

BAB 2

Kajian Teori

2.1 Pengertian BIM

BIM adalah proses yang melibatkan generasi dan manajemen dari sebuah representasi karakteristik fisik dan fungsional suatu fasilitas digital, Prosesnya harus diintegrasikan ke dalam sistem manajemen proyek perusahaan untuk manajer proyek agar dapat memahami implikasi BIM dan secara efektif membuat rencana proyek yang mengalokasikan sumber daya dan jangka waktu yang tepat, dan mengkomunikasikan tugas dan tanggung jawab yang sesuai (The American Institute of Architects, 2014). Dalam pedoman rencana kerja BIM mendefinisikan Building Information Modeling (BIM) adalah proses yang berfokus pada pengembangan, penggunaan dan pemindahan model informasi digital dari sebuah proyek bangunan untuk meningkatkan disain, konstruksi dan operasi proyek atau fasilitas (The Pennsylvania State University, 2010). BIM merupakan representasi karakteristik fisik dan fungsional suatu fasilitas secara digital. Berdasarkan pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa BIM merupakan sebuah proses yang dapat merepresentasikan informasi fisik dan karakteristik suatu proyek bangunan (National Institute of Building Sciences, 2015).

2.2 Tujuan Penerapan BIM

Tujuan dari penerapan proses BIM dalam dunia AEC (Architectural, Engeneering, and Construction) dapat dilihat dari tingkat kematangan penggunaan proses BIM. Tujuan dari penerpan BIM ini pada akhirnya adalah untuk membentuk sebuah proses *life cycle information* yang mana karakteristik fisik dan fungsi dalam sebuah perancangan dapat bermanfaat dan diteruskan hingga pada *facility management* bahkan dapat bermanfaat untuk keputusan perancangan yang selanjutnya baik itu untuk renovasi maupun penghancuran.

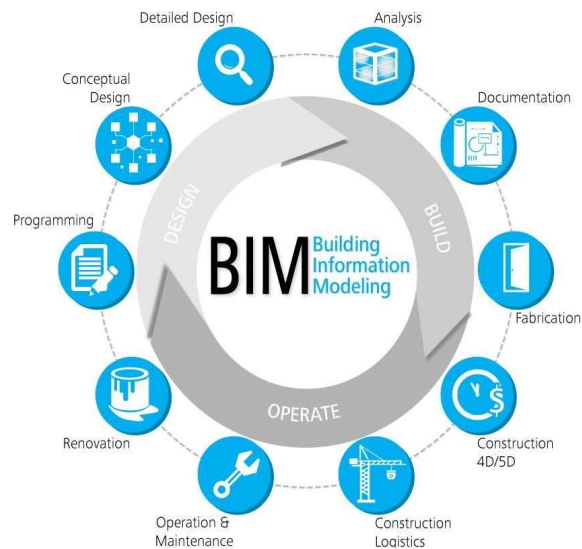


Diagram 3 Life Cycle Information View

2.3 Dampak BIM pada Manajemen Proyek Perancangan

Menurut (Royal Institution of Chartered Surveyors, 2017) Karena implementasi BIM dalam sebuah proyek menjadi lebih luas, basis pengetahuan standar manajemen proyek perlu diperbarui lebih jauh. Pada tabel dibawah ini merupakan implikasi BIM terhadap manajemen proyek.

PMBOK KnowledgeAreas	Influence of BIM
Project Integration Management	Development of the project charter and project management plan in sync with the BIM Execution Plan; develop integrated change control with BIM
Project Scope Management	Integrate BIM Execution Plan with Scope Definition; develop a Scope Control mechanism
Project Time Management	Incorporate standard processes and practices of 4D simulation, phasing, and prototyping; interface of project schedule and the BIM implementation plan
Project Cost Management	Incorporate standard processes and practices of quantity take-off, estimating; link cost assemblies with model objects to generate estimates
Project Quality Management	Interface of model quality management plan with the overall project quality plan
Project Human Resource Management	Coordination and communication protocols, training, and competency mapping about BIM
Project Communications Management	Collaboration, coordination and communication protocols
Project Risk Management	Accuracy and certainty in time, cost, and other project parameters
Project Procurement Management	Supply chain integration, Quantity take-off, estimating
Project Stakeholder Management	Visualisation, Collaboration, Information Sharing

Tabel 1 Implikasi BIM terhadap Manajemen Proyek

Sedangkan menurut (The American Institute of Architects, 2014) terdapat dampak penerapan proses BIM terhadap perancangan yang mempengaruhi manajemen proyek perancangan, dampak tersebut adalah sebagai berikut:

2.3.1 Dampak Terhadap Team

Menurut (The American Institute of Architects, 2014) Perancangan berbasis BIM tidak berarti semua anggota tim berada pada tingkat kematangan BIM yang sama. Sebuah perancangan dapat terdiri dari beberapa orang yang menerapkan BIM atau tidak namun didalam perancangan yang menerapkan proses BIM terdapat peran baru yaitu *BIM Manager*, *The Model Manager (BIM Cordinator)*, *The Modeler (BIM Modeler)*.

BIM Manager setara dengan Project Manager yang mana bertanggung jawab mengawasi aspek BIM dari proyek secara keseluruhan, termasuk tim konsultan. *BIM Manager* mengatur kolaborasi BIM melalui manajer model. *BIM Manager* adalah anggota tim proyek yang harus mengerti konstruksi bangunan karena *BIM Manager* berperan sebagai pengawas pembangunan model.

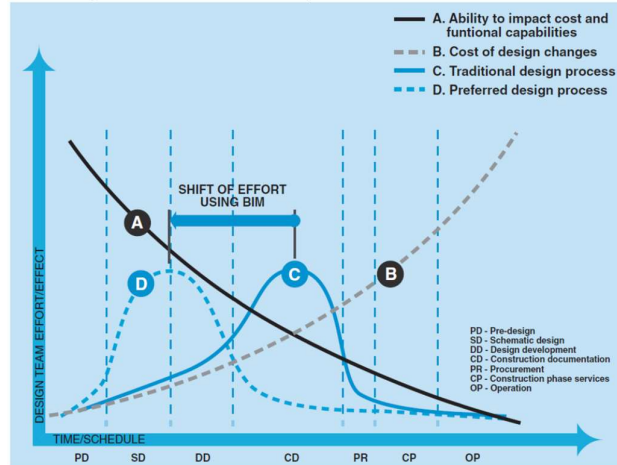
The Model Manager (BIM Cordinator) setara dengan Project Architect oleh karena itu harus memiliki keterampilan kepemimpinan dan pengetahuan konstruksi yang serupa. Tanggung jawab *The Model Manager (BIM Cordinator)* adalah mengawasi tim pemodelan dan tiap *modeler*. *The Model Manager (BIM Cordinator)* juga mengawasi bahwa standar dan proses proyek diikuti untuk mencapai tujuan proyek yang telah ditetapkan, memelihara "kebersihan" model, memverifikasi organisasi model, informasi dan komponen.

