengan adanya penulisan tesis ini yaitu.

1. Manfaat teoritis

Bermanfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknik sipil, guna memperluas pengetahuan dan referensi ilmu khususnya terkait dengan implementasi dari kombinasi 2 sistem BIM dan ERP dalam peningkatan akurasi estimasi biaya proyek pada tahap lelang.

2. Manfaat Praktis

Diharapkan sebagai masukan dan saran kepada :

- a. Perusahaan kontraktor dalam hal pengembangan implementasi dari kombinasi 2 sistem BIM dan ERP dalam membantu akurasi estimasi biaya.
- b. Perusahaan Konsultan dalam hal pengembangan implementasi kombinasi 2 sistem BIM dan ERP dalam membantu membuat perencanaan suatu bangunan, khususnya perencanaan proyek *Desain and Bulid*.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang peneliti coba rancang agar memudahkan dalam pembahasan dan mendapatkan gambaran secara jelas isi penelitian, maka sistematika penelitian disusun dalam lima bab. Sistematika penulisan dalam penelitian Studi Implementasi Kombinasi 2 Sistem BIM Dan ERP Dalam Peningkatan Akurasi Estimasi Biaya Proyek Pada Tahap Lelang yaitu:

BAB I. PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, orsinalitas penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

memaparkan teori-teori yang merupakan landasan untuk melakukan analisis dan pembahasan masalah penelitian.

BAB III. METODE PENELITIAN

Menyajikan cara penelitian ini dalam pengambilan data dan pengolahan data.

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Menguraikan hasil penelitian, menganalisis data, dan pembahasan interpretasi data hasil penelitian.

BAB V. PENUTUP

memberikan kesimpulan dan saran dari hasil temuan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Building Information Modeling (BIM)

a. Definisi BIM

Building Information Modelling (BIM) menurut Seng Hansen dalam *Quantity Surveying, Pengantar Manajemen Biaya dan Kontrak Konstruksi* (2017), BIM adalah merupakan sebuah proses yang melibatkan teknologi informasi ke dalam proses dan aktivitas konstruksi. Konsep BIM sendiri telah dimulai sejak 1970-an dan berkembang hingga saat ini di mana interaksi antara semua aktivitas konstruksi dituangkan ke dalam sebuah platform yang terintegrasi. Pada tahun 2002, *Autodesk* menerbitkan sebuah artikel berjudul "*Building Information Modelling*" yang kemudian diikuti oleh banyak vendor *software* lainnya.

Menurut the *US National Building Information Model Standard Project Committee*, BIM memiliki definisi sebagai berikut. *Building Information Modelling (BIM)* adalah sebuah representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional dari sebuah fasilitas. BIM adalah sebuah sumber pengetahuan bersama atas informasi sebuah fasilitas yang membentuk dasar yang andal untuk pengambilan keputusan selama siklus hidup fasilitas tersebut, didefinisikan sebagai siklus dari tahapan konseptual paling awal hingga pembongkaran.

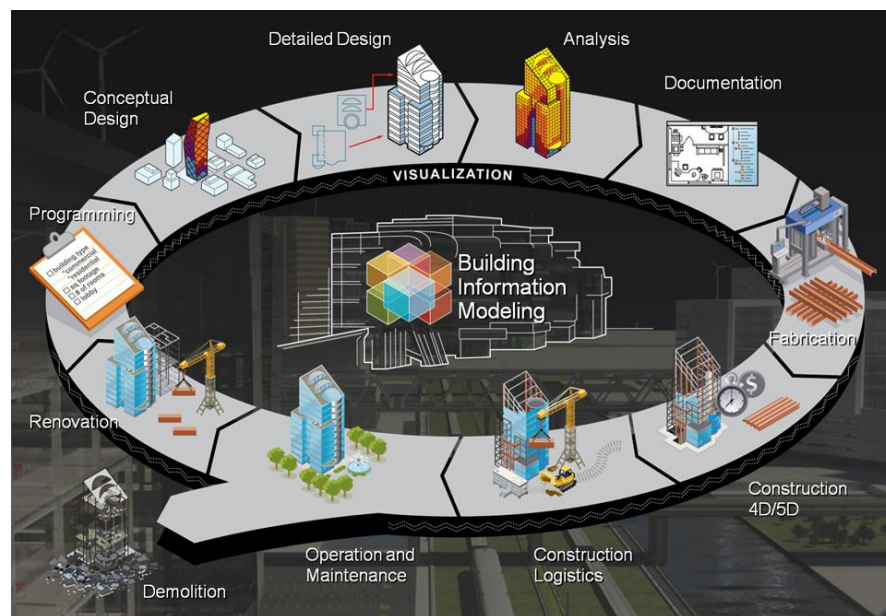
BIM adalah suatu upaya merepresentasikan suatu bangunan secara digital dari karakteristik fisik dan fungsionalnya. (SIBIMA Konstruksi, PUPR, 2019). Oleh karenanya, didalam BIM terkandung Informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut dapat digunakan sebagai basis data pengambilan keputusan dalam kurung waktu siklus

proyek konstruksi mulai dari konsep recana hingga demolisi.

b. Konsep BIM

Konsep BIM merupakan evolusi terbaru dari industri bangunan dan mengacu pada proses merancang, membangun, dan mengoperasikan bangunan secara kolaboratif menggunakan sistem model 3D tunggal yang koheren daripada gambar desain terpisah. BIM menggabungkan manusia dan teknologi untuk merampingkan waktu dan biaya, serta meningkatkan efisiensi dalam bangunan termasuk gedung pencakar langit, rumah sakit, kantor, dan bangunan tempat tinggal.

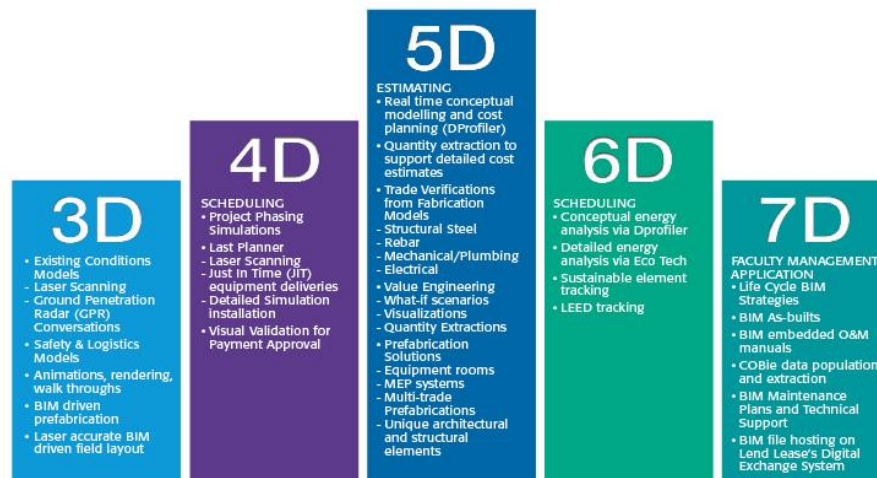
Konsep BIM dapat dilihat pada gambar 1. dibawah ini, dimana peranan BIM dalam setiap tahapan fase pelaksanaan konstruksi bangunan gedung dalam siklus umur proyek (*lifecycle of a project*), sebagai berikut:



