



TUGAS AKHIR – TM 091585

**PENGGUNAAN PROJECT MANAGEMENT  
DALAM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN  
PENGORGANISASIAN TIM SAPUANGIN ITS**

AKHMAD ITTANG ANWARSYAH  
NRP 2110100001

Dosen Pembimbing  
Ir. WITANTYO, M.Eng.Sc

JURUSAN TEKNIK MESIN  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – TM 091585

**DESIGNING THE ITS TEAM SAPUANGIN  
PLANNING SYSTEM AND ORGANIZATION BY  
USING PROJECT MANAGEMENT**

AKHMAD ITTANG ANWARSYAH  
NRP 2110100001

Advisor  
Ir. WITANTYO, M.Eng.Sc

Mechanical Engineering Department  
Faculty Of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGUNAAN PROJECT MANAGEMENT DALAM  
PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN  
PENGORGANISASIAN TIM SAPUANGIN ITS**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**AKHMAD ITTANG ANWARSYAH**  
NRP. 211010001

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. WITANTYO, M.Eng.Sc...... (Pembimbing)  
NIP. 196303141988031002
2. Dr. Eng. Sutikno ST., MT...... (Penguji I)  
NIP. 197407032000031001
3. Ari Kurniawan ST., MT...... (Penguji II)  
NIP. 198604012015041001
4. Latifah Nurahmi, ST, Msc., Ph.D...... (Penguji III)  
NIP. 210000011

**SURABAYA**  
Juli 2016

# **PENGUNAAN *PROJECT MANAGEMENT* DALAM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN PENGORGANISASIAN TIM SAPUANGIN ITS**

Nama Mahasiswa : Akhmad Ittang Anwarsyah  
NRP : 2110 100 001  
Jurusan : Teknik Mesin FTI-ITS  
Dosen Pembimbing : Ir. WITANTYO, M.Eng.Sc

## **Abstrak**

ITS Team sapuagin adalah tim perwakilan dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember untuk mengikuti kompetisi dalam bidang otomotif di tingkat nasional dan internasional. Kompetisi tersebut adalah KMHE (Kompetisi Mobil Hemat Energi), *SEM (Shell Eco Marathon) Asia*, dan *SFJ (Student Formula Japan)*. Padatnya jadwal pada ketiga kompetisi tersebut ditambah dengan keterbatasan jumlah SDM (Sumber Daya Manusia) dan waktu yang tersedia menyebabkan berbagai permasalahan terjadi pada tim ini. Sehingga tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang sistem kerja dan pendistribusian SDM pada tim sapuagnin ITS.

Permasalahan ini diatasi dengan menerapkan manajemen proyek secara professional untuk menangani hal tersebut. *Work Breakdown Structure* digunakan untuk memecah pekerjaan pada ketiga kompetisi menjadi aktifitas-aktifitas yang lebih kecil dan terukur. Tugas sesuai dengan hirarki pekerjaan pada setiap aktifitasnya. SDM dibagi dan dialokasikan pada setiap aktifitas sehingga bisa diperkirakan kebutuhan waktu penyelesaiannya. Ketiga kompetisi yang diikuti *dijabarkan* sebagai individual *project* yang harus diselesaikan menggunakan *sharing resource*. *Critical Path Method* digunakan untuk membuat *network planning* untuk mempercepat penyelesaian semua proyek pada kompetisi ini. Untuk membantu pengolahan, software Microsoft Project versi 2013 digunakan.

Dari hasil perancangan ini, bentuk ideal dari perencanaan kerja tim sapuangin untuk menghadapi ketiga kompetisi ini didapatkan. *Project Human Resources Management* dengan menggunakan metode *sharing resources* dapat menyeimbangkan beban kerja pada setiap anggota tim pada pengerjaan aktifitas SEM dan SFJ. Namun dalam aktualisasinya terdapat beberapa kekurangan dari waktu kerja dan perencanaan SDM. Waktu kerja dimulai pada pukul 07:00 malam hingga 12:00 malam dan tidak tertibnya pelaksanaan pekerjaan menyebabkan banyak pekerjaan yang tidak selesai sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Pengerjaan untuk aktifitas SFJ baru dimulai ketika pengerjaan untuk kendaraan SEM telah selesai. Hal ini menyebabkan keterlambatan pengerjaan aktifitas SFJ.

**Kata Kunci:** ITS Team Sapuangin, *Work Breakdown Structure*, *Critical Path Method*, Manajemen proyek.

# **DESIGNING THE ITS TEAM SAPUANGIN PLANNING SYSTEM AND ORGANIZATION USING PROJECT MANAGEMENT**

Name : Akhmad Ittang Anwarsyah  
NRP : 2110 100 001  
Department : Teknik Mesin FTI-ITS  
Advisor : Ir. WITANTYO, M.Eng.Sc

## **Abstract**

ITS Team Sapuangin was a team from the Institut Teknologi Sepuluh Nopember which participated in many competitions of automotive sector at both national and international levels. Every year the team are competing in KMHE (*Kontes Mobil Hemat Energi*), SEM (Shell Eco Marathon) Asia, and SFJ (Student Formula Japan). The team consist of 20 full time students that has only limited time left to work on Sapuangin Project, building car for the competition, working on the documentation required and general affair purpose. Their very tight schedule would draw some bad circumstance on this team. In that cases, this thesis was created in order to design a project planning system and work distribution among every sapuangin team members.

Those circumstance was to overcome by applying project management professionally. Work Breakdown Structure was used to split up the whole work plan on those three competition into the smaller and measurable activities. Duties should be done according to the hierarchy of the work plan on each activity. HR divided and allocated to each activity so that the work time could be estimated. Those three competitions defined as an individual project that should be done using sharing resource method. Critical Path Method was used to establish network planning to advance the completion of all projects in this

competition. To help the data processing, Microsoft Project 2013 version is used.