The Modeler (BIM Modeler) merupakan para eksekutor model, peran ini harus memiliki kemampuan pengoperasian BIM Authoring Software yang baik dan logika pemodelan yang tepat sehingga model yang dikembangkan lebih bersih.

2.3.2 Dampak Terhadap Perancangan dan Penyusunan Dokumen

Perancangan menggunakan proses BIM memberikan alternatif alat perancangan selain 2D digital maupun *hand drawing*. Perancangan menggunakan proses BIM dapat mendeskripsikan informasi secara 3 dimensional seperti volume, proporsi, visual hingga penerapan analisis energy. Selain itu prosentasi kerja pada skematik dan tahapan development lebih tinggi. Berikut gambar dibawah ini menjelaskan tentang komparasi antara penggunaan *Traditional Design Process* dan *BIM Design Process* Terhadap upaya tim perancangan.

New Design Process: The MacLeamy Curve



Tidak setiap kontributor proyek harus dilatih untuk menggunakan BIM Staf yang tidak dilatih menggunakan BIM namun terampil dengan alat-alat lain dapat terus berkontribusi terhadap proses perancangan dengan alat yang paling mereka kenal. Sedangkan untuk dokumentasi menggunakan proses BIM penting bagi *BIM Manager* untuk menerapkan standar pemodelan. Kerangka pemodelan 3D yang mencakup standar dokumentasi dasar untuk memulai pekerjaan sangat penting, karena dapat mendorong konsistensi diseluruh proyek. Hal ini juga dapat berkontribusi pada efisiensi proyek.

2.3.3 Dampak Terhadap Kontrak

Persyaratan BIM juga harus dimasukkan ke dalam perjanjian konsultan, subkontraktor dan vendor. Misalnya, tim mungkin meminta setiap subkontraktor untuk memodelkan lingkup kerja untuk koordinasi desain 3D, atau mereka mungkin ingin menerima model dan data dari vendor untuk dimasukkan ke dalam model koordinasi atau rekaman. Prakarsa pemodelan yang dibutuhkan oleh konsultan, subkontraktor, dan vendor harus didefinisikan secara jelas dalam kontrak termasuk ruang lingkup, jadwal pengiriman model, dan format file / data. Dengan memiliki persyaratan BIM dalam kontrak, memastikan bahwa semua anggota tim secara hukum harus menyelesaikan pelaksanaan sesuai rencana (The Pennsylvania State University, 2010).

2.3.4 Distribusi Biaya

Menurut (The American Institute of Architects, 2014) Struktur biaya perancangan tradisional tidak berlaku untuk proyek BIM. Dengan penerapan proses BIM, prosentasi kerja pada tahapan awal lebih tinggi, sehingga biaya pada pada tahapan dokumen konstruksi seharusnya dialihkan ke tahapan skematik dan pengembangan desain. Seperti pada gambar dibawah ini yang menjelaskan tentang distribusi biaya pada proyek BIM.

Sample Fee Distribution for BIM Projects

Design Phase	Traditional Design-Bid Build	BIM Project
Schematic Design	15%	22%
Design Development	20%	40%
Construction Documents (includes Bidding/Negotiation)	45%	25%
Construction Phase Services	20%	15%

2.4 BIM dalam Manajemen Perancangan

2.4.1 Kedudukan BIM dalam Manajemen Proyek Perancangan

Pada dasarnya prinsip manajemen yang digunakan BIM tidak merubah Prinsip manajemen menurut PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) namun dengan menerapkan manajemen perancangan berbasis BIM yang memanfaatkan perkembangan teknologi informasi, sehingga dapat meningkatkan tiap kriteria didalam prinsip manajemen menurut PMBOK.

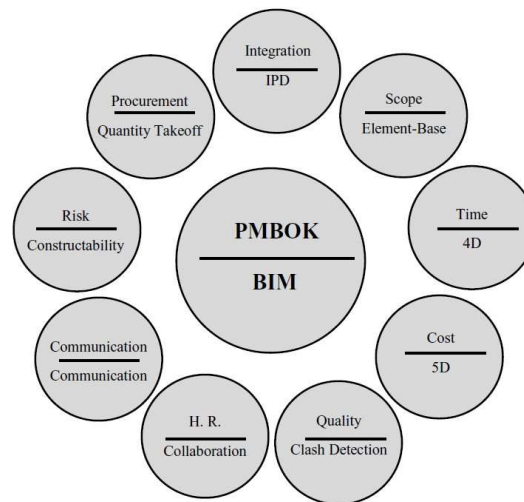


Diagram 4 BIM dalam Prinsip Manajemen Menurut PMBOK

Sebagai contoh diagram dibawah ini menjelaskan kedudukan manajemen perancangan Berbasis BIM oleh (Royal Institution of Chartered Surveyors, 2017). Dalam manajemen perancangan berbasis BIM secara khusus mengatur pemodelan yang akan berdampak pada project management.

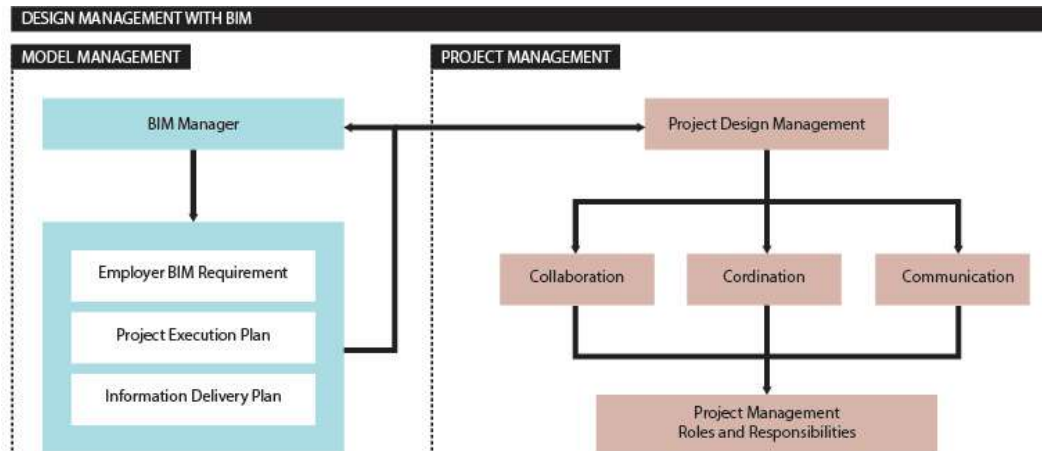


Diagram 5 Kedudukan Manajemen Perancangan Berbasis BIM

Sehingga berdasarkan diagram diatas studi kepustakaan didalam penelitian ini pun mengkaji tentang sistem manajemen perancangan secara umum.

2.4.2 Manajemen Perancangan Proyek

Dalam menyelesaikan sebuah proyek perancangan dapat diorganisasikan menjadi 5 tahapan yaitu project scope, budgeting, planning, scheduleing, dan tracking (controlling) (Oberlender, 2000).