Gambar 1. Peranan BIM dalam setiap tahapan fase pelaksanaan konstruksi dalam siklus umur proyek (Autodesk Inc, 2019)

c. Dimensi BIM

Dimensi BIM adalah merupakan dimensi penggunaan BIM dalam penggambaran secara digital wujud 3D yang meliputi, dimensi BIM 3D (visualisasikan bangunan dalam 3 dimensi), 4D (waktu), 5D (harga), 6D (keberlanjutan), dan 7D (pengoperasian & pemeliharaan fasilitas sepanjang siklus hidup proyek), menyempurnakan data model untuk pemahaman proyek bangunan yang lebih baik. Informasi tambahan memvisualisasikan proses pengiriman proyek, biaya dan pemeliharaan fasilitas gedung. Gambar 2. menunjukkan dimensi penggunaan BIM, sebagai berikut:



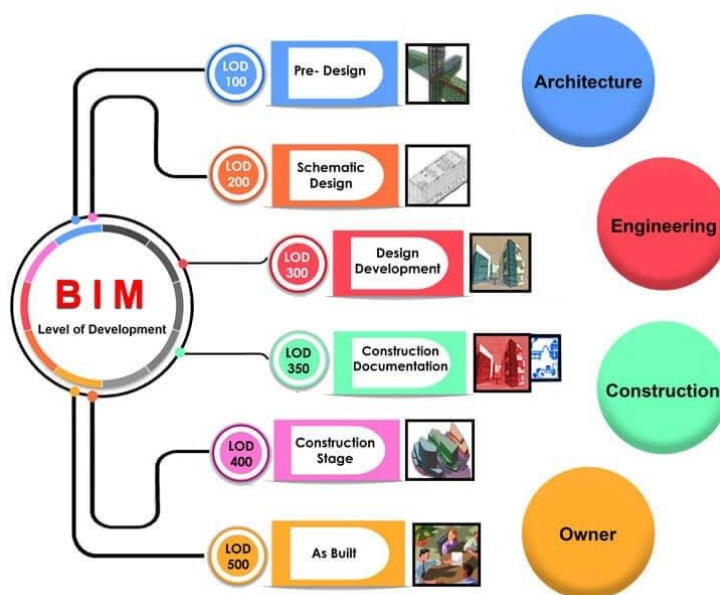
Gambar 2. Dimensi BIM (BIM Panzee ,2019)

d. BIM Level of Development

BIM Level of Development (LOD) adalah standar industri yang menentukan bagaimana geometri 3D model bangunan dapat mencapai berbagai tingkat penyempurnaan, digunakan sebagai ukuran tingkat layanan yang diperlukan. Model pengembangan ini dibuat khusus untuk berbagai tahap desain, visualisasi 3D, kuantitas kaliber konstruksi, penjadwalan, estimasi, kontrol produksi di tempat, dan fabrikasi. Dengan Level of Detail (LOD) sebagai panduan, Layanan Pemodelan 3D akan

membuat model 3D suatu proyek berdasarkan kekhususan yang diperlukan.

LOD BIM dapat dipetakan sesuai dengan disiplin ilmu dan tahapan penggambarannya berdasarkan stakeholders yaitu para pihak yang terlibat ini dapat dilihat pada gambar 3. di bawah ini.



Gambar 3. Spesifikasi Level of Development (LOD) pada berbagai tahap dalam proses desain dan konstruksi (Scrinsoft Inc, 2019)

LOD dapat dibedakan beberapa tingkatan pengembangan diantaranya :

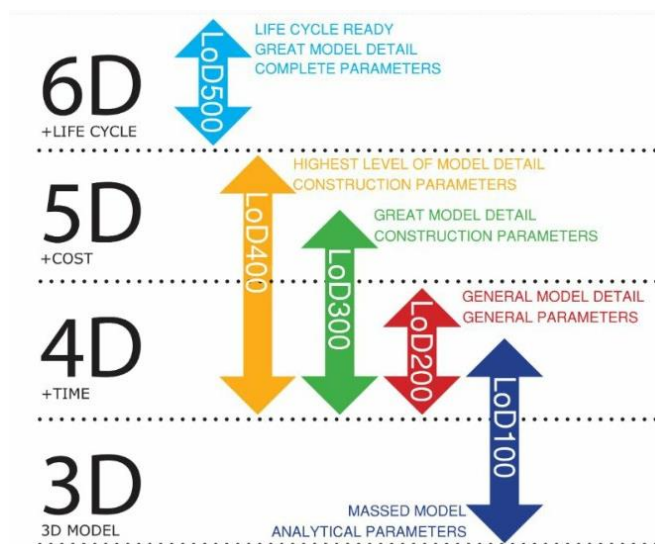
- LOD 100 merupakan level desain konsep (*Pre-Design*) output level ini menghasilkan Parameter seperti luas, tinggi, volume suatu proyek, *stakeholders* yang terlibat yaitu arsitek
- LOD 200 adalah level desain *Schematic Design*, *stakeholders* yang terlibat yaitu arsitek dan konsultan perencana struktur dan sipil serta ahli MEP;
- LOD 300 adalah level desain *Detailed Design* atau pembuatan dokumen-dokumen konstruksi, seperti gambar DED ,RKS, dan RAB untuk keperluan dokumen tender proyek kemudian dapat ditingkatkan ke level LOD 350.
- LOD 350 adalah level *Construction Documentation* atau merupakan

persiapan pelaksanaan konstruksi dengan melakukan penggambaran ulang DED, RKS, dan RAB untuk keperluan pelaksanaan konstruksi, pihak yang terlibat yaitu kontraktor.

- d. LOD 400 adalah level penggambaran tahap konstruksi bagi kontraktor pelaksana dan fabrikasi workshop di lapangan.
- e. LOD 500 adalah level pembuatan *As Built Drawing* untuk setiap pekerjaan yang telah selesai dibuat pada bangunan setelah dilakukan serah terima proyek (*hand over*) dari kontraktor pelaksana ke pemilik pekerjaan.
- f. LOD 600 adalah level untuk *Facility Management* dari gambar *As Built Drawing* kemudian dilengkapi dengan berbagai dokumen seperti dokumen spesifikasi, brosur, dimensi dan surat jaminan penggunaan peralatan untuk keperluan operasi dan pemeliharaan.

e. Keterkaitan Dimensi BIM dan Level BIM (LOD)

Dimensi *BIM* dan level *BIM* (LOD) memiliki keterkaitan satu sama lain pada suatu proyek, dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Keterkaitan Dimensi BIM dan Level BIM (LOD) (LOD)
(www.cadeosys.com, n.d.)