As the result for this design, the ideal form of sapuanging teamwork planning to face those three competition achieved. Project Human Resources Management coupled with the sharing resources method could balance the assessment on each member of the team in workmanship of SFJ and SEM activities. Yet, there are some shortcomings in the actualization of working time and human resource planning. Working time should be started at 4:00 pm until 12:00 pm and an undisciplined to implementation of the work causes a lot of work that was not completed according to the predetermined time. Some of the SFJ activities was also delayed due to late start after every activities of SEM have been completed. It was suggested that the number of the team member should be increases to reduce peak loads of several team members.

## DAFTAR ISI

**LEMBAR JUDUL**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ABSTRAK.....i**

**KATA PENGANTAR .....iv**

**DAFTAR ISI .....vi**

**DAFTAR GAMBAR .....ix**

**DAFTAR TABEL .....xi**

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 PENDAHULUAN..... 1

1.2 RUMUSAN MASALAH..... 5

1.3 TUJUAN PENELITIAN..... 5

1.4 BATASAN MASALAH ..... 5

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN TUGAS AKHIR..... 6

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 MANAJEMEN PROYEK..... 7

2.1.1 Perencanaan Proyek..... 8

2.1.2 Perencanaan Jaringan ..... 10

2.1.3 Cara Perencanaan Jaringan ..... 11

2.1.4 Penentuan Waktu ..... 12

2.1.4.1 Lintasan Kritis ..... 12

2.1.4.1.1 Prinsip-Prinsip CPM ..... 13

2.1.4.1.2 Penentuan Biaya dalam CPM ..... 14

2.1.5 Notasi yang digunakan ..... 15

2.1.6 Asumsi dan Perhitungan..... 16

2.1.6 .1 Perhitungan Maju ..... 18

2.1.6 .2 Perhitungan..... 18

2.1.6.3 Perhitungan Kelonggaran Waktu..... 19

2.2 WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS) .....	20
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN .....	27
3.2 METODELOGI PENELITIAN .....	28
3.2.1 Pengumpulan Data.....	28
3.2.2 Studi Literatur dan Perumusan Masalah.....	29
3.2.3 Pengolahan Data .....	29
3.2.3.1 Perencanaan Work Breakdown Sturcture.....	29
3.2.3.2 Penyusunan Network Diagram.....	29
3.2.3.3 Perhitungan Lintasan Kritis .....	29
<b>BAB IV PERANCANGAN</b>	
4.1 SKEMA DAN TAHAPAN PERANCANGAN PROYEK .....	37
4.1.1 Tahap Inisiasi .....	37
4.1.2 Proses Perencanaan .....	38
4.1.3 Proses Eksekusi.....	40
4.2 PERENCANAAN PROYEK .....	41
4.2.1 Perencanaan KMHE .....	41
4.2.1.1 Evaluasi.....	41
4.2.1.2 Tujuan.....	41
4.2.1.3 Sasaran .....	41
4.2.1.4 Perancangan WBS .....	42
4.2.1.5 Perencanaan Waktu Pengerjaan .....	48
4.2.1.6 Keseluruhan Perencanan KMHE.....	51
4.2.1.7 Perencanaan SDM.....	53
4.2.2 Perencanaan SEM dan SFJ.....	54
4.2.2.1 Evaluasi.....	54
4.2.2.2 Tujuan.....	54
4.2.2.3 Sasaran .....	55
4.2.2.4 Perancangan WBS .....	55
4.2.2.4.1 Perancangan WBS SEM .....	55
4.2.2.4.2 Perancangan WBS SFJ.....	60
4.2.2.5 Perencanaan Waktu Pengerjaan.....	67
4.2.2.6 Keseluruhan Perencanaan .....	68
4.2.2.6.1 Keseluruhan Perencanaan SEM.....	68

4.2.2.6.2 Keseluruhan Perencanaan SFJ.....	70
4.2.2.7 Perencanaan SDM.....	78

## **BAB V AKTUALISASI**

5.1 AKTUALISASI.....	67
5.1.1 Aktualisasi KMHE.....	67
5.1.1.1 Aktualisasi Project Scope Management .....	67
5.1.1.2 Aktualisasi Project Time Management.....	68
5.1.1.3 Aktualisasi Project Human Resource Management.....	68
5.1.2 Aktualisasi SEM dan SFJ.....	70
5.1.2.1 Aktualisasi Project Scope Management .....	70
5.1.2.1.1 Aktualisasi SEM .....	70
5.1.2.1.2 Aktualisasi SFJ .....	71
5.1.2.2 Aktualisasi Project Time Management.....	71
5.1.2.3 Aktualisasi Project Human Resource Management.....	73
5.1.2.4 Aktualisasi Project Cost Management.....	74

## **BAB VI KEIMPULAN DAN SARAN**

6.1 KESIMPULAN .....	77
6.2 SARAN.....	78

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **BIODATA PENULIS**

## DAFTAR GAMBAR

### BAB II

Gambar 2.1 <i>Project Life Cycle</i> PMBOK 2013 .....	9
Gambar 2.2 Hubungan Antara Waktu dan Biaya pada Keadaan Normal dan <i>Crash</i> .....	15
Gambar 2.3 Simbol Aktifitas .....	17
Gambar 2.4 <i>Brust Event</i> .....	18
Gambar 2.5 Interaksi WBS pada Panduan PMBOK edisi tahun 2000 .....	22
Gambar 2.6 WBS diagram.....	24
Gambar 2.7 Struktur WBS.....	25

### BAB III

Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan.....	28
Gambar 3.2 Gambar Jaringan .....	31
Gambar 3.3 Peletakan Notasi .....	33