2.4.2.1 Project Scope

project scope merupakan tahapan mengidentifikasi item dan aktivitas yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pemilik. Tujuan dari definisi *project scope* adalah untuk menyediakan informasi yang cukup pada proses identifikasi pekerjaan yang akan dilakukan, agar desain dapat berjalan tanpa perubahan yang signifikan dan dapat mempengaruhi anggaran dan jadwal proyek secara tidak langsung (Oberlender, 2000). Berikut dibawah ini merupakan contoh *project scope definition checklist* dalam sebuah proyek petrokimia.

-
1. General
 - 1.1 Size of plant capacity
 - 1.2 Process units to be included
 - 1.3 Type of plant feedstock
 - 1.4 Products to be made, initial and future
 - 1.5 Should plant be designed for minimum investment
 - 1.6 Horizontal vs. stacked arrangement of equipment
 - 1.7 Layout and provisions for future expansion
 - 1.8 Any special relationships (e.g., involvements of other companies)
 2. Site information
 - 2.1 Access to transportation: air, waterway, highway, railway
 - 2.2 Access to utilities: water, sewer, electrical, fire protection
 - 2.3 Climate conditions: moisture, temperature, wind
 - 2.4 Soil conditions: surface, subsurface, bearing capacity
 - 2.5 Terrain: special precautions for adjacent property
 - 2.6 Acquisition of land: purchase, lease, expansion potential
 - 2.7 Space available for construction
 3. Buildings
 - 3.1 Number, types, and size of each
 - 3.2 Occupancy: number of people, offices, laboratories
 - 3.3 Intended usage: offices, conferences, storage, equipment
 - 3.4 Special heating and cooling requirements
 - 3.5 Quality of finish work and furnishings
 - 3.6 Landscaping requirements
 - 3.7 Parking requirements
 4. Regulatory requirements
 - 4.1 Permits: construction, operation, environmental, municipal
 - 4.2 Regulations and codes: local, state, federal
 - 4.3 Safety: detection systems, fires, emergency power
 - 4.4 Environmental: air, liquids, solids, wetlands
 - 4.5 Preservations restrictions
-

Gambar 4 Abbreviated Check List for Project Scope Definition of a Petrochemical Project

2.4.2.2 Project Budgeting

Project Budgeting merupakan tahapan pengelolaan pendapatan untuk memastikan dan mengantisipasi kelayakan tiap unit kerja akan dukungan finansial agar tahapan kerja yang dilakukan dapat berjalan dengan baik. Project budgeting pada proyek perancangan dimulai dari menghitung pendapatan kotor dari total konstruksi. Menurut (The American Institute of Architects, 2014) ada 3 pendekatan yang sering diterapkan dalam proses project budgeting.

- Top-down Budgeting
- Bottom-up Budgeting
- Top-down Budgeting dan Bottom-up Budgeting

Menurut (Wintner, n.d.) **Top-down Budgeting** merupakan proses yang paling sesuai untuk proyek publik atau pemerintahan dimana biaya ditentukan oleh klien distribusi biaya pada unit kerja mengacu pada biaya yang telah ditentukan sehingga perlu diperhatikan apakah lingkup layanan sesuai dengan distribusi biaya yang diberikan. Sedangkan **Bottom-up Budgeting** merupakan kebalikan dari proses Top-Down. Pendekatan ini paling umum diterapkan pada proyek

swasta yang memungkinkan konsultan untuk menentukan biaya pada cakupan layanan sehingga total biaya merupakan hasil dari jumlah perhitungan cakupan layanan.

Menurut (The American Institute of Architects, 2014) pengembangan awal budgeting dengan pendekatan Top-down Budgeting merupakan pendekatan yang terbaik dilakukan dalam sebuah proyek perancangan.



Diagram 6 Tahapan Top-Down Budgeting dalam Manajemen Perancangan

Berikut merupakan contoh pendekatan Top-down Budgeting pada sebuah proyek dengan nilai *fee* 7% dari estimasi biaya konstruksi adalah \$100,000.00.

Line	Description	\$ Amount	Percentage (%)	Formulas
A	Gross Fee	\$100,000.00	100	
B	Consultant Fees	\$40,000.00	40	A x 40%
C	Net Service Revenue (NSR)	\$60,000.00	60	A – B
D	Non-Reimbursable Expenses	\$3,000.00	5	C x 5%
E	NSR—Non-Reimbursable Expenses	\$57,000.00	95	C – D
F	Contingency	\$3,000.00	5	C x 5%
G	Project Labor Budget	\$54,000.00	90	E – F

Tabel 2 Initial Project Budget: Fee Distribution

Dapat dilihat pada tabel diatas distribusi biaya berdasarkan pada gross fee yaitu 7% dari total biaya konstruksi. Yang menjadi unsur dalam anggaran proyek menurut (The American Institute of Architects, 2014) adalah:

- Gross fee
- Consultant fees
- Net service revenue

- Project contingency
- Non-reimbursable direct expense budget
- Project labor budget by phase of service
- Current percent complete by phase of service
- Budgeted resource forecast by phase of service

Tahapan selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan detail distribusi biaya pada konsultan seperti pada tabel dibawah yang merupakan contoh detail distribusi biaya pada konsultan dalam sebuah proyek perancangan dari total consultan fee sebanyak 40% dari gross fee.

Consultant Name	Discipline	Fees
ABC Structural	Structural Engineering	\$15,000.00
ABC Mechanical	MEP Engineering	\$15,000.00
ABC Civil	Civil Engineering	\$10,000.00
Total		\$40,000.00

Tabel 3 Consultant Fee Distribution

Selain melakukan perincian distribusi biaya pada konsultan, tahap selanjutnya juga melakukan distribusi biaya pada tahapan pekerjaan yang merupakan rincian dari *Project Labor Budget*.

Phase No.	Phase Name	\$ Labor Budget	% Labor Budget	% Complete	Earned Revenue
1	Project Planning	\$1,080.00	2	100.00	\$1,080.00
2	Preliminary Design	\$1,620.00	3	100.00	\$1,620.00
3	Schematic Design	\$3,780.00	7	10.00	\$378.00
4	Design Development	\$12,420.00	23	0.00	\$0.00
5	Construction Documents	\$19,980.00	37	0.00	\$0.00
6	Bidding/Negotiations	\$1,080.00	2	0.00	\$0.00
7	Contract Administration	\$13,500.00	25	0.00	\$0.00
8	Post-Construction	\$540.00	1	0.00	\$0.00
	Total	\$54,000.00	100	5.70	\$3,078.00

Tabel 4 Initial Project Budget: Fee Distribution by Phase & Percent Complete

Setelah itu dari rincian tahapan pekerjaan dapat ditentukan lingkup pekerjaan yang dicatat dalam satuan jam per tahap hal ini akan menjadi dasar dari

perencanaan sumberdaya manusia yang akan berkontribusi dalam sebuah proyek.

