

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. *Building Information Modeling*

Building Information Modeling (BIM) adalah suatu proses dalam menghasilkan dan mengelola data suatu bangunan selama siklus hidupnya. BIM menggunakan *software* 3D, real-time, dan pemodelan bangunan dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan. Proses produksi BIM yang meliputi geometri bangunan, hubungan ruang, informasi geografis, serta kuantitas dan kualitas komponen bangunan.

BIM dapat digunakan untuk menunjukkan segala siklus hidup bangunan siklus hidup termasuk proses konstruksi dan operasi fasilitas. Kuantitas dan kualitas dari suatu material dapat digali dengan mudah. Lingkup kerja dapat dibagi, dipisahkan dan ditentukan. Sistem, pemasangan, dan urutan rangkaian dapat ditampilkan dalam skala relatif dengan segala fasilitas atau kelompok fasilitas. BIM menghendaki perubahan pada tahap-tahap arsitektural tradisional dan data share lebih banyak daripada yang digunakan arsitek dan insinyur pada umumnya. BIM dapat digunakan untuk mencapai kemajuan dengan gambar-gambar model dari bagian-bagian sebenarnya yang digunakan untuk membangun suatu gedung.

Istilah *Building Information Model* pada dasarnya sama seperti *Building Product Model*, yang telah digunakan oleh Profesor Eastman secara luas dalam buku dan papernya sejak akhir tahun 1970-an. ('*Product Model*' berarti model data atau model informasi dalam bentuk rekayasa). Pelaksanaan pertama BIM dalam konsep *Virtual Building* oleh *ArchiCAD Graphisoft* pada tahun 1987.

American Institute of Architects (AIA) telah menetapkan BIM sebagai "sebuah model berbasis teknologi yang terhubung dengan database dari informasi proyek" dan ini mencerminkan kepercayaan umum pada teknologi database sebagai landasan. Di masa depan, dokumen teks terstruktur seperti spesifikasi mungkin dapat dicari dan terhubung pada standart-standart regional, nasional dan internasional.

II.2. Manfaat Penggunaan BIM

BIM dapat mendukung dan meningkatkan praktik bisnis industri AEC/FM (*Facility Management*). Menurut *BIM Handbook* (2008) lingkup perubahan yang diharapkan dengan perkembangan penerapan BIM.

1. Manfaat pra konstruksi untuk Owner
 - a. Konsep, kelayakan dan manfaat desain
 - b. Peningkatan kinerja dan kualitas bangunan
2. Manfaat desain
 - a. Visualisasi desain yang lebih akurat
 - b. Tingkat koreksi tinggi ketika membuat perubahan desain
 - c. Menghasilkan gambar 2D yang akurat dan konsisten disetiap tahap desain
 - d. Beberapa kolaborasi disiplin desain
 - e. Memudahkan pemeriksaan terhadap desain
 - f. Memperkirakan biaya selama tahap desain
 - g. Meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan
3. Manfaat konstruksi dan fabrikasi
 - a. Menemukan kesalahan desain sebelum konstruksi/ mengurangi konflik

- b. Bereaksi cepat untuk desain atau masalah proyek
- c. Menggunakan model desain sebagai dasar komponen fabrikasi
- d. Implementasi yang lebih baik dan teknik konstruksi ramping
- e. Sinkronisasi pengadaan dengan desain dan konstruksi
- 4. Manfaat sesudah konstruksi
 - a. Mengelola dan mengoperasikan fasilitas yang lebih baik
 - b. Mengintegrasikan dengan operasi sistem manajemen fasilitas

II.3. Keuntungan dari *Building Information Modeling*

Keuntungan dari layanan BIM menurut Soemardi (2014) sebagai berikut:

1. Meminimalisir desain *lifecycle* dengan meningkatkan kolaborasi antara owner, konsultan dan kontraktor.
2. Kualitas tinggi dan akurasi dokumentasi dari proses konstruksi
3. Teknologi BIM digunakan untuk siklus hidup seluruh bangunan, termasuk fasilitas operasi dan pemeliharaan
4. Produk dengan kualitas tinggi dan memperkecil kemungkinan konflik
5. Pemotongan biaya proyek dan meminimalisir limbah bahan konstruksi
6. Meningkatkan manajemen konstruksi