### BAB IV

Gambar 4.1 Work Breakdown Structure KMHE .....	43
Gambar 4.2 Work Breakdown Structure Tahap Inspeksi ...	44
Gambar 4.3 Notes Pada Pengecekan Body Tahap Inspeksi	45
Gambar 4.4 Work Breakdown Structure Peningkatan Evaluasi Kendaraan .....	46
Gambar 4.5 Work Breakdown Structure Pengiriman Kendaraan KMHE .....	47
Gambar 4.6 Working Time perencanaan tim sapuangin ...	49
Gambar 4.7 Working Time yang telah disesuaikan.....	50
Gambar 4.8 Daftar SDM tim sapuangin dalam KMHE .....	53
Gambar 4.9 Work Breakdown Structure SEM .....	56
Gambar 4.10 Work Breakdown Structure body SEM .....	57
Gambar 4.11 Work Breakdown Structure Chassis SEM....	58
Gambar 4.12 Work Breakdown Structure SFJ .....	60
Gambar 4.13 Work Breakdown Structure Pengumpulan Berkas .....	61
Gambar 4.14 Work Breakdown Structure Pembuatan Bagian Kendaraan .....	62

Gambar 4.15 Work Breakdown Structure Engine 1 .....	63
Gambar 4.16 Work Breakdown Structure Engine 2 .....	63
Gambar 4.17 Work Breakdown Structure Body and Frame .....	66
Gambar 4.18 Daftar SDM untuk SEM dan SFJ .....	78

## **BAB V**

Gambar 5.1 <i>Project Scope Management</i> dalam Aktifitas KMHE.....	67
Gambar 5.2 <i>Work Status Resource</i> pada aktifitas KMHE ..	69
Gambar 5.3 <i>Overlocated Sttus Resource</i> pada aktifitas KMHE.....	69
Gambar 5.4 Penambahan Pembuatan <i>Positive Moulding</i> pada body.....	70
Gambar 5.5 Celah Pengerjaan Aktifitas SEM dan SFJ .....	72
Gambar 5.6 <i>Work Status Resources</i> Aktifitas SEM dan SFJ .....	73
Gambar 5.7 <i>Overlocated Resources</i> pada aktifitas SEM dan SFJ .....	74
Gambar 5.8 Pengeluaran untuk <i>Intake dan Exhaust System</i> .....	75

## DAFTAR TABEL

### **BAB III**

Tabel 3.1 Tabel Aktifitas .....	31
---------------------------------	----

### **BAB IV**

Tabel 4.1 Keseluruhan Aktifitas KMHE .....	51
--	----

Tabel 4.2 Keseluruhan Aktifitas SEM.....	68
--	----

Tabel 4.3 Keseluruhan Aktifitas SFJ .....	70
---	----

### **BAB V**

Tabel 5.1 Aktifitas pengerjaan body dipercepat .....	72
--	----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pendahuluan**

ITS Tim Sapu Angin adalah tim perwakilan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dalam kompetisi nasional maupun internasional dibidang otomotif. Adapun komposisi tim terdiri dari mahasiswa mahasiswi berbagai jurusan ITS. Pada awalnya, tim ini hanya mengikuti kompetisi *Shell Eco Marathon Asia*, namun seiring dengan kemampuan yang berkembang signifikan, ITS Tim Sapu Angin mampu meningkatkan kompetisi yang diikuti sebanyak tiga kompetisi. Tidak hanya turut sebagai peserta, ITS Tim Sapu Angin hadir sebagai pemenang. Tim ini telah berhasil mendapat beberapa penghargaan ditingkat nasional dan internasional. Adapun kisaran jadwal tiga kompetisi yang biasanya diikuti selama satu tahun kepengurusan tim (September 2015 - September 2016) yaitu, Kompetisi Mobil Hemat Energi (KMHE) pada bulan November, *Shell Eco Marathon (SEM)* pada bulan Februari dan *Formula Society of Automotive Engineer (FSAE)* pada bulan desember.

Kompetisi Mobil Hemat Energi (KMHE) adalah kompetisi mobil hemat energi berskala nasional yang mulai diselenggarakan pada tahun 2012 hingga tahun sekarang. KMHE dikuti oleh hampir seluruh perguruan tinggi diIndonesia dimana lomba ini memiliki empat kategori kompetisi berdasarkan jenis bahan bakar mobil dan dua kategori kompetisi berdasarkan tipe mobil. Pada awalnya, kompetisi ini diselenggarakan hanya sebagai kompetisi persiapan bagi seluruh peserta SEM Asia yang berasal dari Indonesia, namun seiring berjalannya waktu kompetisi ini telah menjadi kompetisi yang semakin kompetitif.

*Shell Eco Marathon (SEM)* adalah kompetisi hemat energi berskala internasional yang diadakan diManila, Filipina. Kompetisi yang merupakan dasar pemikiran KMHE ini diadakan diberbagai benua didunia, namun kompetisi ini baru dilaksanakan

diasia pada tahun 2010. ITS Tim Sapu Angin telah berhasil menjadi juara bertahan semenjak kompetisi ini diadakan.

*Formula Society of Automotive Engineer (FSAE)* adalah kompetisi tingkat mahasiswa dimana sejumlah mahasiswa mendesain, merakit dan melombakan mobil dengan jenis *open wheel car*. *Student Formula Japan (SFJ)* adalah merupakan bagian dari kompetisi FSAE dimana untuk regional Asia diadakan di Jepang. Tahun 2013 merupakan keikutsertaan pertama tim pada kompetisi ini dengan meraih gelah *Best Rookie* yang menjadi kan tonggak awal untuk kiprah ITS Team Sapu Angin untuk berlaga dikompetisi serupa mendatang.