Phase No.	Phase Name	\$ Labor Budget	Average Hourly Rate	Hours/Phase
1	Project Planning	\$1,080.00	\$175.00	6
2	Preliminary Design	\$1,620.00	\$150.00	11
3	Schematic Design	\$3,780.00	\$150.00	25
4	Design Development	\$12,420.00	\$130.00	96
5	Construction Documents	\$19,980.00	\$130.00	154
6	Bidding/Negotiations	\$1,080.00	\$140.00	8
7	Contract Administration	\$13,500.00	\$130.00	104
8	Post-Construction	\$540.00	\$150.00	4
	Total	\$54,000.00	\$132.82	407

Tabel 5 Initial Project Budgeting: Staff Resource Planning

Untuk memastikan bahwa proses project budgeting telah dilakukan dengan benar dapat menggunakan prinsip tata kelola keuangan yang mana pengeluaran merupakan modal sehingga jumlah perhitungan pengeluaran seharusnya sama besar dengan modal yang sudah dianggarkan dari *Project Labor Budget*.

Phase No.	Phase Name	Fee Earned		Fee Billed	
		\$ Labor Budget	% Labor Budget	\$ Dollar Amounts	% Percent by Phase
1	Project Planning	\$1,080.00	2	\$0.00	0
2	Preliminary Design	\$1,620.00	3	\$0.00	0
3	Schematic Design	\$3,780.00	7	\$9,000.00	15
4	Design Development	\$12,420.00	23	\$12,000.00	20
5	Construction Documents	\$19,980.00	37	\$21,000.00	35
6	Bidding/Negotiations	\$1,080.00	2	\$3,000.00	5
7	Contract Administration	\$13,500.00	25	\$15,000.00	25
8	Post-Construction	\$540.00	1	\$0.00	0
	Total	\$54,000.00	100	\$60,000.00	100
	Non-Reimbursable Direct Expenses	\$3,000.00	Earned as incurred		
	Contingency	\$3,000.00	Earned when utilized		
	Total	\$60,000.00	Earned = Billed at project closeout		

Tabel 6 Earned Revenue vs. Billed Fee

Selain pendekatan Top-down budgeting menurut *The American Institute of Architecture*, berikut merupakan pendekatan bottom-up budgeting menurut (Oberlender, 2000) yang mana dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

PROJECT BUDGET FORM										
Project Name _____										
DATE: ___/___/___										
Dept. Number	Department	HOURS							TOTAL	DOLLARS
		ADMIN	MTGS	SHED	SPECS	CALCS	DWGS			
0100	Project Management								12,000	\$840,000
		3,000	2,400	900					6,300	
		1,500	1,200	3,000					5,700	
0200	Architecture		350	100	350	250	800		1,850	\$111,000
0300	Mechanical		350		480	360	1,760		2,950	\$177,000
0400	Electrical		350		2,100	3,200	7,450		13,100	\$786,000
0500	Structural								26,360	\$1,581,600
	Project Engineer	2,500	750						3,250	
	CADDS Coord.		160				2,800		2,960	
	Department		550		1,300	6,700	11,600		20,150	
0600	Environmental	400							400	\$28,000
0700	Civil								7,140	\$428,400
	Turb./Gen. Spec				340				340	
	Department		190	100	1,310	2,000	3,200		6,800	
0800	CADDS		100	100			1,000		1,200	\$60,000
0900	Clerical	7,000	400		600				8,000	\$200,000
1000	Document Control	1,000			200		800		2,000	\$50,000
1100	Reproduction				200		800		1,000	\$26,000
1200	Project Control	1,000	200	500					1,700	\$102,000
1300	Management	400							400	\$36,000
1400	Subcontractor A	100	100		86	114	200		600	\$60,000
1500	Subcontractor B	50	100		50		200		400	\$40,000
1600	Record Drawings					1,000	2,000		3,000	\$150,000
1700	Support Buildings		100		400	500	1,500		2,500	\$150,000
WORK-HOUR SUBTOTAL		16,950	7,300	4,700	7,416	14,124	34,110		84,600	\$4,828,000
Task #	Description									
1800	Contingency									\$500,000
1900	General Expenses									\$24,000
2000	Travel									\$100,000
2100	Office Budget									\$50,000
EXPENSES SUBTOTAL										\$674,000
TOTAL										\$5,500,000

Gambar 5 Ilustrasi Budgeting Proyek Perancangan

Setelah menentukan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu project tahapan selanjutnya ialah membuat rincian distribusi waktu dari konsultan, gambar, dan spesifikasi.

	50% Drawings	20% Drawing Review	20% Drawing Submittals	10% Final Record	Total
Architecture	400	160	160	80	800
Mechanical	880	352	352	176	1,760
Electrical	3,725	1,490	1,490	745	7,450
Structural	5,800	2,320	2,320	1,160	11,600
Civil	1,600	640	640	320	3,200
	12,405	4,962	4,962	2,481	24,810

CALCULATIONS

	70% Drawings	20% Drawing Review	10% Drawing Submittals	Total
Architecture	175	50	25	250
Mechanical	252	72	36	360
Electrical	2,240	640	320	3,200
Structural	4,690	1,340	670	6,700
Civil	1,400	400	200	2,000
	8,757	2,502	1,251	12,510

DRAWINGS

	25% Drawings	25% Drawing Review	25% Drawing Submittals	25% Final Record	Total
Reproduction	200	200	200	200	800
Doc. Control	200	200	200	200	800
	400	400	400	400	1,600

SPECIFICATIONS

	80% Specs	20% Review	Total
Architecture	280	70	350
Mechanical	384	96	480
Electrical	1,680	420	2,100
Structural	1,040	260	1,300
Civil	1,048	262	1,310
Turbine/Gen.	272	68	340
Consultants	108	28	136
Clerical	480	120	600
	5,292	1,324	6,616

SPECIFICATIONS

	50% Specs	50% Review	Total
Reproduction	100	100	200
Doc. Control	100	100	200
	200	200	400

Gambar 6 Contoh Distribusi Waktu Pada Perencanaan Kalkulasi, Gambar, dan Spesifikasi

2.4.2.3 Project Planning

Tahapan perencanaan workplan berhubungan dengan tahapan tahap sebelumnya sehingga pada tahap penyusunan workplan sangat dipengaruhi oleh kualitas project definition. Pada tahap ini dimulai dengan perincian *Work Breakdown Structure (WBS)*, kemudian melakukan perincian *Organizational Breakdown Structure (OBS)*, dan *Cost Breakdown Structure (CBS)*. WBS kemudian akan dikembangkan menjadi *Schedule of task*, OBS akan dikembangkan menjadi *Scheduling of Resources*, dan CBS dikembangkan menjadi *Scheduling of Cost* pengembangan ini merupakan bagian dari *Project Scheduling* sebagai alat untuk *Project Tracking Evaluation dan Control*.