II.4. Penggunaan *Building Information Modeling*

BIM dibutuhkan oleh pihak yang terlibat dalam proyek skala besar khususnya dalam hal koordinasi serta komunikasi :

1. Konsultan Arsitek
2. Konsultan MEP
3. Konsultan Structure

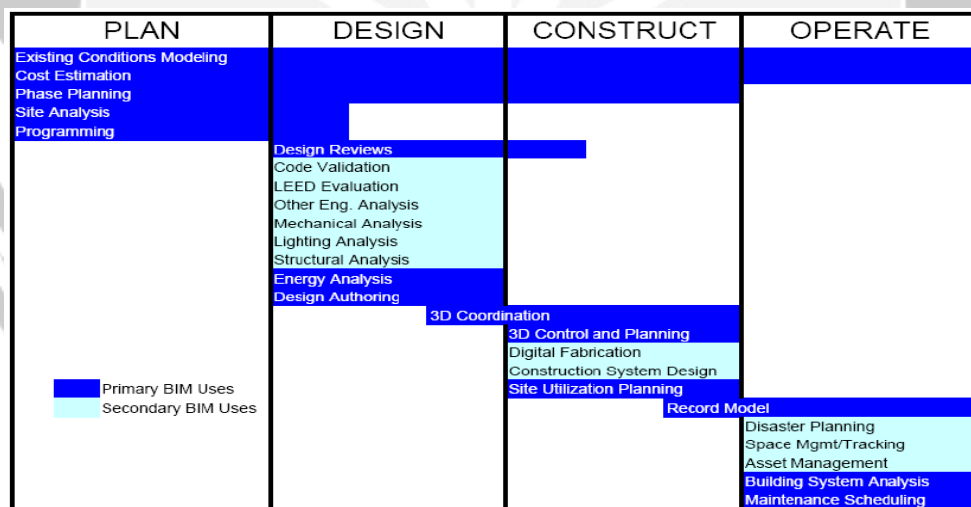
4. Kontraktor
5. Owner (*Developer*, Bank, Rumah Sakit, *Mall*, Gedung Perkantoran, etc)
6. Retail (*restaurant*, *coffee shop*, *electronic*, *clothing*, *sport*, etc)
7. *Infrastructure* (Jalan Tol, Jembatan, Drainase)

Pada akhirnya akhir dari proses BIM itu sendiri, datanya digunakan untuk kebutuhan “*maintenance*”. Ini termasuk salah satu hal penting yang menjadi alasan kenapa menggunakan BIM.

II.5. Penggunaan *Building Information Modeling* dalam Manajemen

Konstruksi

Menurut Mehmet (2011) ada banyak kegunaan dari *Building Information Modeling* untuk setiap proyek, seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.1. Penggunaan *Building Information Modeling*

Selama tahap desain penggunaan *Building Information Modeling* dapat mengurangi dampak buruk terhadap proyek karena kemampuan menghitung biaya proyek yang baik. BIM memberikan solusi sebelum masalah mengakibatkan permasalahan yang berdampak pada biaya proyek yang tinggi. Hal ini dapat

diwujudkan melalui kerjasama dan koordinasi dari seluruh staf proyek, oleh karena itu, sangat penting untuk memiliki kerjasama yang baik. Menggunakan BIM terutama meningkatkan upaya kolaborasi dari tim proyek. Arsitek dan insinyur dapat menguji ide-ide desain mereka termasuk analisis energi. Manajer konstruksi dapat memberikan *constructability, sequencing, value* dan *engineering reports*. BIM juga bisa memulai koordinasi 3D antara subkontraktor dan vendor selama tahap-tahap awal desain. Pemilik proyek dapat secara visual melihat desain yang diinginkan. Secara keseluruhan, BIM mempromosikan kolaborasi semua peserta proyek.

II.6. **Software Building Information Modeling**

Banyak *software Building Information Modeling*, berikut tabel *software BIM* dan fungsi utama yang mencakup MEP, *structural*, arsitek dan *software 3D* (Reinhardt, 2009).