Kompetisi yang diikuti oleh ITS Tim Sapu Angin memiliki tingkat kerumitan yang berbeda-beda. KMHE dan SEM Asia merupakan kompetisi yang sudah cukup sering diikuti sehingga beban kerja dari tahun ke tahun akan lebih ringan. Namun akan berbeda dengan beban kerja SFJ yang lebih berat karena kompetisi tersebut baru diikuti beberapa tahun terakhir oleh tim ini. Namun menjadi juara bertahan semenjak SEM bergulir, ITS Tim Sapu Angin menghadapi persaingan yang ketat dari para kompetitor lainnya.

Padatnya jadwal ketiga kompetisi, keterbatasan jumlah Sumber Daya Manusia (SDM), dan singkatnya waktu yang tersedia menimbulkan potensi terjadinya berbagai permasalahan pada tim ini baik dari segi teknikal maupun manajerial. Dengan tiga kompetisi ini, jumlah SDM (Sumber Daya Manusia) yang terbatas dan waktu yang terbatas pula menyebabkan berbagai permasalahan terjadi pada tim ini. Pembebanan kompetisi yang berbeda, Waktu yang terbatas dan distribusi SDM yang tidak merata pada setiap aktifitas adalah beberapa permasalahan yang dialami oleh tim selama satu periode. Pembebanan pada tiap kompetisi yang berbeda beda ini mengakibatkan terjadi ketidakseimbangan dalam pembebanan kerja serta *time line* kerja anggota tim selama mempersiapkan dan mengikuti ketiga kompetisi ini.

SEM yang merupakan kompetisi yang setiap tahun diikuti oleh ITS Tim Sapu Angin hingga saat ini membutuhkan minimal 4 orang anggota untuk setiap mobilnya. SEM asia berdasarkan keikutsertaan tahun lalu ITS Tim Sapu Angin mengikuti 2 Kategori dengan 2 mobil yang berbeda. Kebutuhan pada KMHE sama dengan SEM namun pada umumnya ITS Tim Sapu Angin mengirimkan 4 Mobil. SFJ membutuhkan lebih banyak SDM mengingat dalam pengerjaan dan pelaksanaan kompetisi jauh lebih berat dibandingkan dengan kedua kompetisi lainnya. Pada umumnya jumlah anggota tim untuk mengikuti kompetisi SFJ berjumlah 20 orang dengan pembagian 6 divisi Teknis dan 3 divisi non Teknis.

Durasi antar waktu pelaksanaan KMHE dan SEM yang hanya terpaut tiga bulan menjadi sebuah permasalahan yang selalu dihadapi oleh ITS Tim Sapu Angin setiap tahunnya. Hal tersebut mengakibatkan persiapan dan pengembangan untuk mencapai hasil yang lebih optimal sulit dilakukan mengingat setiap tahun regenerasi tim harus terus berjalan. KMHE yang semakin kompetitif memaksa ITS Tim Sapu Angin untuk terus berkembang, namun permasalahan durasi waktu persiapan KMHE yang singkat menyebabkan pengembangan mobil sulit dilakukan. Pelaksanaan SEM yang berada diluar negeri membutuhkan waktu untuk pengiriman mobil kurang lebih selama satu bulan. Dua bulan setelah KMHE menjadi jangka waktu persiapan dan pengembangan mobil untuk berlaga diSEM. Pada bulan September ITS Tim Sapu Angin kembali berlaga dikompetisi SFJ yang berarti hanya memiliki waktu selama 6 bulan untuk persiapan. Mobil yang harus selalu baru pada setiap kompetisi SFJ ini menjadi kan jangka waktu untuk persiapan mobil ini menjadi begitu singkat. Pembuatan Mobil yang harus selalu baru ini membuat pengembangan mobil kurang begitu optimal. Hasil yang lebih optimal menjadi sebuah kesulitan yang dihadapi oleh ITS Tim Sapu Angin selama ini.

Struktur organisasi ITS Tim Sapu Angin terdiri atas enam bagian Divisi Teknis dan tiga bagian Divisi Non Teknis. Divisi

Teknis antara lain Divisi *Engine*, Divisi *Drive Train*, Divisi *Body*, Divisi *Chassis*, Divisi *Electrical* dan Divisi *Vehicle Dynamic*. Sedangkan untuk Divisi Non Teknis antara lain Divisi *Sponsorship*, Divisi Administrasi dan Divisi *Finance*.

Pengembangan mobil pada setiap lomba memiliki fokus yang berbeda-beda sehingga menyebabkan distribusi pada setiap divisi tidak merata. KMHE dan SEM sebagai ajang mobil hemat sehingga lebih fokus pada mobil ringan dan chasiss kuat, sedangkan SFJ sebagai ajang beradu kecepatan lebih fokus pada kestabilan kendaraan dan bentuk *body* yang aerodinamis. Pada saat SEM dan KMHE jumlah anggota pada Divisi *Chassis* harusnya lebih diperbanyak dibandingkan dengan *body* mengingat hal ini yang merupakan fokus utama sedangkan pada SFJ jumlah anggota *Body* harus lebih banyak. Jumlah Anggota tim serta pembagian divisi yang sama dari awal hingga akhir periode tim ini menjadi tidak seimbang nya distribusi kerja.