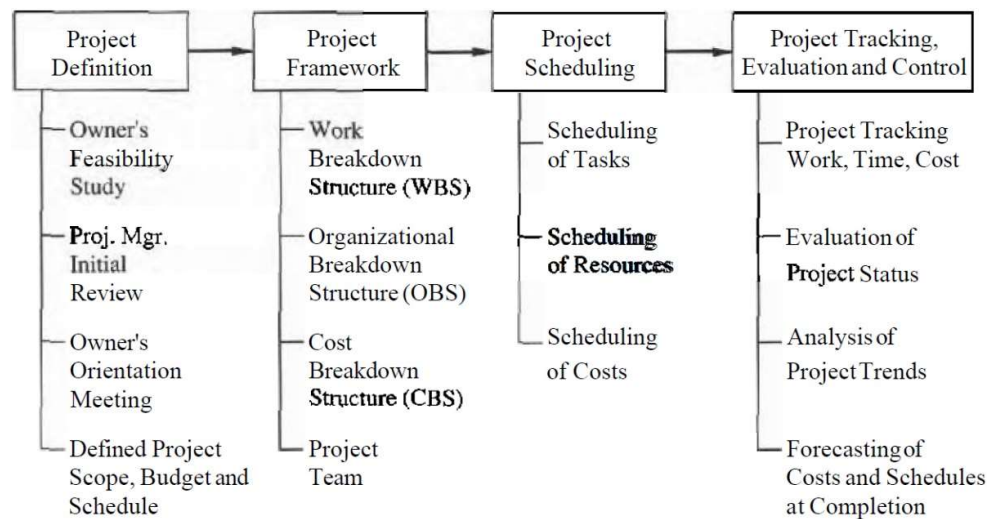


Diagram 7 Tahap Pengembangan Workplan

Pemulaan perencanaan proyek adalah dengan mendefinisikan terlebih dahulu Work Breakdown Structure (WBS) hal ini diperlukan untuk mengorganisir jenis pekerjaan yang sama pada satu bagian sehingga mudah dalam melakukan proses manajemen. Berikut diagram dibawah ini merupakan salah satu contoh diagram WBS menurut (Oberlender, 2000).

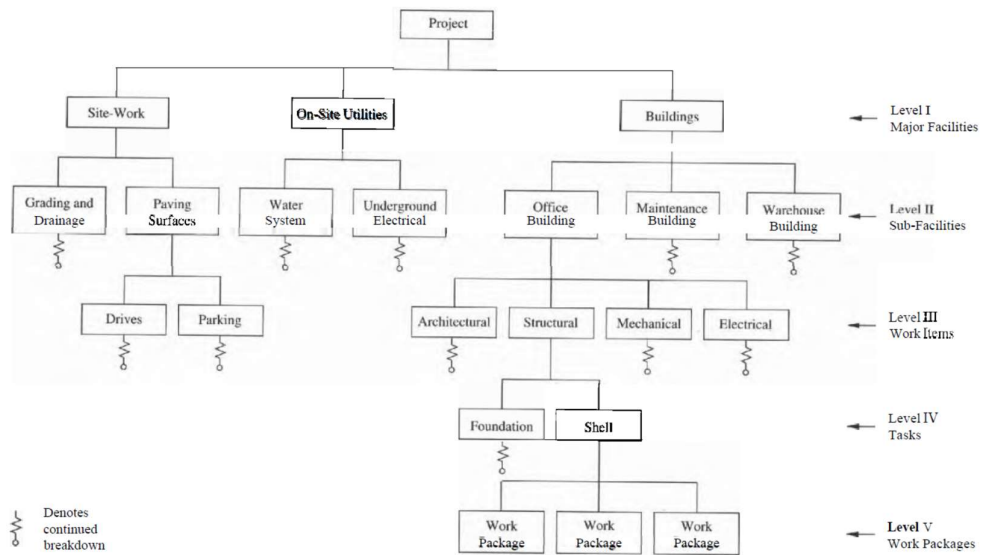


Diagram 8 Ilustrasi Work Breakdown Structure

Pada diagram diatas menunjukkan 5 level hirarki dimana Level 1 adalah Major Facilities yang mana terbagi menjadi 3 divisi yaitu *Site-work*, *On-Site Utilities*, dan *Building*, selanjutnya Level 2 Sub-Facilities, Level 3 Work Items, Level 4 Tasks, dan Level 5 Work package yang merupakan satuan paket pekerjaan yang akan terhubung dengan OBS (Organizational Breakdown Structure). Setelah melakukan perincian paket pekerjaan hal ini perlu didiskusikan Bersama tim kerja bahkan bersama klien untuk menginformasikan lingkup pekerjaan dan proses yang akan dikerjakan dan membagi tiap paket pekerjaan pada tiap individu.

EXAMPLE PROGRESS MEASUREMENT SYSTEM FOR ENGINEERING DESIGN WORK PACKAGES

A: Work Breakdown of Architectural Design Work Packages

Architectural design – 300 design-hours and 180 CADD hours
 Drawings: 83 hours per drawing

Design = 40% of design effort	
Design parameters identified	25%
Layout and methods established	20%
Ready to start related drawings	35%
Final drawings issued	20%
Total = 100%	

Drafting = 60% of design effort	
Borders & basic layout established	15%
Review of completed information	10%
Related design work at 80% complete	25%
Quality-control review #1	3%
Drawing complete	39%
Quality-control review #2	3%
Record drawings	5%
Total = 100%	

Specifications: 8 total, 2 hours per specification

Tabel 7 Work Breakdown of Architectural Design Work Packages

Setelah tanggung jawab diberikan pada personil perlu bagi manajer proyek untuk memastikan bahwa tanggung jawab dan tugas yang diberikan pada tiap personil dapat dipahami dengan baik untuk itu pada gambar dibawah ini merupakan form paket pekerjaan yang perlu diisi oleh tiap individu. Form paket pekerjaan ini merupakan bentuk keterlibatan tiap personil terhadap manajemen sebuah proyek.

Work Package

Title: _____
WBS Code: _____

1. Scope

Required Scope of Work: _____

Services to Be Provided: _____

Services not included in this Work Package, but included in another work package: _____

Services not included in this Work Package, but will be performed by: _____

2. Budget

Personnel Assigned to Job	Work- Hours	\$-Cost	CBS Code Acct.	Computer Services Type	Hours	\$-Cost
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Total Work-Hours = _____ Personnel Costs = \$ _____
Computer Hours = _____ Computer Costs = \$ _____

Travel Expenses	+	Reproduction Expenses	+	Other Expenses	= \$ _____
_____		_____		_____	

Total Budget = \$-Labor + \$-Computer + \$-Other = \$ _____

3. Schedule

ORS Code	Work Task	Responsible Person	Start Date	End Date
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Work Package: Start Date: _____ End Date: _____

Additional Comments: _____

Prepared by: _____ Date: _____
Approved by: _____ Date: _____

Gambar 7 Team Member Design Work Package

Diagram dibawah ini menunjukkan hubungan antara WBS dan OBS. Paket pekerjaan pada WBS yang telah dirincikan oleh manejer proyek menjadi satuan pekerjaan yang menjadi tanggung jawab tiap member.