Tabel 2.1 Jenis *Software Building Information Modeling* (Reinhardt, 2009)

<i>Product Name</i>	<i>Manufacturer</i>	<i>Primary Function</i>
Cadpipe HVAC	AEC Design Group	3D HVAC Modeling
Revit Architecture	Autodesk	3D Architectural Modeling and parametric design.
AutoCAD Architecture	Autodesk	3D Architectural Modeling and parametric design.

Tabel 2.1. Lanjutan

<i>Product Name</i>	<i>Manufacturer</i>	<i>Primary Function</i>
Revit Structure	Autodesk	3D Structural Modeling and Parametric design.
Revit MEP	Autodesk	3D Detailed MEP Modeling
AutoCAD MEP	Autodesk	3D MEP Modeling
AutoCAD Civil 3D	Autodesk	Site Development
Cadpipe Commercial Pipe	AEC Design Group	3D Pipe Modeling
DProfiler	Beck Technology	3D conceptual modeling with real- time cost estimating.
Bentley <i>BIM</i> Suite (MicroStation, Bentley Architecture, Structural, Mechanical, Electrical, Generative Design)	Bentley Systems	3D Architectural, Structural, Mechanical, Electrical, and Generative Components Modeling
Fastrak	CSC (UK)	3D Structural Modeling
SDS/2	Design Data	3D Detailed Structural Modeling
Fabrication for AutoCAD MEP	East Coast CAD/CAM	3D Detailed MEP Modeling
Digital Project	Gehry Technologies	CATIA based <i>BIM</i> System for Architectural, Design, Engineering, and Construction Modeling
Digital Project MEP Systems Routing	Gehry Technologies	MEP Design
ArchiCAD	Graphisoft	3D Architectural Modeling
MEP Modeler	Graphisoft	3D MEP Modeling
HydraCAD	Hydratec	3D Fire Sprinkler Design and Modeling
AutoSPRINK VR	M.E.P. CAD	3D Fire Sprinkler Design and Modeling

Tabel 2.1. Lanjutan

<i>Product Name</i>	<i>Manufacturer</i>	<i>Primary Function</i>
FireCad	Mc4 Software	Fire Piping Network Design and Modeling
CAD-Duct	Micro Application	3D Detailed MEP Modeling
Vectorworks Designer	Nemetschek	3D Architectural Modeling
Duct Designer 3D, Pipe Designer 3D	QuickPen International	3D Detailed MEP Modeling
RISA	RISA Technologies	Full suite of 2D and 3D Structural Design Applications
Tekla Structures	Tekla	3D Detailed Structural Modeling
Affinity	Trelligence	3D Model Application for early concept design
Vico Office	Vico Software	5D Modeling which can be used to generate cost and schedule data
PowerCivil	Bentley Systems	Site Development
Site Design, Site Planning	Eagle Point	Site Development

Dan pada tabel selanjutnya adalah *software Building Information Modeling* yang digunakan itu membuat *shop drawing* dan *fabrication*.

Tabel 2.2. *Software Building Information Modeling for Shop Drawing and Fabrication* (Reinhardt, 2009)

<i>Product Name</i>	<i>Manufacturer</i>	<i>Primary Function</i>
Cadpipe Commercial Pipe	AEC Design Group	3D Pipe Modeling
Revit MEP	Autodesk 3D	Detailed MEP Modeling
SDS/2	Design Data	3D Detailed Structural Modeling
Fabrication for AutoCAD MEP	East Coast CAD/CAM	3D Detailed MEP Modeling

Tabel 2.2. Lanjutan

CAD-Duct	Micro Application Packages	3D Detailed MEP Modeling
Duct Designer 3D, Pipe Designer 3D	QuickPen International	3D Detailed MEP Modeling
Tekla Structures	Tekla	3D Detailed Structural Modeling

Pada tabel berikut merupakan *software Building Information Modeling* yang digunakan pada tahapan *contruction management and scheduling*.