Menurut penelitian dari Czurchry dan Yasin (2003) Proyek harus meliputi 3 model (Pengambilan Keputusan, Kritis dan Technical) dari sebuah lingkaran proyek. Technical Skill meliputi pentingnya manajemen proyek pada suatu proyek. Menurut Archer dan Ghasemzadeh, 1999 Dalama pandangan tradisonal bahwa kesuksesan sebuah proyek bergantung pada penjadualan waktu kerja, biaya dan obyektifitas kualitas (*The Iron Triangle*). Kriteria financial digunakan untuk mengukur peforma suatu proyek, meliputi pengembalian modal dan analisa biaya dan keuntungan. Dalam kesuksesan sebuah proyek dibutuhkan sebuah pendistribusian beban yang efektif pada setiap tenaga kerja. Berbagai permasalahan yang terjadi diatas serta berdasarkan penilitan sebelumnya mengenai kesuksesan sebuah proyek menyebabkan perlunya diadakan penelitian mengenai *time line* kerja, distribusi pekerjaan dan komposisi tim (*Project management*) yang se-efesien mungkin agar Tim ini dapat lebih optimal untuk mencapai target.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana timeline kerja dari ITS Tim Sapu Angin untuk menghadapi 3 kompetisi berurutan?
2. Bagaimana distribusi beban kerja, jadwal kerja dan target untuk setiap aktifitas pada setiap anggota tim agar bekerja lebih efisien dan terarah?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Dengan mengacu pada rumusan masalah diatas, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisa seluruh aktifitas tim selama satu periode dengan 3 lomba untuk mendapatkan timeline kerja yang baik.
2. Merancang beban kerja setiap anggota tim agar proyek dapat berjalan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.
3. Merancang jumlah dan organisasi anggota tim yang paling sesuai.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan Masalah yang terdapat pada tugas akhir ini adalah:

1. Pendanaan untuk seluruh aktifitas tim selalu tersedia
2. Pada Kompetisi KMHE ITS Tim Sapu Angin menurunkan 4 Mobil (Urban Gasoline, Urban Diesel, Prototype Diesel, dan Prototype Ethanol)
3. Pada Kompetisi SEM ASIA ITS Tim Sapu Angin menurunkan 1 mobil (Urban Diesel)
4. Pada Kompetisi SFJ ITS Tim Sapu Angin menurunkan 1 mobil.

### **1.5 Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

Penulisan Tugas Akhir ini disusun sebagai berikut:

- BAB I**      Pendahuluan  
Bab ini berisi mengenai latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir
- BAB II**     Tinjauan Pustaka  
Bab ini berisi mengenai dasar-dasar ilmu yang mendukung pengerjaan tugas akhir ini.
- BAB III**    Metode Penelitian  
Bab ini berisi urutan langkah langkah penyusunan manajemen proyek pada tim sapuangin ITS.
- BAB IV**     Perancangan  
Bab ini membahas mengenai perancangan kerja pada tim sapuangin ITS untuk menghadapi ketiga kompetisi.
- BAB V**      Aktualisasi  
Bab ini membahas mengenai aktualisasi dari perencanaan kerja.
- BAB VI**     Kesimpulan  
Bab ini berisi mengenai kesimpulan dan saran dari perencanaan kerja tim sapuangin ITS.

## **BAB II**

### **Tinjauan Pustaka**

#### **2.1 Manajemen Proyek**

Proyek adalah usaha sementara dilaksanakan untuk menciptakan suatu produk, jasa atau hasil yang unik. Dimana sementara yang berarti mempunyai waktu mulai (*start*) dan waktu selesai (*finish*) yang pasti, sedangkan produk yang unik berarti sesuatu yang kejadiannya hanya sekali, mempunyai tujuan khusus, diselesaikan didalam spesifikasi yang pasti, dibatasi oleh sumberdaya dan anggaran,lingkupnya dapat diurai dengan jelas dan dapat dilaksanakan, hasil (*deliverable*) terukur dan dapat dikuantifikasi, serta dapat direncanakan, dilaksanakan dan dikendalikan.

Sumber-sumber yang dipergunakan dalam pelaksanaan proyek dapat berbentuk barang-barang modal, bahan-bahan setengah jadi, bahan-bahan mentah, tenaga kerja dan waktu. Kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan dalam satu bentuk kesatuan berarti bahwa baik sumber-sumber yang dipergunakan dalam satu proyek maupun hasil-hasil proyek tersebut dapat dipisahkan dari sumber-sumber yang dipergunakan oleh dan hasil-hasil dari kegiatan yang lain. Kegiatan yang dapat direncanakan berarti bahwa:

- Baik biaya maupun hasil-hasil pokok dari proyek dapat dihitung atau diperkirakan
- Kegiatan-kegiatan dapat disusun sedemikian rupa sehingga dengan penggunaan sumber-sumber yang terbatas dapat diperoleh keuntungan yang sebesar mungkin.

Manajemen proyek dapat diartikan sebagai usaha dengan penerapan ilmu pengetahuan, kemampuan, sarana dan teknik/metode pada kegiatan proyek agar dapat memenuhi

kebutuhan para pemangku kepentingan (*stakeholder*) dan harapan dari sebuah proyek.

Sasaran-sasaran utama dalam manajemen proyek dapat di kategorikan sebagai berikut:

1. Pengembangan dan penyelesaian sebuah proyek dalam anggaran yang telah ditentukan, jangka waktu yang telah ditetapkan dan kualitas proyek harus sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah di rumuskan.
2. Menciptakan organisasi dikantor pusat maupun dilapangan yang menjamin beroperasinya pekerjaan proyek secara kelompok.
3. Terciptanya pendelegasian wewenang dan tugas yang seimbang sampai kepada lapisan manajemen yang paling bawah sehingga proses pengambilan keputusan menjadi lebih efektif.
4. Menciptakan iklim kerja yang mendukung baik dari segi sarana, kondisi kerja, keselamatan kerja dan komunikasi timbal balik yang terbuka antara atasan dan bawahan.
5. Menjaga keselarasan hubungan antara orang yang bekerja akan didorong untuk memberikan yang terbaik dari kemampuan dan keahlian mereka.