f. Adopsi BIM

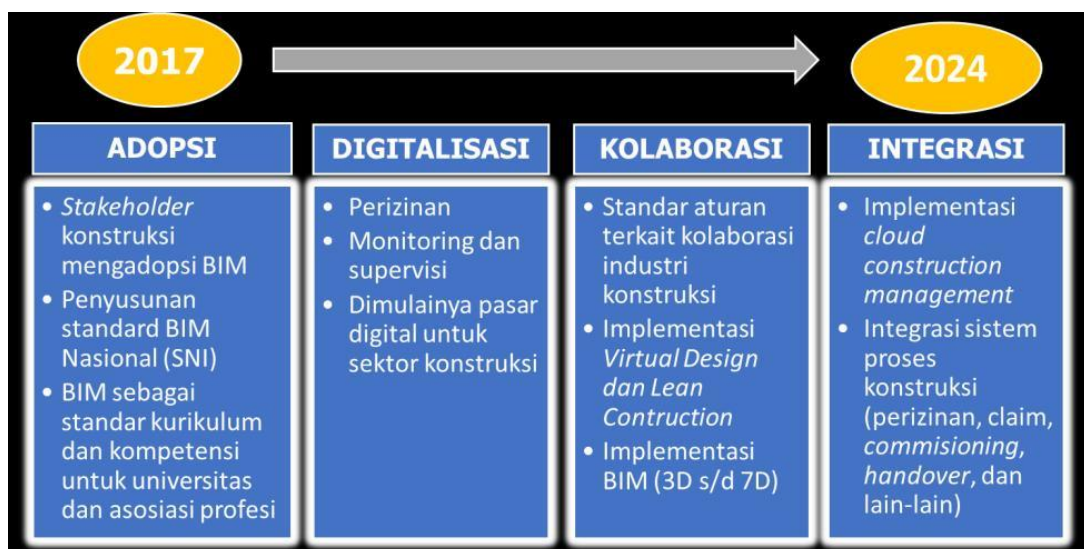
Keuntungan dalam mengadopsi BIM pada industry jasa konstruksi adalah sebagai berikut:

- a. pada tahap design dan engineering dapat membuat meningkatnya produktifitas kerja, sumber daya menjadi lebih efisien, metode pelaksanaan menjadi lebih efektif, sehingga untuk pekerjaan yang memiliki kompleksitas tinggi dapat diantisipasi di tahap pra konstruksi ini.
- b. Kegiatan proses koordinasi antar bagian organisasi dapat lebih efisien (*efficient workflows*)
- c. terjadinya kolaborasi yang baik antar multidisiplin sesuai BIM LOD bersifat interdisiplin dan 'transdisiplin' dari para perencana bersama kontraktor pelaksana, yaitu pada tahap LOD 100 sampai 300 (tahap perancangan dan engineering), tahap LOD 400 sampai 500 (tahap konstruksi dan operasi proyek). Ini dikarenakan adanya simulasi secara 3D, sehingga target tepat waktu, mutu dan biaya dapat terpenuhi. Kemudian Ketika tahap operasional di gunakan dapat bermanfaat dari segi penghematan energi dan ramah lingkungan sesuai pada tahap LOD 600.
- d. Integrasi antar system pada bangunan dapat di lakukan sejak tahap perancangan sehingga dapat menghemat waktu dan biaya pada tahap konstruksi. Adanya integrasi ini dapat dilakukan simulasi kehandalan suatu banguan dengan mudah dan cepat.
- e. Adanya clash detection merupakan visualisasi 3D yang memungkinkan deteksi dini dari kesalahan-kesalahan (*reduce errors*) yang mungkin terjadi ketika masa pelaksanaan konstruksi, sehingga dapat menghemat waktu pelaksanaan dan dapat meningkatkan produktifitas pekerjaan konsturksi.

g. Perkembangan BIM di Indonesia

Perkembangan BIM di Indonesia baru dimulai pada tahun 2017, mengingat penerapan BIM membutuhkan sumber daya yang cukup besar, maka perlu dukungan pemerintah dalam hal ini kementerian PUPR yang merupakan bagian dari pemerintah bertanggung jawab dalam pengembangan BIM di Indonesia.

PUPR dalam upayanya mengadopsi BIM telah membentuk Tim BIM PUPR untuk mengawal penerapan BIM di Indonesia dengan bekerjasama dengan berbagai pihak, diantaranya perusahaan kontraktor BUMN, konsultan, perguruan tinggi dan produsen pembuat software. TIM PUPR telah selesai menyusun *roadmap* implementasi BIM “ROADMAP KONSTRUKSI DIGITAL INDONESIA 2017 – 2024” terdiri dari 4 tahap: yaitu tahap adopsi, tahap digitalisasi, tahap kolaborasi dan tahap integrasi, lihat gambar 5.



Gambar 5. Roadmap konstruksi digital Indonesia 2017-2024

(PUPR K. , 2017)

2. Enterprise Resource Planning (ERP)

a. Definisi ERP

ERP (*Enterprise Resource Planning*) merupakan satu diantara penerapan teknologi informasi pada kebanyakan perusahaan. ERP adalah software yang mempersingkat alur birokrasi dalam proses bisnis sehingga persetujuan dan penandatanganan dokumen dapat dilakukan secara elektronik tanpa harus mencetaknya (Nayyar et al., 2019).

ERP merupakan jenis perangkat lunak yang digunakan organisasi untuk mengelola aktivitas bisnis sehari-hari seperti akuntansi, pengadaan, manajemen proyek, manajemen risiko dan kepatuhan, dan operasi rantai pasokan. ERP juga mencakup manajemen kinerja perusahaan, perangkat lunak yang membantu merencanakan, menganggarkan, memprediksi, dan melaporkan hasil keuangan organisasi.

Sistem ERP menyatukan banyak proses bisnis dan memungkinkan aliran data di antara mereka. Dengan mengumpulkan data transaksional bersama organisasi dari berbagai sumber, sistem ERP menghilangkan duplikasi data dan memberikan integritas data dengan satu sumber kebenaran.

b. Manfaat ERP

Menurut Putu Arya Mahatmavidya tahun 2021 manfaat dari penerapan ERP di suatu perusahaan yaitu:

1. Visibilitas dan Efektifitas Alur Kerja

System ERP merevolusi visibilitas alur kerja dalam perusahaan menjadi lebih efektif. Sebelum menggunakan ERP, komunikasi antar departemen membutuhkan banyak waktu dan tenaga, Ketika ingin memperbaharui suatu bagian dari perusahaan, kita harus mengunjungi kantor ke departemen terkait, atau melakukan kontak telepon ke orang yang dimaksud. Dengan adanya system ERP perusahaan dapat membuka

data base umum perusahaan di ERP untuk mendapatkan data secara *real time* dan *uptodate*.

2. Analisis Data

ERP dapat di peroleh data sangat akurat dan *real-time*, sehingga dapat diandalkan dalam hal pengumpulan data, pelaporan dan analitik. Sehingga dengan analisis data yang *real-time* kita dapat membuat laporan perubahan secara instan pada proses produksi perusahaan.

3. Solusi Penjadwalan

Dalam hal penjadwalan perusahaan dapat dengan mudah mengatur shift kerja karyawan, kapan inventaris dikirim dan kapan waktunya perusahaan melakukan pemeliharaan.

4. Kolaborasi Lintas Departemen

Untuk perusahaan yang memiliki banyak departemen, sangat penting dalam mengelola komunikasi internal untuk menghindari terjadinya miskomunikasi. ERP dapat menjadi alat komunikasi yang efektif dalam mengatur segala macam email, file dokumen yang di pindai, teks dan panggilan telepon atau fasilitas untuk komunikasi internal lewat komunikasi instan.

5. Manajemen Risiko dan Keamanan Data

Sistem ERP dapat melindungi perusahaan dari praktek penipuan di era digital. ERP menjamin keamanan semua data perusahaan, baik itu dokumen maupun data komunikasi penting yang tersimpan di sistim data yang terpusat di ERP.