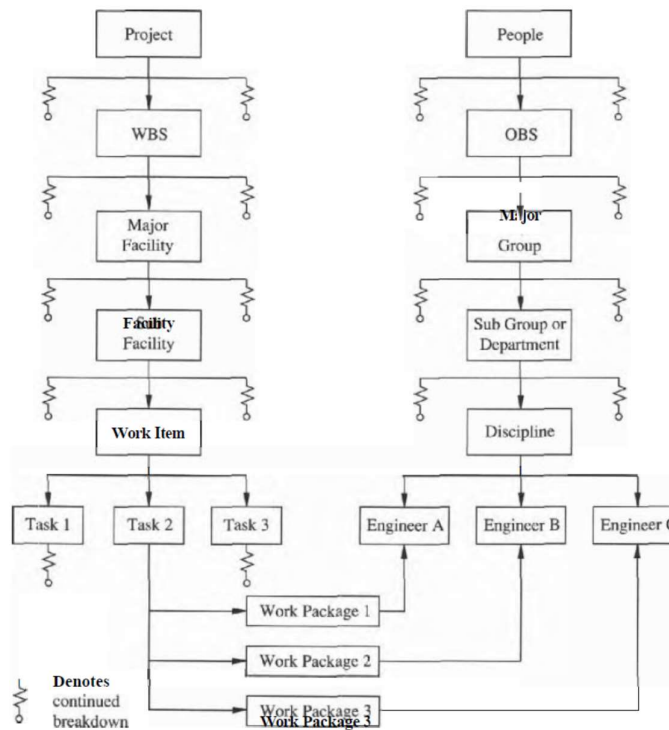


Diagram 9 Hubungan antara WBS dan OBS

2.4.2.4 Project Shceduling

2.4.2.4.1 Prinsip Perencanaan dan Penjadwalan

Rencana dan jadwal proyek harus jelas mendefinisikan tanggung jawab individu, jadwal, anggaran, dan masalah yang diantisipasi. Manajer proyek harus menyiapkan kesepakatan formal dengan pihak-pihak yang sesuai bilamana ada perubahan dalam proyek.

-
1. Begin planning before starting work, rather than after starting work
 2. Involve people who will actually do the work in the planning and scheduling process
 3. Include ail aspects of the project: scope, budget, schedule, and quality
 4. Build flexibility into the plan, Include allowance for changes and time for reviews and approvals
 5. Remember the schedule is the plan for doing the work, and it will never be precisely correct
 6. Keep the plan simple, eliminate irrelevant details that prevent the plan from being readable
 7. Communicate the plan to all parties; any plan is worthless unless it is known
-

Tabel 8 Prinsip Perencanaan dan Penjadwalan

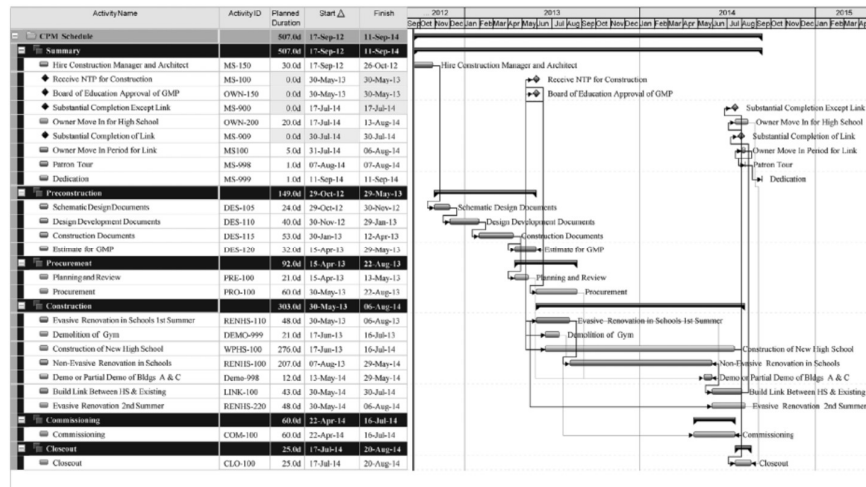
Tabel diatas merupakan prinsip penjadwalan menurut (Oberlender, 2000) yang mana menjelaskan bahwa pentingnya perencanaan sebelum memulai sebuah pekerjaan yang mana melibatkan sumber daya manusia yang tepat dalam menyusun proses penjadwalan bahkan dalam tahap scope, dan budgeting. Jadwal yang telah disusun sebaiknya bersifat fleksibel sehingga memungkinkan apabila terjadi perubahan waktu karena penjadwalan hanya sebuah proses perencanaan yang tidak selamanya tepat. Rencana dibuat seinformatif mungkin sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya mispersepsi antara individu selanjutnya rencana yang telah dibuat harus dikomunikasikan kepada seluruh anggota.

2.4.2.4.2 Jenis Teknik Penjadwalan

Menurut (The American Institute of Architects, 2014) terdapat 4 tipe dasar dari Teknik penjadwalan yang sering digunakan dalam proses penjadwalan proyek perancangan.

- Critical path method schedule (CPM)
- Milestone charts
- Bar charts, atau Gantt charts
- Wall schedule

model CPM dikembangkan pada tahun 1950an dan menggunakan aktivitas interdependen dengan analisis matematika terapan (The American Institute of Architects, 2014). Diagram jaringan CPM dipersiapkan untuk menunjukkan sekuensi dan berkaitan dengan aktivitas di WBS. Diagram dapat disiapkan dengan teknik penyusunan tradisional atau bisa disiapkan dengan menggunakan computer (Oberlender, 2000).



Gambar 8 CPM Scheduling

Menurut (The American Institute of Architects, 2014) teknik penjadwalan dengan menggunakan Milestone chart digunakan untuk proyek berdurasi pendek dengan tugas yang relatif sedikit untuk dilacak dan biaya di bawah \$ 35.000 karena pada teknik ini tidak memberikan detail yang dibutuhkan untuk mengelola proyek.

Task	Resource	Start Date	Due Date	Budgeted Hours	Billing Rate	Labor Budget	% Complete	Earned Value
Client Interview	Nadia	6/4/12	6/4/12	4	\$250	\$1,000	100	\$1,000
Collect Program Data	Jan	6/5/12	6/8/12	14	\$175	\$2,450	100	\$2,450
Prepare Report	Nadia	6/11/12	6/15/12	20	\$250	\$5,000	50	\$2,500
Concept Design	Jan	6/11/12	6/15/12	24	\$175	\$4,200	50	\$2,100
Cost Estimate	Lisa	6/14/12	6/15/12	10	\$150	\$1,500	0	\$0
Prepare Final Report	Nadia	6/18/12	6/21/12	12	\$250	\$3,000	0	\$0
Client Presentation	Nadia	6/22/12	6/22/12	4	\$250	\$1,000	0	\$0
Totals				88		\$18,150	44	\$8,050
							Estimate to Complete:	\$8,500
							Estimate at Completion:	\$16,550
							Over/Under Budget:	\$1,600

Gambar 9 Milestone Chart

Pada gambar dibawah ini merupakan ilustrasi dari teknik penjadwalan Bar Chart (Gantt Chart) menurut (The American Institute of Architects, 2014) Bar Chart (Gantt Chart) merupakan teknik penjadwalan yang paling sering digunakan. Teknik penjadwalan ini merupakan pengembangan dari Work Breakdown Structure (WBS) dengan informasi berupa bar sebagai penanda waktu mulai dan akhir dari sebuah paket kerja.