Dalam mencapai sasaran tersebut diatas, melalui manajemen proyek dengan penerapan proses yaitu keputusan proyek di jalan (*initiating*), selanjutnya dikembangkan sebuah perencanaan (*planning*), pelaksanaan atas rencananya (*executing*), dan selanjutnya dilakukan upaya pengontrolan (*monitoring & controlling*) dan pada akhirnya proyek dinyatakan selesai (*closing*), proses diatas sering disebut *Project Life Cycle*.

### **2.1.1 Perencanaan Proyek**

Langkah pertama dan mendasar dalam formulasi dan pelaksanaan proyek adalah identifikasi dan deskripsi dari tujuan

proyek itu. Tujuan pada tingkat pertama hanya satu dan dinyatakan dalam artinya yang luas disebut obyek utama.



Gambar 2.1 *Project life cycle PMBOK 2013* [7]

Tujuan ini dibagi-bagi dalam tujuan-tujuan tingkat kedua yang disebut tujuan pendukung. Kemudian pada tingkat ketiga, demikian seterusnya. Penyelesaian suatu kombinasi dari tujuan pendukung disuatu tingkat berarti selesainya satu tujuan pada satu tingkat di atasnya.

Perencanaan ditekankan pada kegiatan untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut diatas pada tingkatan masing-masing dalam hirarki itu. Perencanaan membuat skema dari tindakan-tindakan atau prosedur-prosedur, sebelum operasi, menjelaskan tugas-tugas yang diperlukan untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan.

Perencanaan terdiri dari dua fase:

1. Uraian dari tugas-tugas, logika urutan terjadinya, penentuan syarat-syarat sebelumnya yang harus ada agar tugas itu dapat mulai bergerak dan menguraikan hubungan *interrelasi* dan hubungan *interdependensi* antara tugas-tugas itu.

2. Penafsiran waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan tugas-tugas itu, menyatakan kapan suatu tugas dimulai dan kapan hendaknya berakhir, demikian juga kapan selesainya proyek.

### 2.1.2 Perencanaan Jaringan

Perencanaan jaringan (*Network Perencanaan*) merupakan sebuah perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Cara ini penting sekali untuk digunakan oleh mereka yang bertanggung jawab atas bidang-bidang teknik, Produksi, Pemasaran, Administrasi, Penelitian dan lain-lain dimana terutama yang tidak merupakan suatu rangkaian kegiatan yang rutin.

Dalam penyusunan *Network Perencanaan* suatu proyek, pertama-tama kita inventarisasi kegiatan-kegiatan yang terdapat didalam proyek tersebut serta logika ketergantungannya satu sama lain. Dengan mengetahui dua hal tersebut dan dengan menggunakan simbol-simbol. Simbol dari kegiatan dan symbol dari kejadian (*event*) maka rencana mendetail yang merupakan sebuah *network* sudah dapat digambarkan.

Dalam peninjauan dan analisa mengenai unsur waktu, dapat dilihat bahwa terdapat sebuah atau beberapa lintasan tertentu dari kegiatan-kegiatan pada *network* tadi yang menentukan jangka waktu penyelesaian seluruh proyek. Lintasan tersebut dinamakan lintasan kritis. Lintasan yang bukan lintasan kritis mempunyai jangka waktu yang lebih dibanding dengan lintasan kritis, sehingga lintasan yang tidak kritis tadi mempunyai waktu untuk bisa terlambat dan disebut *float* atau *slack*.

*Float* dan *slack* memberikan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas pada sebuah *network* dan ini dipakai pada waktu penggunaan *network* dalam praktek atau digunakan pada waktu mengerjakan penetapan penentuan jumlah material, *equipment* dan tenaga kerja.

Faedah utama dari *network* perencanaan adalah:

1. Dengan harus digambarkan logika ketergantungan dari tiap kegiatan dalam sebuah *network* memaksa kita untuk merencanakan suatu proyek sampai mendetail sebelumnya.

Dengan memperhitungkan dan mengetahui waktu terjadinya tiap-tiap kejadian yang ditimbulkan oleh satu atau beberapa kegiatan, maka kita dapat mengetahui dengan pasti kesukaran-kesukaran yang timbul jauh sebelum terjadinya, sehingga kita segera dapat mengandalkan tindakan-tindakan pencegahan yang diperlukan.

2. Dalam *network* ditunjukkan dengan jelas, dimana hal-hal yang waktu penyelesaiannya sangat kritis dan dimana tidak, sehingga memungkinkan kita untuk mengatur pembagian usaha dan perhatian terhadap hal-hal tersebut.

3. *Network* perencanaan memberikan kepada kita bantuan yang sangat berharga dalam komunikasi.

Memungkinkan dapat dicapainya pelaksanaan proyek yang lebih ekonomis dipandang dari sudut biaya langsung, ketidakragu-raguan dalam penggunaan sumber-sumber tenaga, biaya dan sebagainya.

### **2.1.3 Cara Perencanaan Jaringan**

Untuk pengawasan suatu proyek, beberapa faktor tertentu harus diperhatikan. Faktor-faktor tersebut adalah:

1. Rencana yang harus berdasarkan pada pengertian yang teliti dan tepat pada waktu menentukan kegiatan-kegiatan apa yang harus dilaksanakan serta logika ketergantungan satu sama lain.
2. Waktu, baik yang mengenai masing-masing kegiatan maupun yang mengenai proyek keseluruhan.
3. Sumber-sumber tenaga, equipment dan material yang diperlukan.
4. Biaya.

Banyak faktor-faktor lain yang juga diperhatikan, tetapi biasanya tidak perlu secara analitis dan mendetail.