6. Dapat Disesuaikan dengan Kebutuhan Perusahaan

Software ERP memiliki beberapa modul khusus yang bisa dikembangkan sesuai dengan kebutuhan perusahaan, sehingga perusahaan dapat mempertimbangkan variabel apa yang perlu di kebangkan sesuai dengan keunikan masing-masing perusahaan.

c. Jenis ERP

Jenis ERP dapat dibedakan sesuai dengan kegunaannya dalam perusahaan dan memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing diantaranya :

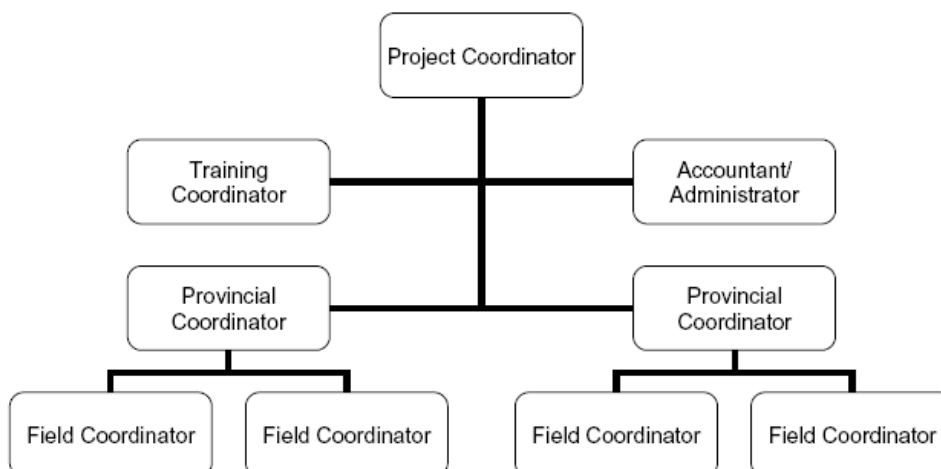
- **ERP on premise:** *software* ERP ini cocok digunakan untuk perusahaan kecil dan menengah, ERP jenis ini dirancang langsung dalam perangkat di perusahaan
- **Open Source ERP:** jenis ERP ini, perusahaan dapat memodifikasi kode yang ada di ERP sehingga perusahaan dapat menyesuaikan aplikasi ERP di sesuaikan dengan kondisi perusahaan.
- **ERP Berbasis Cloud:** Jenis ERP ini sangat cocok untuk perusahaan yang berskala besar. Karena keunggulan dari ERP ini ialah memiliki layanan hosting Cloud, sehingga memungkinkan perusahaan dapat mengakses data secara *real-time*.
- **Hybrid ERP:** ERP jenis ini merupakan gabungan dari ERP *on-premise* dan ERP berbasis *Cloud*.

d. ERP pada Managemen Proyek

Implementasi ERP pada manajemen proyek. Sebagai contoh perusahaan yang bergerak dibidang penyedia perangkat IT dan jasa, setengah dari karyawan bekerja untuk proyek dan di lapangan. Alur instruksi pekerjaan mengikuti prosedur yang ada pada ERP. Pengalokasian sumber daya manusia (SDM) oleh manajer proyek (PM) diakses dan dikelola di dalam sistem ERP. Kemampuan ERP dalam mengelola SDM memiliki fungsi pembuatan struktur organisasi proyek. *Database* akan secara otomatis menyediakan kualifikasi-kualifikasi SDM sesuai kebutuhan *Customer* seperti CV dan sertifikasi. PM sebagai jenderal tempur proyek

tinggal memilih pasukan yang dia butuhkan dalam proyek yang dia kelola.

Menambah SDM adalah hal biasa. Tapi hal ini akan berkaitan dengan waktu dan biaya. ERP memberikan gambaran mengenai trilogi SDM, waktu, dan biaya ini kepada PM (Groups, 2019). ERP akan memudahkan pelaku proyek melihat struktur organisasi yang sudah ditugaskan oleh PM sehingga tumpang tindih, konflik internal, jumlah-gangguan, dapat diminimalisir (Www.pm4dev.com, 2016). Pengajuan anggaran proyek adalah hal yang mandatori dalam manajemen proyek. Secara detail PM dapat mengisi kebutuhan-kebutuhannya dalam melaksanakan proyek seperti jam kerja, pembelian material proyek, biaya subkontraktor (Miller, 2019), termasuk biaya komunitas.



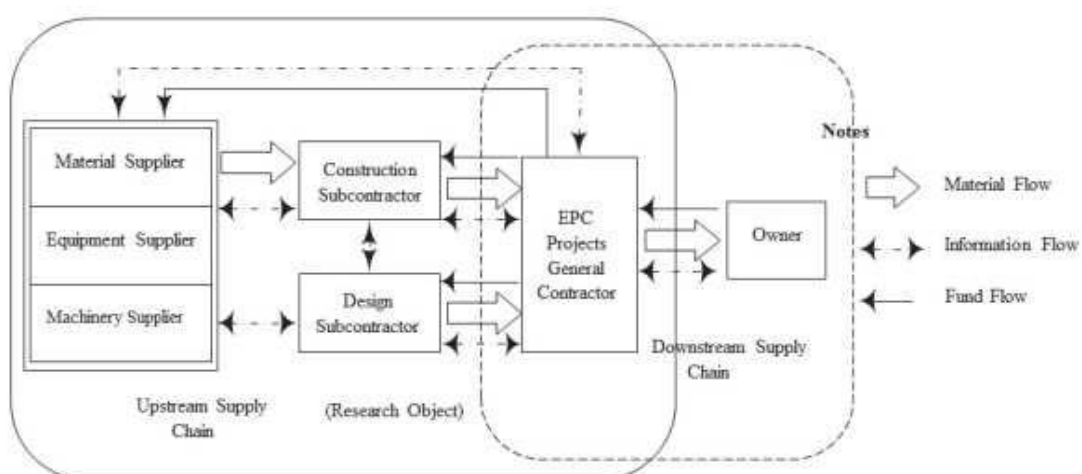
Gambar 6. Struktur Organisasi Proyek

Sumber (Www.pm4dev.com, 2016)

e. Penelusuran Material

Dalam membuat permintaan material ke gudang, PM melakukan pengisian formulir khusus permintaan material. Formulir tersebut berisikan kode barang, kode proyek, nama material, kuantitas yang dibutuhkan, nomor *purchase order* (PO) dari *Customer*, nomor *sales order* (SO) dari *sales*.

Ketertelusuran adalah salah satu persyaratan dasar bagi perusahaan untuk mencapai manajemen kualitas tinggi level, seperti yang secara eksplisit disyaratkan oleh ISO 9000 standar untuk sertifikasi mutu. Meningkatkan ketertelusuran secara produktif sistem kemudian menjadi kebutuhan modern perusahaan, karena itu berarti lebih banyak efisiensi untuk fungsi internal, dan akibatnya, lebih banyak lagi efisiensi untuk keseluruhan system (Kembro & Norrman, 2019).



Gambar 7. Struktur rantai suplai material proyek konstruksi.

Sumber: (Fauziah et al., 2019)

Standar ketertelusuran yang tinggi dan akurasi yang baik akan meningkatkan efisiensi di proses internal. Besar area penggunaan gudang saat menyiapkan material lebih kecil atau paling tidak lebih cepat untuk dikosongkan kembali dengan ketepatan informasi yang diterima oleh karyawan gudang. Dari sisi waktu penyimpanan material di gudang bisa terukur dalam pengelolaan (Rizzi & Zamboni, 1999).

f. Integritas Data

Pada studi kasus di sebuah perusahaan Italia yang membahas tentang penerapan ERP yang ambigu dan sering tidak konsisten sebagai sarana untuk menjalankan manajemen kontrol (Beaubien, 2013).