Tabel 2.3. *Software Building Information Modeling for Construction Management and Scheduling* (Reinhardt, 2009)

Product Name	Manufacturer	BIM Use
Navisworks Manage Navisworks Scheduling	Autodesk	Clash Detection Scheduling
Project Wise	Bentley	Clash Detection Scheduling
Digital Project Designer	Gehry Technologies	Model Coordination
Visual Simulation	Innovaya	Scheduling
Solibri Model Checker	Solibri	Spatial Coordination
Synchro	Synchro Ltd.	Planning & Scheduling
Tekla Structures	Tekla	Structure-centric Model Schedule driven link
Vico Office	Vico Software	Coordinate Scheduling

II.7. Tahapan Proyek

Menurut Dipohusodo (1996) tahapan konstruksi dibagi menjadi 5 tahap yaitu :

- a. Tahap pengembangan konsep, adapun kegiatan yang dilakukan dalam tahap ini adalah melakukan survey pendahuluan dengan investigasi lapangan dimana proyek akan dilaksanakan. Hal ini akan mengungkapkan informasi-informasi yang sangat diperlukan dalam pembuatan konsep proyek. Seperti misalnya informasi mengenai upah tenaga kerja setempat, harga material, perizinan

pemerintah setempat, kemampuan penyedia jasa setempat baik kontraktor maupun konsultan, informasi mengenai iklim disekitar lokasi proyek yang digunakan untuk mengantisipasi kendala yang dapat diakibatkan oleh cuaca dan lain sebagainya.

- b. Tahap perencanaan, adapun kegiatan yang dilakukan adalah pengajuan proposal, survey lanjutan, pembuatan desain awal/sketsa rencana (*preliminary design*) dan perancangan detail (*detail design*), keempat kegiatan ini tidak dapat dipisahkan satu sama lain karena hasil kegiatan pertama akan berpengaruh pada kegiatan kedua dan selanjutnya. Tujuan dari tahap ini sebenarnya untuk mendapatkan rencana kerja final yang memuat pengelompokan pekerjaan dan kegiatan secara terperinci. Adapun sasaran pokok rencana kerja final adalah :
- Dengan menggunakan sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan maka akan didapat harga kontrak konstruksi dan material yang lebih pasti, bernilai tetap dan bersaing, sehingga tidak akan melewati batas anggaran yang tersedia.
 - Pekerjaan akan dapat diselesaikan sesuai dengan kualitas dan dalam rentang waktu seperti yang telah direncanakan atau ditetapkan.
- c. Tahap pelelangan, kegiatan yang dilakukan adalah kegiatan administrasi untuk pelelangan sampai dengan terpilihnya pemenang lelang.
- d. Tahap Pelaksanaan Konstruksi, dalam tahap ini adapun kegiatan yang dilakukan antara lain persiapan lapangan, pelaksanaan konstruksi fisik proyek sampai dengan selesainya konstruksi itu sendiri. Salah satu kegiatan yang cukup penting pada saat pelaksanaan konstruksi fisik adalah kegiatan pengendalian biaya dan jadwal konstruksi, untuk pengendalian biaya

konstruksi hal-hal yang harus diperhatikan adalah alokasi biaya untuk sumber daya proyek mulai dari tenaga kerja, peralatan sampai dengan material konstruksi, sedangkan pengendalian jadwal diupayakan agar setiap kegiatan dalam proyek berjalan sesuai dengan yang direncanakan, dalam hal ini semua pihak yang terlibat diharapkan bisa menggunakan berbagai sumber daya yang dimiliki agar tujuan proyek tercapai dengan baik.

- e. Tahap pengoperasian, setelah konstruksi fisik selesai maka penyedia jasa akan menyerahkannya kepada pengguna jasa untuk dioperasikan, dalam tahap ini penyedia jasa masih memiliki tanggung jawab untuk memelihara bangunan tersebut sesuai dengan perjanjian.

II.8. Unsur-Unsur Pelaksanaan Proyek Konstruksi

Unsur pelaksanaan proyek merupakan faktor utama dalam merealisasikan kegiatan-kegiatan pembangunan yang ada di suatu proyek. Orang/badan yang membiayai, merencanakan dan melaksanakan bangunan tersebut disebut unsur-unsur pelaksanaan proyek konstruksi (Ervianto, 2005). Unsur-unsur pelaksanaan pembangunan yang terlibat dalam kegiatan pembangunan yaitu : *owner*, konsultan rencana (struktur dan arsitek), kontraktor/pemborong, dan konsultan pengawas. Keberhasilan dalam usaha pembangunan proyek tergantung dari kerja sama yang diciptakan oleh ketiga unsur pelaksana pembangunan, yakni pengaturan masing-masing unsur serta pengaturan kerja yang tertib dan teratur dalam menciptakan kesatuan fungsional dan tindakan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Disamping itu keempat unsur tersebut harus bekerja sesuai dengan peraturan dalam

surat perjanjian pemborong atau dokumen kontrak yang telah disepakati dan ditandatangani bersama.