WBS Level	Description	Start Date	End Date	Weeks Ending		
				6/8/12	6/15/12	6/22/12
Project	Project name	6/4/12	11/2/12	[Bar]		
Phase	Phase 2: Pre-Design	6/4/12	6/22/12	[Bar]		
Task	Management	6/4/12	6/8/12	[Bar]		
Task	Design	6/11/12	6/22/12		[Bar]	
Task	Sustainability	6/18/12	6/22/12			[Bar]
Task	Production	6/18/12	6/22/12			[Bar]
Task	Project Quality Control	6/18/12	6/20/12			[Bar]
Task	Budget Evaluations	6/18/12	6/20/12			[Bar]
Task	Communications	6/4/12	6/22/12	[Bar]		

Gambar 10 Bar (Gantt) Chart

2.4.3 Manajemen Pemodelan

2.4.3.1 BIM Execution Plan

2.4.3.1.1 Menentukan Tujuan dan penggunaan BIM

Tahap pertama pengembangan proyek berbasis BIM adalah menentukan tujuan dan penggunaan BIM untuk memberikan gambaran kepada tim dan BIM Manager tentang tantangan dan peluang saat ini yang dihadapi oleh tim dan untuk mengidentifikasi penggunaan BIM yang paling tepat untuk sebuah proyek mengingat karakteristik proyek, tujuan dan kemampuan peserta, dan alokasi risiko yang berbeda (The Pennsylvania State University, 2010).

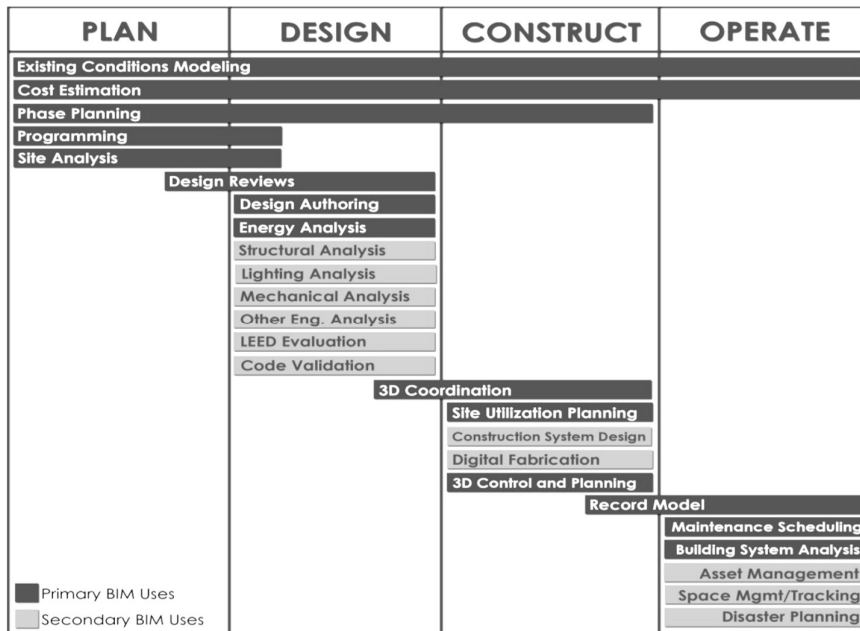


Diagram diatas merupakan Tahapan dalam menentukan tujuan penerapan BIM. Yaitu Menentukan Penggunaan BIM, Memprediksikan Tingkat Pemanfaatan BIM, dan *BIM Use Selection*.

Menentukan Penggunaan BIM, pada tahapan ini tujuan dari pengembangan sebuah proyek dideskripsikan dan dikonversi kedalam *Potential BIM Use*. Berikut gambar dibawah ini merupakan contoh table dalam menentukan penggunaan BIM.

Priority (1-3)	Goal Description	Potential BIM Uses
1 - Most Important	Value added objectives	
2	Increase Field Productivity	Design Reviews, 3D Coordination
3	Increase effectiveness of Design	Design Authoring, Design Reviews, 3D Coordination
1	Accurate 3D Record Model for FM Team	Record Model, 3D Coordination
1	Increase effectiveness of Sustainable Goals	Engineering Analysis, LEED Evaluation
2	Track progress during construction	4D Modeling
3	Identify concerns associated with phasing on campus	4D Modeling
1	Review Design progress	Design Reviews
1	Quickly Asses cost associated with design changes	Cost Estimation
2	Eliminate field conflicts	3D Coordination

Memprediksikan Tingkat Pemanfaatan BIM pada tahapan ini merupakan tahap penentuan tingkat penerapan BIM sehingga perlu memahami tentang siklus penerapan BIM.



Gambar diatas merupakan penerapan BIM dari tahapan perencanaan hingga operasional sebagai sebuah gambaran proses penerapan BIM dalam Sebuah Proyek.

BIM Use Selection. *BIM Use Selection Worksheet* telah di kembangkan Untuk membantu memfasilitasi proses peninjauan *BIM Use*, dan mengidentifikasi nilai untuk masing-masing penggunaan BIM karena secara khusus berkaitan dengan proyek dengan memberikan tingkat

prioritas Tinggi, Menengah atau Rendah untuk setiap penggunaan.