Perusahaan berjuang dengan implementasi dan penggunaan Sistem ERP sebagai pencapaian integrasi melalui sistem ini dianggap sangat kompleks. Ini terjadi karena tiga alasan.

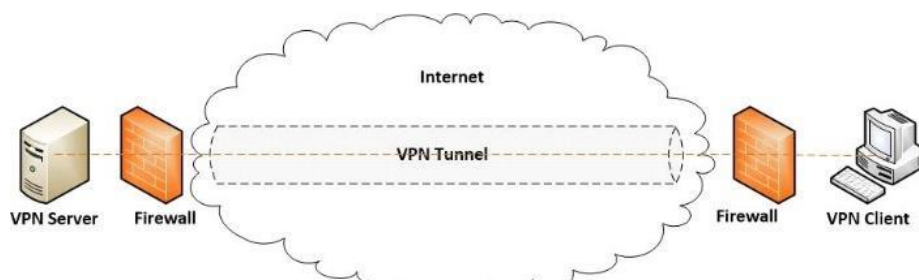
Pertama, teknologi ERP itu sendiri sangat rumit. Kompleksitas ini dapat dikaitkan dengan banyak interaksi antara bagian sistem yang saling bergantung dan kesalingtergantungannya dengan lingkungan yang lebih besar. Kedua, sistem ERP terdiri dari satu set modul yang menjangkau fungsi bisnis yang berbeda. Desain modul ini sering kali didasarkan pada praktik terbaik industri (sering kali merupakan interpretasi vendor tentang cara yang paling efektif untuk melakukan proses bisnis). Ini mengharuskan organisasi untuk beradaptasi dengan sistem dan rekayasa ulang proses bisnis mereka; sebagai kebalikan dari mengadaptasi sistem ERP ke organisasi. Ketiga, seiring waktu, sistem ERP mungkin menjadi entitas yang tidak tertandingi yang cara kerjanya mungkin kurang dipahami di organisasi. Terutama sistem ERP yang siap dikonfigurasi tidak aktif, yaitu sulit diubah, seperti banyak pekerjaan batin mereka tersembunyi dari pandangan (van Roekel & van der Steen, 2019).

g. Data Terpusat

dalam proses organisasi dan penyimpanan data, Sistem ERP dapat mengintegrasikan keduanya secara terpusat dalam satu *database*. *Database* ini berfungsi sebagai hub yang menyimpan, berbagi, dan mengedarkan data dari dan dalam berbagai departemen dan fungsi bisnis. Selain potensi dapat menghemat biaya, salah satu pendorong utama adopsi ERP adalah dalam menyelaraskan arus informasi dengan arus material barang dan jasa, dilakukan upaya mengintegrasikan teknis dan operasi fungsi bisnis. (Al-Ghofaili & Al-Mashari, 2014).

Di luar jaringan internal (misal di lapangan) dan perusahaan sangat besar diperlukan karena biaya penerapan yang rendah, strategi manajemen yang fleksibel, dan karakteristik keamanan yang tinggi. Karakteristik koneksi ini bersifat pribadi dan *secure*. Privasi semacam ini

bersifat virtual, yaitu untuk mewujudkan privatisasi semacam ini melalui cara virtual, bukan secara fisik. Meskipun VPN sebagai layanan keamanan data oleh jaringan publik banyak digunakan, tetapi karakteristik enkripsi adalah hal penting salah satu teknik yang digunakan adalah dengan membuat terowongan (tunneling) (Zhang, 2019) misal PPTP, L2TP atau beberapa protokol tunneling yang lain (Desire, 2020).



Gambar 8. VPN Tunnel

Sumber: (Oktivasari & Utomo, 2016)

Gambar. 8, menampilkan ilustrasi pelaku proyek yang berada pada posisi di luar jaringan internal dapat mengakses server VPN yang berada pada jaringan internal melewati internet dan aman.

3. Integrasi BIM + ERP

a. Konsep Integrasi BIM + ERP

BIM adalah teknologi desain yang menciptakan visualisasi 3D dari proyek konstruksi menggunakan sistem model komputer yang koheren. Hal ini memungkinkan kolaborasi waktu nyata di semua departemen daripada menggunakan kumpulan gambar yang terpisah. ERP adalah solusi manajemen bisnis yang mengelola keuangan, operasi dan proyek dan memungkinkan perusahaan untuk menjalankan bisnis mereka, mengotomatisasi proses utama dan menghemat biaya. Ketika digabungkan, ini menciptakan sistem manajemen proyek yang kuat yang merevolusi proyek konstruksi.

BIM menciptakan proyek bangunan tiga dimensi ukuran penuh di dalam komputer. ERP memungkinkan pengguna untuk menentukan biaya

akhir, kerangka waktu yang terlibat dan dari mana peralatan dan subkontraktor akan berasal. BIM bertanggung jawab untuk setiap sistem, saluran, kolom struktural, dan pipa. ERP menjadwalkan produksi dan memastikan kebutuhan proyek terpenuhi. Produk yang digabungkan memastikan proyek pembangunan selesai tepat waktu, dengan sedikit kesalahan dan perubahan. Kolaborasi antara semua departemen menjadi mulus dan berbagai macam alat tersedia segera.

b. Manfaat Integrasi BIM + ERP

Mengintegrasikan BIM dan ERP memungkinkan integrasi tindakan dan kontrol melalui komunikasi informasi yang efektif yang tersedia untuk semua orang dari lokasi pusat. Akses yang selalu aktif ke data yang diperbarui akan memungkinkan manajer untuk mendapatkan transparansi ke dalam keadaan proyek yang sebenarnya dan kemudian membantu membuat keputusan bisnis yang menguntungkan.

Tentu saja, integrasi ERP dan BIM lebih dari sekadar mengumpulkan data. Mari kita lihat manfaat penting lainnya dari mengintegrasikan ERP dan BIM dalam proyek konstruksi:

a. Manajemen Keuangan

Pekerjaan kontrak adalah norma dalam industri konstruksi. Tawaran tender dikeluarkan untuk proyek skala besar. Perkiraan bahan dan tenaga kerja yang akurat adalah kunci dalam kedua situasi tersebut. Kombinasi BIM + ERP dapat digunakan untuk mendapatkan estimasi yang akurat untuk setiap item dalam BOM dan untuk upaya yang terlibat dalam pelaksanaan proyek juga. Perhitungan ini lebih tepat dan akurat. Ini membantu mencapai perencanaan sumber daya proyek yang lebih menguntungkan dan dapat diprediksi.

b. Mengaktifkan Performa Lebih Baik

Keberhasilan suatu proyek konstruksi sangat ditentukan oleh factor komunikasi. Integrasi BIM dan ERP menyediakan sumber informasi

terpusat untuk setiap orang yang mengerjakan proyek. Ini dimasukkan ke dalam alur kerja yang ditentukan sehingga orang yang tepat mendapatkan info yang tepat saat dibutuhkan. Pembaruan dilakukan dan direkam secara *real-time*, sehingga menghilangkan kesalahan karena jeda waktu dalam komunikasi. Bagaimana jika skenario dapat dianalisis dengan cepat beserta implikasinya di hilir Ini membantu orang dan tim memberikan hasil yang lebih baik dan bertanggung jawab atas upaya mereka.

c. Menghindari konflik kontrak

Solusinya membantu dalam menghindari konflik kontrak dengan klien. Ini dilakukan dengan membuat perkiraan dasar dan kemudian melacak inventaris, kebutuhan bahan baku, tenaga kerja, keuangan, dan anggaran proyek terhadap perkiraan. Analisis yang cermat dari aspek konstruksi menyisakan beberapa ruang untuk kesalahpahaman dan membantu mendorong intervensi yang lebih tepat waktu jika penyimpangan menjadi tak terelakkan.

d. Menyederhanakan data di seluruh proyek

Menangani banyak proyek atau beberapa aspek dari satu proyek pada waktu tertentu pasti akan menciptakan kebingungan dalam komunikasi.