II.8.1 Pemilik Proyek (owner)

Pemilik proyek atau pemberi tugas adalah orang atau badan yang memiliki proyek dan memberikan pekerjaan kepada pihak penyedia jasa dan yang membayar biaya pekerjaan tersebut. Pemberi tugas dalam surat perjanjian pemborongan adalah sebagai pihak pertama dan dapat mengambil keputusan sepihak untuk mengambil alih pekerjaan yang dilakukan, dengan cara menulis surat kepada kontraktor apabila terjadi hal-hal diluar kontrak yang ditetapkan dalam undang-undang didalam surat perjanjian kerja (SPK). Pemberi tugas juga berwenang untuk memberitahukan hasil lelang secara tertulis kepada kontraktor. Tugas dan wewenang pemilik proyek adalah :

1. Menunjuk penyedia jasa (konsultan dan kontraktor).
2. Meminta laporan secara periodik mengenai pelaksanaan pekerjaan yang telah dilakukan oleh penyedia jasa.
3. Memberikan fasilitas baik sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh pihak penyedia jasa untuk kelancaran pekerjaan.
4. Menyediakan lahan untuk tempat pelaksanaan pekerjaan.
5. Menyediakan dana dan kemudian membayar kepada pihak penyedia jasa sejumlah biaya yang diperlukan untuk mewujudkan sebuah bangunan.
6. Ikut mengawasi jalannya pelaksanaan pekerjaan yang direncanakan dengan cara menempatkan atau menunjuk suatu badan atau orang untuk bertindak atas nama pemilik.

7. Mengesahkan perubahan dalam pekerjaan (bila terjadi).
8. Menerima dan mengesahkan pekerjaan yang telah selesai dilaksanakan oleh penyedia jasa jika produknya telah sesuai dengan apa yang dikehendaki.
9. Memberikan hasil lelang secara tertulis kepada masing-masing kontraktor.
10. Dapat mengambil alih pekerjaan secara sepihak dengan cara memberitahukan secara tertulis kepada kontraktor jika telah terjadi hal-hal di luar kontrak yang ditetapkan.

II.8.2 Konsultan Perencana

Konsultan perencana adalah suatu badan hukum atau perorangan yang diberi tugas oleh pemberi tugas untuk merencanakan dan mendesain bangunan sesuai dengan keinginan pemilik proyek. Selain itu juga memberikan saran dan pertimbangan akan segala sesuatu yang berhubungan dengan perkembangan proyek tersebut. Perencana juga bertugas untuk memberikan jawaban dan penjelasan atas hal-hal yang kurang jelas terhadap gambar rencana dan rencana kerja dan syarat-syarat. Perencana juga harus membuat gambar revisi bila terjadi perubahan-perubahan rencana dalam proyek. Pekerjaan perencanaan meliputi perencanaan arsitektur, struktur, mekanikal dan elektrikal, anggaran biaya serta memberikan saran yang diperlukan dalam pelaksanaan pembangunan. Tugas dan kewajiban konsultan perencana adalah :

1. Membuat perencanaan secara lengkap yang terdiri dari gambar rencana, rencana kerja, syarat-syarat, dan hitungan struktur, rencana anggaran biaya
2. Memberikan usulan serta pertimbangan kepada pemilik proyek, konsultan supervisi, dan kontraktor tentang pelaksanaan pekerjaan

3. Membuat gambar revisi bila terjadi perubahan perencanaan
4. Menghadiri rapat koordinasi pengelolaan proyek
5. Memberikan jawaban dan penjelasan kepada kontraktor tentang hal-hal yang kurang jelas dalam gambar rencana, rencana kerja, dan syarat-syarat

II.8.3 Kontraktor

Kontraktor adalah orang atau badan hukum yang menerima pekerjaan dan menyelenggarakan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan biaya yang telah ditetapkan berdasarkan gambar rencana, peraturan, dan syarat-syarat yang telah ditetapkan. Tugas dan wewenang kontraktor :