Sebuah rencana jaringan harus dikembangkan oleh merekan yang merasa bertanggung jawab sekali atas terlaksanannya proyek dengan sebaik-baiknya.

#### **2.1.4 Penentuan Waktu**

Setelah *network* suatu proyek dapat digambarkan, langkah berikutnya adalah mengestimasi waktu yang diperlukan untuk masing-masing aktifitas dan menganilisi seluruh diagram *network* untuk menentukan waktu terjadinya masing-masing kejadian (*event*).

Dalam mengestimasi dan menganalisis waktu ini, akan kita dapatkan satu atau beberapa lintasan tertentu dari kegiatan pada *network* tersebut yang menentukan jangka waktu penyelesaian seluruh proyek. Lintasan ini disebut lintasan kritis (*critical path*). Disamping lintasan kritis ini terdapat lintasan-lintasan lain yang mempunyai jangka waktu yang lebih pendek daripada lintasan kritis. Dengan demikian maka lintasan yang tidak kritis ini mempunyai waktu untuk bisa terlambat yang dinamakan *float*.

*Float* memberikan sejumlah kelonggaran waktu dan elesatisitas pada sebuah *network* dan ini dipakai pada waktu penggunaan *network* dalam praktek atau digunakan pada waktu mengerjakan penentuan jumlah material, peralatan dan tenaga kerja. *Float* ini terbagi atas dua jenis yaitu *total float* dan *free float*.

##### **2.1.4.1 Lintasan Kritis (CPM)**

CPM adalah singkatan dari *Critical Path Method* (metode lintasan kritis). CPM merupakan salah satu metode dalam *network planning*. CPM mulai dikembangkan tahun 1957 oleh J.E.Kelly dari Remington Rand dan M.R.Walker dari DuPont. CPM merupakan suatu metode perencanaan dan pengendalian proyek yang merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara

semua sistem yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Jadi, CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

Teknik penyusunan jaringan kerja yang terdapat pada CPM menggunakan AOA (*activity on arrow*), artinya anak panah menunjukkan aktifitas atau pekerjaan dengan beberapa keterangan aktifitasnya. Pengertian CPM seperti yang dikemukakan oleh para ahli dikutipkan seperti berikut: “CPM adalah suatu teknik perencanaan dan pengendalian yang dipergunakan dalam proyek berdasarkan pada data biaya dari masa lampau (*past cost data*)”.

CPM adalah suatu metode yang dirancang untuk mengoptimalkan biaya proyek dimana dapat ditentukan kapan pertukaran biaya dan waktu harus dilakukan untuk memenuhi jadwal penyelesaian proyek dengan biaya seminimal mungkin.

#### **2.1.4.1.1 Prinsip-Prinsip CPM**

Prinsip-prinsip dalam CPM adalah sebagai berikut:

- a. CPM digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan aktifitas yang sudah pernah atau rutin dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui.

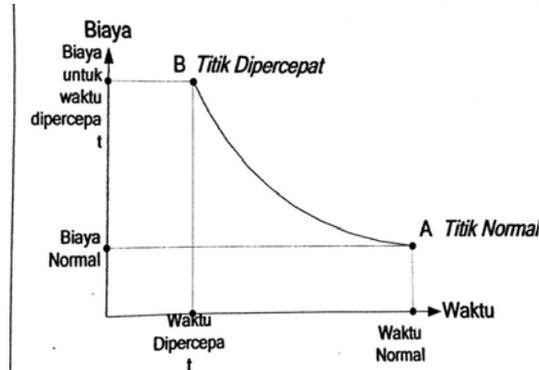
- b. CPM hanya memiliki satu jenis informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek.
- c. CPM menekankan pengoptimalan biaya.
- d. Dalam CPM tanda panah menunjukkan kegiatan .

#### **2.1.4.1.2 Penentuan Biaya dalam CPM**

Suatu proyek menggambarkan hubungan antara waktu terhadap biaya (lihat Gambar 2.1). Perlu dicatat bahwa, biaya disini merupakan biaya langsung misalnya biaya tenaga kerja, pembelian material dan peralatan tanpa memasukkan biaya tidak langsung seperti biaya administrasi dan lain-lain. Adapun istilah-istilah dari hubungan antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya yang dikeluarkan adalah sebagai berikut:

- 1. Waktu Normal  
Adalah waktu yang diperlukan bagi sebuah proyek untuk melakukan rangkaian kegiatan sampai selesai tanpa ada pertimbangan terhadap penggunaan sumber daya.
- 2. Biaya Normal  
Adalah biaya langsung yang dikeluarkan selama penyelesaian kegiatan-kegiatan proyek sesuai dengan waktu normalnya.
- 3. Waktu Dipercepat  
Waktu dipercepat atau lebih dikenal dengan *crash time* adalah waktu paling singkat untuk menyelesaikan seluruh kegiatan yang secara teknis pelaksanaannya masih mungkin dilakukan. Dalam hal ini penggunaan sumber daya bukan hambatan.
- 4. Biaya untuk Waktu Dipercepat  
Biaya untuk waktu dipercepat atau *crash cost* merupakan biaya langsung yang dikeluarkan untuk

menyelesaikan kegiatan dengan waktu yang dipercepat.



Gambar 2.2 Hubungan antara waktu dan biaya antara waktu normal dan *crash* [2]

### 2.1.5 Notasi yang digunakan

Untuk memudahkan perhitungan penentuan waktu ini digunakan notasi-notasi sebagai berikut :

TE = *earliest event occurrence time*, yaitu saat tercepat terjadinya event.

TL = *latest event occurrence time*, yaitu saat paling lambat terjadinya event.

ES = *earliest start time*, yaitu saat tercepat dimulainya aktifitas.

EF = *earliest activity finish time*, yaitu saat tercepat diselesaikannya aktifitas.