4. Estimasi Biaya

a. Pengertian Estimasi Biaya

Estimasi biaya adalah suatu proses penentuan atau determinasi tentang biaya-biaya yang terlibat untuk suatu konstruksi untuk setiap proyek yang ada. Menurut *National Estimating Society-USA*, estimasi adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Estimasi biaya juga dapat didefinisikan sebagai evaluasi biaya dari seluruh elemen proyek yang perhitungannya berdasarkan lingkup pekerjaan yang telah disetujui

(Phaobunjong, 2002).

Estimasi yang dilakukan pada berbagai tahapan proyek memiliki tingkat keakurasian yang bervariasi. Berbagai tipe dan cara dalam mengestimasi biaya akan tergantung pada data atau informasi yang tersedia dalam mengestimasi biaya akan tergantung pada data atau informasi yang tersedia, batas waktu, dan tujuan dari estimasi tersebut.

b. Jenis-jenis Estimasi Biaya

Jenis-jenis estimasi biaya tergantung tingkat akurasinya, disesuaikan dengan tahapan proyek. Keakurasian estimasi semakin meningkat seiring dengan berjalannya tahapan proyek yang bertambahnya detail informasi yang tersedia (Sodikov 2002).

Sedangkan Menurut AACE 18R-97 (2005), terdapat lima kelas tingkatan akurasi berdasarkan fase siklus hidup proyek konstruksi seperti yang tercantum pada Tabel 1

Tabel 1: Matriks klasifikasi Estimasi biaya,
AACE 18R-97 (2005)

Estimate Class	Project Definition (% of complete definition)	End Usage (typical purpose of estimate)	Methodology (typical estimating method)	Accuracy Range (% of variation in low and high ranges) [a]	Preparation Effort (index relative to project cost) [b]
Class 5	0 -2	Concept screening	Capacity factored, parametric models, judgment or analogy	L: -20 to -50 H: 30 to 100	1
Class 4	1-15	Study or feasibility	Equipment factor and parametric model	L:-15 to -30 H: 20 to 50	2 to 4

Estimate Class	Project Definition (% of complete definition)	End Usage (typical purpose of estimate)	Methodology (typical estimating method)	Accuracy Range (% of variation in low and high ranges) [a]	Preparation Effort (index relative to project cost) [b]
Class 3	10-40	Budget authorization or cost control	Semi-detailed unit cost with assembly level line items	L:-10 to -20 H: 10 to 30	3 to 10
Class 2	30-70	Control of bid or tender	Detailed unit cost with forced detailed take off	L:-5 to -15 H: 5 to 20	4 to 20
Class 1	50-100	Check estimate, bid or tender	Detailed unit cost with detailed take off	L:-3 to -10 H: 3 to 15	5 to 100

Seperti yang terlihat pada Tabel 1, ada lima kelas tingkatan estimasi mulai dari kelas 1 hingga kelas 5, dengan kelas 5 merupakan estimasi biaya yang paling tidak akurat karena tingkat informasi yang tersedia terbatas dan tidak membutuhkan banyak upaya untuk mempersiapkannya, sedangkan estimasi biaya kelas 1 merupakan estimasi biaya paling akurat karena pada tahapan ini informasi yang tersedia sudah cukup lengkap sehingga membutuhkan upaya paling besar, sedangkan. Metodologi yang digunakan untuk estimasi biaya kelas 5 adalah metode *judgmental* atau *stochastic* sedangkan metode *deterministic* digunakan untuk estimasi biaya kelas 1.

d. Akurasi Estimasi Biaya

Akurasi estimasi biaya tahap lelang dapat diartikan perkiraan biaya yang presisi, yaitu tepat mutu, waktu dan biaya. Setiap proyek konstruksi bersifat unik, oleh karena itu estimasi biaya konstruksi harus dilakukan secara individual untuk setiap proyek. Estimasi yang tidak

akurat dapat merugikan proyek konstruksi, jadi penting untuk membuat estimasi seakurat mungkin.

masalah yang dapat muncul ketika memperkirakan biaya proyek terlalu tinggi dan terlalu rendah diantaranya :

1. Estimasi Biaya terlalu tinggi

Estimasi biaya yang terlalu tinggi pada tahap lelang bisa berakibat kemungkinan kalah tender, karena penawaran kita tidak kompetitif sehingga tidak mampu bersaing dengan peserta tender.

2. Estimasi biaya terlalu rendah

Estimasi biaya yang terlalu rendah bisa berakibat timbulnya masalah pada tahap pelaksanaan apabila kita memenangkan tender tersebut . terjadinya pembengkakan biaya pelaksanaan proyek akibat terlalu rendahnya estimasi biaya pada saat lelang. Sehingga ketika proyek berakhir dengan biaya lebih dari yang diperkirakan semula, kemungkinan besar akan menghasilkan lebih sedikit keuntungan, atau dalam beberapa kasus bahkan mungkin terjadinya kerugian atas sebuah proyek.

Untuk itu diperlukan suatu langkah antisipasi dalam menghitung estimasi biaya pada tahap lelang. Adapaun upaya estimasi proyek konstruksi agar lebih akurat diantaranya :

1. Menghitung detail

Salah satu cara utama untuk dapat meningkatkan keakuratan estimasi biaya adalah dengan menghitung sedetail mungkin. Ini membutuhkan waktu untuk menghitung semua bahan dan biaya tenaga kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan, termasuk berapa jam waktu yang dibutuhkan. Dengan mempertimbangkan detail terkecil sekalipun.

2. Mendefinisikan risiko proyek

Saat memulai proses estimasi, penting untuk mempertimbangkan apa pun yang bisa salah selama konstruksi. Ini bisa dilakukan dengan melihat kembali proyek-proyek lama dan melihat risiko

apa yang mereka hadapi. Dengan memperhitungkan risiko proyek saat memperkirakannya memungkinkan untuk meningkatkan akurasi perkiraan secara keseluruhan.

3. Memahami fluktuasi harga produk dan material

Bagian integral dari estimasi konstruksi adalah menghitung biaya material. Untuk meningkatkan akurasi estimasi, memahami fluktuasi harga akan sangat membantu. Ini dapat dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti permintaan, tantangan pengiriman, batasan musiman, dan apakah memerlukan bahan khusus.

4. Mencari Subkontraktor yang berkualitas

membandingkan lebih dari satu subkontraktor untuk setiap lingkup pekerjaan tertentu dalam suatu proyek. Akan bermanfaat untuk menggunakan subkontraktor yang dapat memberi perkiraan yang pasti berdasarkan ruang lingkup proyek. Dengan melakukan ini, perkiraan sendiri akan lebih akurat berdasarkan biaya tenaga kerja.