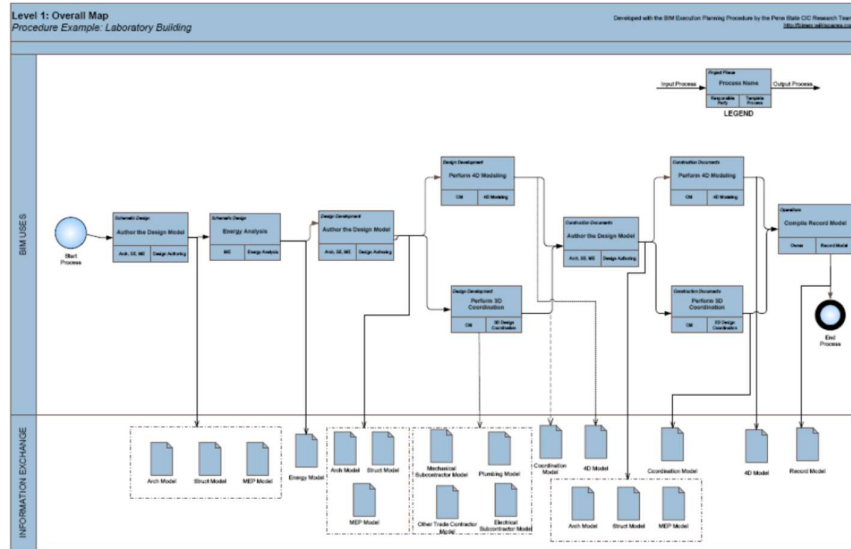
BIM Use*	Value to Project	Responsible Party	Value to Resp Party	Capability Rating	Additional Resources / Competencies Required to Implement	Notes	Proceed with Use
	High / Med / Low		High / Med / Low	Scale 1-3 (1 = Low)			YES / NO / MAYBE
				Resources Competency Experience			
Record Modeling	HIGH	Contractor	MED	2 2 2	Requires training and software		YES
		Facility Manager	HIGH	1 2 1	Requires training and software		
		Designer	MED	3 3 3			
Cost Estimation	MED	Contractor	HIGH	2 1 1			NO
4D Modeling	HIGH	Contractor	HIGH	3 2 2	Need training on latest software Infrastructure needs	High value to owner due to phasing complications	YES
						Use for Phasing & Construction	
3D Coordination (Construction)	HIGH	Contractor	HIGH	3 3 3			YES
		Subcontractors	HIGH	1 3 3	conversion to Digital Fab required	Modeling learning curve possible	
		Designer	MED	2 3 3			
Engineering Analysis	HIGH	MEP Engineer	HIGH	2 2 2			MAYBE
		Architect	MED	2 2 2			
Design Reviews	MED	Arch	LOW	1 2 1		Reviews to be from design model no additional detail required	NO
3D Coordination (Design)	HIGH	Architect	HIGH	2 2 2	Coordination software required	Contractor to facilitate Coord	YES
		MEP Engineer	MED	2 2 1			
		Structural Engine	HIGH	2 2 1			
Design Authoring	HIGH	Architect	HIGH	3 3 3			YES
		MEP Engineer	MED	3 3 3			
		Structural Engine	HIGH	3 3 3			
		Civil Engineer	LOW	2 1 1	Large learning curve	Civil not required	
Programming	MED					Planning Phase Complete	NO

* Additional BIM Uses as well as information on each Use can be found at <http://www.engr.psu.edu/ae/cic/bimex/>

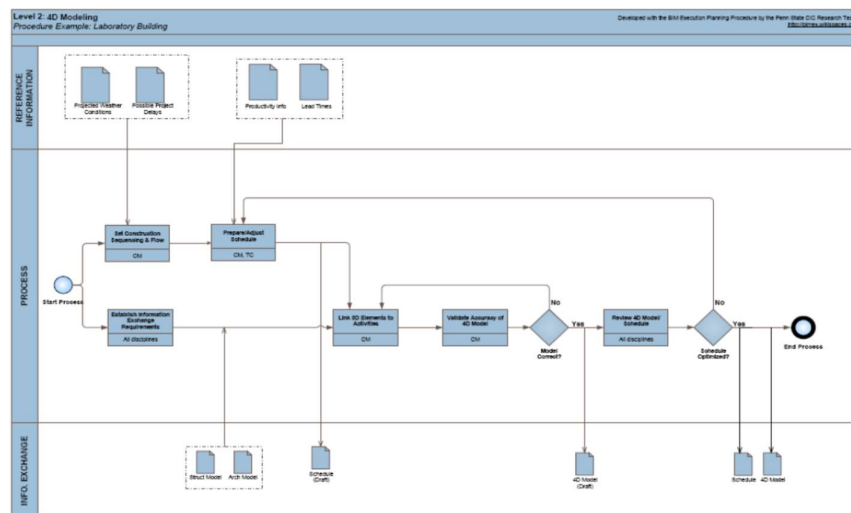
Gambar diatas merupakan contoh tabel dari BIM Use Selection output dari pengembangan BIM Use Selection Worksheet ini Untuk mengetahui tingkat prioritas BIM Use, Sumber daya, Kompetensi, dan Pengalaman dan kebutuhan untuk menerapkan beberapa variable BIM Use.

2.4.3.1.2 Merancang Project Execution Process

Tahapan yang dilakukan dalam perancangan BIM Execution Plan adalah membuat Pemetaan Project Execution Process. Map dibuat dengan 2 skala, yang pertama yaitu BIM Overview Map yang berisi tahapan tahapan dan information exchange yang dibutuhkan secara garis besar sedangkan yang kedua merupakan pengembangan BIM Overview Maps ketingkat yang lebih detail yang berisi tahapan dan alur kerja untuk menghasilkan data information exchange.



Gambar diatas merupakan contoh pemetaan proses penerapan BIM beserta Information Exchange atau produk dari setiap tahapan.



Gambar diatas merupakan contoh pengembangan overview map pada BIM Use 4D modeling.

2.4.3.1.3 Pengembangan Standart Informasi (pemodelan)

Standar informasi dibutuhkan untuk pengembangan model hal ini bermanfaat sebagai Salah satu standart mengatur komunikasi gambar dengan Bahasa yang sama. Salah satu alat yang digunakan untuk mengatur pertukaran informasi adalah AIA Document E202TM–2008 (Computer Integrated Construction Research Program, 2013).

§ 4.2 Table Instructions

§ 4.2.1 The table in Section 4.3 indicates the LOD to which each Model Element Author (MEA) is required to develop the content of the Model Element at the conclusion of each phase of the project.

§ 4.2.2 Abbreviations for each MEA to be used in the Model Element Table are as follows:
(Provide abbreviations such as "A – Architect," or "C – Contractor.")

Abbreviation				Model Element Author (MEA)																	
				Preliminary Design			Schematic Design			Design Development			Construction Documents			Construction			Note Number (See 4.4)		
				LO	ME	LO	ME	LO	ME	LO	ME	LO	ME	LO	ME	LO	ME	LO	ME		
Model Elements Utilizing CSI UniFormat™																					
SUBSTRUCTURE	A1 Foundations	A101	Standard Foundations																		
		A102	Special Foundations																		
		A103	Slab on Grade																		
	A2 Basement Construction	A201	Basement Excavation																		
		A202	Basement Walls																		
		B1 Superstructure	B101	Floor Construction																	
B SHELL	B102	B102	Roof Construction																		
		B201	Exterior Walls																		
	B2 Exterior Enclosure	B202	Exterior																		

Gambar diatas merupakan table dari Dokumen AIA yang merupakan Level of Development worksheet. Level of development bermanfaat untuk mengatur pertukaran informasi dengan tingkat pengembangan yang telah disepakati.

2.4.3.1.4 Menetapkan Infrastruktur yang Mendukung Penerapan BIM Langkah terakhir dalam Prosedur BIM Execution Plan adalah untuk mengidentifikasi dan menentukan infrastruktur proyek yang dibutuhkan untuk menerapkan proses BIM secara efektif sesuai rencana.

BIM Project Execution Plan

Categories

BIM Project Execution Plan Overview
Project Information
Key Project Contacts
Project Goals / BIM Uses
Organizational Roles / Staffing
BIM Process Design
BIM Information Exchanges
BIM and Facility Data Requirements
Collaboration Procedures
Quality Control
Technological Infrastructure Needs
Model Structure
Project Deliverables
Delivery Strategy / Contract

Pada gambar diatas merupakan Empat belas kategori spesifik pendukung proses BIM Project Execution.