1. Melaksanakan pekerjaan sesuai dengan gambar rencana, peraturan, syarat-syarat, risalah penjelasan pekerjaan, yang ditetapkan oleh pemilik proyek
2. Membuat gambar-gambar pelaksanaan yang disahkan oleh konsultan manajemen konstruksi.
3. Membuat laporan hasil pekerjaan berupa laporan harian, mingguan, dan bulanan kepada konsultan manajemen konstruksi.
4. Menyediakan alat keselamatan kerja dan keamanan di lokasi proyek
5. Menyerahkan seluruh atau sebagian pekerjaan yang telah diselesaikan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

II.8.4 Konsultan Pengawas

Konsultan pengawas adalah suatu badan hukum atau perorangan baik swasta atau instansi pemerintah yang berfungsi sebagai badan yang bertugas

mengawasi dan mengontrol jalannya proyek agar mencapai hasil kerja yang optimal menurut persyaratan yang ada.

Tugas konsultan pengawas antara lain :

1. Menyelesaikan pelaksanaan pekerjaan dalam waktu yang telah ditetapkan.
2. Membimbing dan mengadakan pengawasan secara periodik dalam pelaksanaan pekerjaan.
3. Melakukan perhitungan prestasi pekerjaan.
4. Mengkoordinasi dan mengendalikan kegiatan konstruksi serta aliran informasi antar berbagai bidang agar pelaksanaan pekerjaan berjalan lancar.
5. Menghindari kesalahan yang mungkin terjadi sedini mungkin serta menghindari pembengkakan biaya.
6. Mengatasi dan memecahkan persoalan yang timbul di lapangan agar dicapai hasil akhir sesuai dengan yang diharapkan dengan kualitas, kuantitas serta waktu pelaksanaan yang ditetapkan.
7. Menerima atau menolak material/peralatan yang didatangkan kontraktor.
8. Menghentikan sementara bila terjadi penyimpangan dari peraturan yang berlaku.
9. Menyusun laporan kemajuan pekerjaan (harian, mingguan, bulanan).
10. Menyiapkan dan menghitung adanya kemungkinan tambah atau berkurangnya pekerjaan.

II.9 Manajemen Proyek

Mengingat kompleksnya kegiatan proyek konstruksi agar dapat mencapai hasil yang maksimal diperlukan suatu pengelolaan yang baik yang disebut

manajemen proyek konstruksi. Manajemen proyek adalah sebuah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan (Kerzner, 2001)

Manajemen proyek menurut PMI (*Project Management Institute*), adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan yaitu lingkup mutu, jadwal, dan biaya serta memenuhi keinginan para *stakeholder* (Soeharto, 1999)

Konsep manajemen proyek menurut PMI (*Project Management Institute*), mengembangkan suatu model manajemen proyek yang dikenal sebagai PM-BOK (*Project Management Body of Knowledge*) yang terdiri dari 10 (sepuluh) komponen, yaitu 1 kerangka kerja (*frame work*) yaitu pengelolaan integrasi dan 5 (empat) komponen dasar/ komponen inti (*core functions*) meliputi : *Project Scope Management, Project Time Management, Project Cost Management, Project Quality Management, Project Stakeholder Management* serta 4 (empat) komponen pendukung (*supporting functions*) meliputi : Pengelolaan SDM, Pengelolaan risiko, Pengelolaan pengadaan/kontrak, Pengelolaan komunikasi.

Menurut Kerzner (2001), manfaat potensial dari penerapan manajemen proyek adalah :

1. Tanggung jawab fungsional dapat teridentifikasi untuk memastikan semua kegiatan dicatat, serta setiap omset yang didapat.
2. Meminimalkan kebutuhan laporan yang berkelanjutan.
3. Dapat mengidentifikasi batas waktu untuk penjadwalan.

4. Dapat mengidentifikasi metodologi untuk analisis trade-off.
5. Dapat mengukur prestasi terhadap perencanaan.
6. Masalah diawal dapat diidentifikasi sehingga dapat dilakukan tindakan korektif.
7. Menambah kemampuan untuk memperkirakan perencanaan masa depan.
8. Dapat mengetahui kapan tujuan tidak dapat dipenuhi atau malah terlampaui.