5. Menggunakan Perangkat lunak estimasi biaya

Tidak ada perkiraan yang 100% akurat, namun menggunakan perangkat lunak dalam melakukan estimasi biaya pasti dapat membantu meningkatkan akurasi.

5. Lelang Konstruksi

Pelelangan proyek konstruksi adalah rangkaian kegiatan untuk memilih penyedia barang/jasa dengan membuat aturan berdasarkan syarat dan metode tertentu sehingga tercipta persaingan sehat diantara penyedia barang dan jasa. Ervianto (2004)

6. Model Workflow (alur kerja)

Workflow atau Alur kerja adalah serangkaian kegiatan yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas. Setiap langkah dalam alur kerja memiliki langkah spesifik sebelum dan langkah spesifik setelahnya, kecuali

langkah pertama dan terakhir.

Alat seperti diagram alir dan peta proses digunakan untuk memvisualisasikan langkah-langkah yang terlibat dalam suatu proses dan urutannya. Diagram alir menggunakan simbol dan panah geometris sederhana untuk menentukan hubungan jika-maka. Peta proses terlihat serupa, tetapi mungkin juga menyertakan informasi dukungan. Informasi tersebut mendokumentasikan sumber daya yang dibutuhkan setiap langkah dalam proses bisnis.

Alur kerja dapat diotomatisasi dengan alat perangkat lunak yang menggunakan aturan bisnis untuk memutuskan kapan satu langkah berhasil diselesaikan dan langkah selanjutnya dapat dimulai. Beberapa aplikasi manajemen alur kerja juga dapat mengoordinasikan hubungan yang bergantung di antara langkah-langkah individual, sebuah konsep yang dikenal sebagai orkestrasi alur kerja. Perangkat lunak manajemen alur kerja juga menyediakan template alur kerja untuk dokumentasi dan pemodelan proses bisnis, dua aspek penting dari manajemen proses bisnis (BPM).

a. Jenis-Jenis Workflow

1. Process workflow

Process workflow merupakan pendekatan yang terdiri dari urutan tugas atau langkah yang dapat diprediksi dan berulang.

2. Case workflow

Jenis alur kerja yang berikutnya ialah *case workflow*. Dengan proses ini, urutan langkah yang tepat yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tidak diketahui di awal dan dapat berbeda-beda kasus per kasus..

3. Project workflow

Dalam sebuah proyek pekerjaan alur langkah berlangsung dalam jalur terstruktur yang serupa dengan alur *case workflow*, tetapi ada beberapa fleksibilitas dalam kapan, bagaimana, dan bahkan jika semua langkah tersebut harus terjadi..

b. Manfaat Sistem Workflow

1. Distribusi yang bisa dengan mudah dilakukan

Alur kerja yang sistematis dan tertata rapi akan memudahkan sistem pendistribusian. Dengan demikian, seluruh proses dapat berjalan dengan lancar tanpa adanya hambatan yang berarti. Siklus dari *workflow* tersebut pun akan berjalan secara otomatis jika sudah terbiasa. Jika distribusi tugas lancar maka seluruh otorisasi pekerjaan dapat dilakukan dengan cara yang lebih cepat dan praktis.

2. Penanganan dokumen bisa langsung diketahui

Sistem alur kerja juga mengatur setiap alur dalam distribusi dokumen di perusahaan. Jika dilakukan dengan cara yang tepat, penanganan sebuah dokumen dapat dilakukan dengan cara yang lebih efektif dan dapat dengan mudah diselesaikan.

3. Persetujuan bisa dilakukan di mana pun dan kapan pun

Persetujuan atau *agreement* dapat dilakukan dari mana saja dan kapan saja dengan sistem *workflow* yang sudah dikelola dengan baik. Aplikasi *workflow* dapat memudahkan kinerja kerja anda

meskipun sedang tidak berada di kantor atau perusahaan. Hal ini bisa dilakukan selama perangkat anda terhubung dengan internet.

B. Tinjauan Hasil Penelitian

Setelah melakukan telaah beberapa jurnal dan hasil penelitian maka peneliti merangkum dalam matrix tabel perbandingan penelitian yang berkaitan dengan judul penelitian, dapat dilihat pada tabel 2. di bawah ini :

Tabel 2. Matrix Perbandingan Penelitian

No	Tahun	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Metode yang digunakan	Gap of Research
1	2020	Kajian Penerapan Building Information Modelling (BIM) di Industri Jasa Konstruksi Indonesia	Sani Heryanto, dkk	menggunakan metode gabungan (mixed method) yaitu metode kualitatif melakukan pertanyaan dan diskusi langsung dengan para stakeholders dalam industri konstruksi, sedangkan metode kuantitatif digunakan untuk mendeskripsikan distribusi variabel-variabel penting terkait implementasi BIM	Pada penelitian ini membahas secara dalam tentang pengalaman dan proses implementasi BIM dari berbagai negara maju,, terutama pengalaman dan proses implemntasi BIM oleh BCA Singapura. Penelitian ini juga untuk meneliti progress adopsi BIM yang sedang dilakukan oleh perusahaan-perusahaan jasa konstruksi di Indonesia

2	2020	Kajian Faktor – Faktor Manajemen Pembiayaan Proyek Dalam Implementasi BIM Pada Proyek Bangunan Gedung	1. Manlian Ronald, A. Simanjuntak 2. Ari Tiandaru Baskoro	Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif	Penelitian ini mengkaji faktor – faktor manajemen pembiayaan proyek dalam implementasi BIM pada proyek bangunan Gedung
3	2020	Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Pembangunan Gedung X Sembilan Lantai	Sakti Muhammad Fahrurrozi	Menggunakan Metode penelitian dengan cara membandingkan perhitungan metode konvensional menggunakan software Microsoft Excel dengan metode BIM berdasarkan QTO (<i>Quantity Takeoff</i>) dari output <i>software Tekla Structures Student Version</i>	Menelitian ini merupakan implementasi penggunaan metode BIM sampai dengan pemodelan tiga dimensi (3D) pada proyek pekerjaan gedung X sembilan lantai dengan menggunakan <i>software Tekla Structures Student Lisence</i> .
4	2020	Penerapan Enterprise Resource Planning (ERP): Studi Literasi Pada Manajemen Proyek	1. Mhd Indra Iskandar 2. Iwan Krisnadi..	Penelitian ini menggunakan metode Penelitian studi literatur dengan mengambil studi kasus dibidang manajemen proyek	Pada penelitian berfokus penerapan Enterprise Resource Planning (ERP) dalam suatu peroyek dimana Manager Proyek (PM) mendapatkan kemudahan dalam merencanakan struktur organisasi,

					penanganan, dan penelusuran material kebutuhan proyek
5	2013	Implementasi Penerapan Sistem ERP Dalam Membuat Project Feasibility, Project Status Dan Project Monitoring Pada Perusahaan Di Bidang Kontraktor	1. Hendra Alianto, 2. Santo Fernandi Wijaya	Metode pendekatan studi kasus, analisis, dan evaluasi serta studi literatur terhadap dokumen-dokumen organisasi yang berkenaan dengan strategi organisasi, rencana manajerial dan operasional, serta penggunaan teknologi dan sistem informasi yang ada pada organisasi	Penelitian ini mendeskripsikan bagaimana starategi project system ERP dalam Pembuatan project feasibility, project status dan project monitoring.
6	2021	Development of an integrated BIM-ERP-IoT module for construction projects in Ahmedabad <i>(Pengembangan modul BIM-ERP-IoT terintegrasi untuk proyek konstruksi di Ahmedabad)</i>	Sarkar, dkk	Metodologi yang diadopsi untuk penelitian ini adalah penelitian data primer berbasis kuesioner dimana data yang berkaitan dengan pengembangan modul BIM-ERP-IoT telah dikumpulkan dari lokasi konstruksi yang berlokasi di Ahmedabad, India. .	Pada penelitian ini mengidentifikasi indikator kinerja utama (KPI) yang mengatur penggunaan pemodelan informasi bangunan (BIM) dan perencanaan sumber daya perusahaan (ERP) untuk memantau dan mengelola secara digital

				<p>Kuesioner dikembangkan untuk mengevaluasi pentingnya KPI yang teridentifikasi melalui tanggapan yang diperoleh dari responden survei kuesioner. Analisis faktor kemudian diterapkan pada KPI yang teridentifikasi untuk mengekstraksi KPI yang signifikan.</p>	<p>proyek konstruksi di Ahmedabad</p>
7	2017	<p>An Integrated Methodology for Construction BIM & ERP by Using UML Tool <i>(Metodologi Terintegrasi untuk Konstruksi BIM & ERP dengan Menggunakan Alat UML)</i></p>	<p>1. Yen-Ray CHEN 2. H. Ping TSERNG</p>	<p>Metodologi baru adalah disajikan untuk mengembangkan terjemahan untuk BIM dan ERP dengan menggunakan alat UML</p>	<p>Menggunakan alat UMI mengembangkan terjemahan untuk BIM dan ERP</p>
8	2018	<p>Sustainability via ERP and BIM Integration <i>(Keberlanjutan melalui Integrasi ERP dan BIM)</i></p>	<p>1. F. Hewavitharana 2. A. Perera</p>	<p>Metodologi penelitian yang digunakan deskriptif</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana ERP dan BIM menangani keberlanjutan pada tingkat saat ini</p>

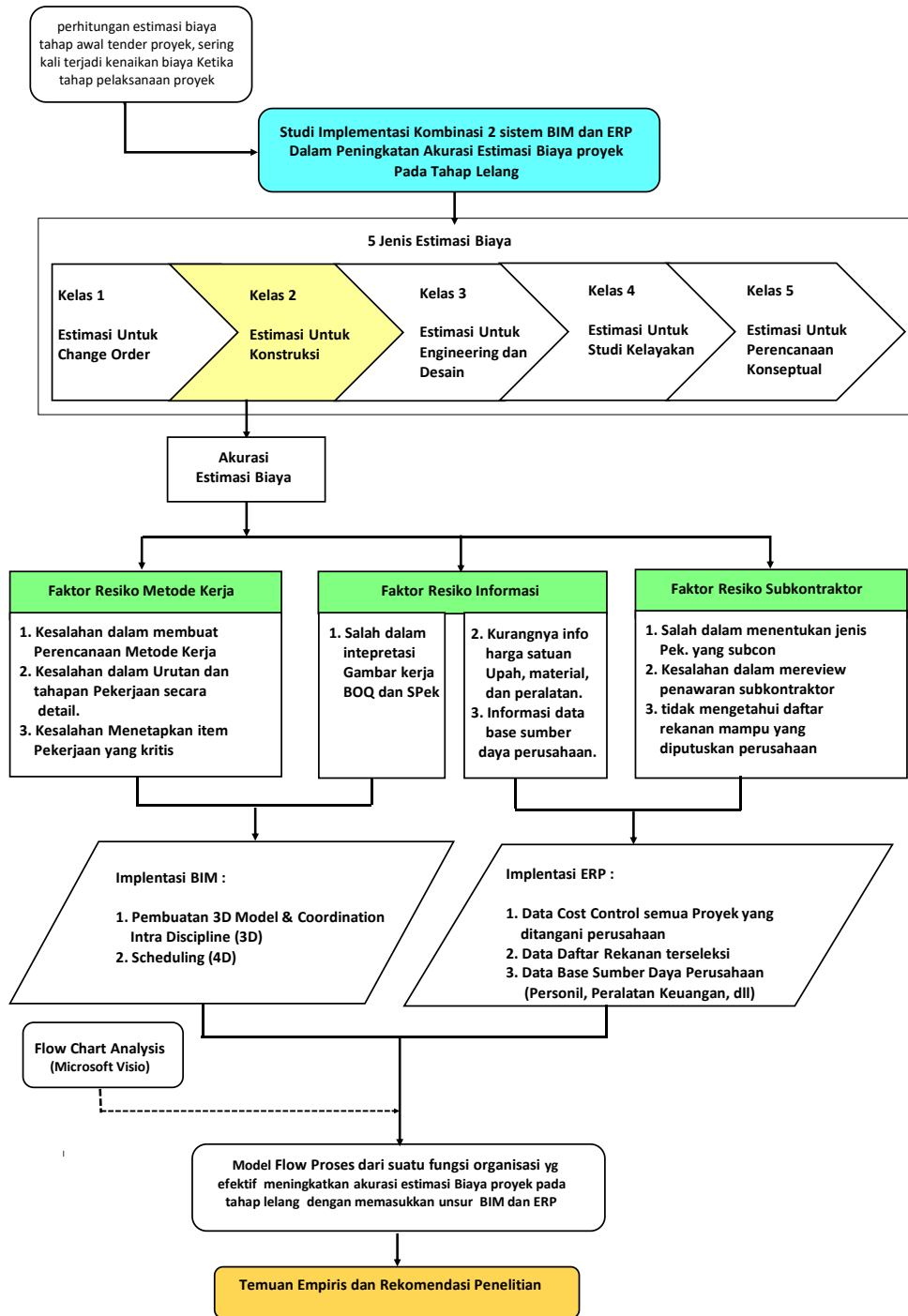
9	2015	Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Underestimate Dan Overestimate Cost Pada Tingkat Akurasi Biaya	1. Zainuddin 2. Fakhrizal	metode statistika yang mencakup perhitungan analisis deskriptif dan analisis regresi linear berganda. Dari semua analisis tersebut akan diselesaikan dengan menggunakan <i>software</i> SPSS version 2	Pada penelitian tersebut diarahkan untuk menganalisis dan menilai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya <i>underestimate</i> dan <i>overestimate cost</i> pada tingkat akurasi biaya studi kasus pelelangan proyek konstruksi gedung di Kota Banda Aceh
10	2017	Pemodelan Peningkatan Akurasi Estimasi Biaya Dengan Metode Structural Equation Modeling Partial Least Square Pada Proyek Jalan Provinsi Kalimantan Tengah	Yanda Christian, Dkk	Menggunakan <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) dalam metode pelaksanaannya.	menggunakan model <i>Structural Equation Modeling Partial Least Square (SEM-PLS)</i> dalam Analisis datanya.

Keunggulan topik penelitian kami adalah :

- a. Mendapatkan model *flow* proses dari suatu fungsi organisasi dengan melibatkan unsur BIM dan ERP di dalamnya.
- b. Model ini berusaha mengawinkan 2 sistim teknologi yaitu BIM dan ERP

- c. Model *flow* proses sangat bermanfaat dalam memperbaiki akurasi estimasi biaya proyek pada tahap lelang
- d. Model *flow* proses ini nantinya dapat di aplikasikan langsung di perusahaan kontraktor PT. Nindya Karya, pada unit kerja departemen estimating.

C. Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar 9. Kerangka Konseptual Penelitian