LS = *latest activity start time*, yaitu saat paling lambat dimulainya aktifitas.

LF = *latest activity finish time*, yaitu saat paling lambat diselesaikannya suatu aktifitas

$T$  = *activity duration time*, yaitu waktu yang diperlukan untuk suatu aktifitas (biasa dinyatakan dalam hari).

$TF$  = *total slack/total float*.

$FF$  = *free slack/free float*.

### 2.1.6 Asumsi dan Perhitungan

Dalam perhitungan waktu juga digunakan tiga asumsi dasar yaitu: Pertama, proyek hanya memiliki satu *initial event* (*start*) dan satu *terminal event* (*finish*). Kedua, saat tercepat terjadinya *initial event* adalah hari ke-nol. Ketiga, saat paling lambat terjadinya *terminal event* adalah  $TL = TE$  untuk event ini.

Adapun cara perhitungan dalam menentukan waktu penyelesaian terdiri dari dua tahap, yaitu perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*).

#### 1. Hitungan Maju (Forward Computation)

Dimulai dari *Start* (*initial event*) menuju *Finish* (*terminal event*) untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan ( $TE$ ), waktu tercepat terjadinya kegiatan ( $ES$ ) dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa ( $EF$ ).

#### 2. Hitungan Mundur

Dimulai dari *Finish* menuju *Start* untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan ( $TL$ ), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan ( $LS$ ) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi ( $LF$ ).

Apabila kedua perhitungan tersebut telah selesai maka dapat diperoleh nilai ***Slack* atau *Float*** yang merupakan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas dalam sebuah jaringan kerja. Terdapat dua macam jenis *Slack* yaitu *Total Slack* dan *Free Slack*.

Untuk melakukan perhitungan maju dan mundur maka lingkaran atau *event* dibagi menjadi tiga bagian seperti gambar 2.3.



Gambar 2.3 Simbol aktifitas

Keterangan:

- a = ruang untuk nomor *event*
- b = ruang untuk menunjukkan waktu paling cepat terjadinya *event* (TE) dan kegiatan yang merupakan hasil perhitungan maju
- c = ruang untuk menunjukkan waktu paling lambat terjadinya *event* (TL) dan kegiatan yang merupakan hasil perhitungan mundur

Dengan demikian, setelah diagram *network* yang lengkap dari suatu proyek selesai digambarkan dan setiap node telah dibagi menjadi tiga bagian seperti diatas, maka mulailah memberi nomor pada masing-masing node. Setelah itu, cantumkan pada setiap anak panah (kegiatan) perkiraan waktu pelaksanaan masing-masing.

Letak angka yang menunjukkan waktu pelaksanaan masing-masing kegiatan ini biasanya dibawah anak panah. Satuan waktu yang digunakan pada seluruh *network* harus sama, misal jam, hari, minggu dan lain-lain. Apabila perhitungan dilakukan dengan tidak menggunakan komputer, maka sebaiknya durasi ini menggunakan angka-angka bulat.

### 2.1.6.1 Perhitungan Maju

Ada tiga langkah yang dilakukan pada perhitungan maju, yaitu:

1. Saat tercepat terjadinya initial event ditentukan pada hari ke-nol, sehingga untuk *initial event* berlaku  $TE = 0$ . (Asumsi ini tidak benar untuk proyek yang berhubungan dengan proyek-proyek lain).
2. Kalau *initial event* terjadi pada hari ke-nol, maka:
3. *Event* yang menghubungkan beberapa aktifitas (*merge event*).

Sebuah *event* hanya dapat terjadi jika aktifitas-aktifitas yang mendahului telah diselesaikannya. Maka saat paling cepat terjadinya sebuah *event* sama dengan nilai terbesar dari saat tercepat untuk menyelesaikan aktifitas-aktifitas yang berakhir pada *event* tersebut.

### 2.1.6.2 Perhitungan Mundur

Seperti halnya pada perhitungan maju, pada perhitungan mundur ini pun terdapat tiga langkah, yaitu:

1. Pada *terminal event* berlaku  $TL - TE$ .
2. Saat paling lambat untuk memulai suatu aktifitas sama dengan saat paling lambat untuk menyelesaikan aktifitas itu dikurangi dengan duration aktifitas tersebut.

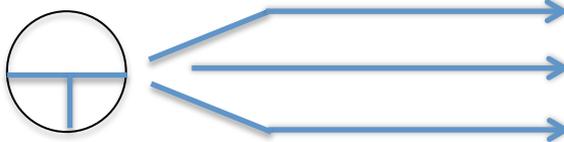
$$LS = LF - t$$

$$LF_{(i,j)} = TL \text{ dimana } TL = TE$$

Maka

$$LS_{(ij)} = TL_{(j)} - t_{(ij)}$$

3. *Event* yang mengeluarkan beberapa aktifitas (*burst event*)



Gambar 2.4 Brust event

Setiap aktifitas hanya dapat dimulai apabila event yang mendahuluinya telah terjadi. Oleh karena itu, saat paling lambat terjadi suatu event sama dengan nilai terkecil dari saat-saat paling lambat untuk memulai aktifitas-aktifitas yang berpangkal pada event tersebut.

$$TL_{(i)} = \min (LS_{(i,j1)}, LS_{(i,j2)}, \dots, LS_{(i,jn)})$$

### 2.1.6.3 Perhitungan kelonggaran waktu

Setelah perhitungan maju dan perhitungan mundur selesai dilakukan, maka berikutnya harus dilakukan perhitungan kelonggaran waktu (*float/slack*) dari aktifitas ( $i,j$ ) yang terdiri dari *total float* dan *free float*.

*Total float* adalah jumlah waktu dimana waktu penyelesaian suatu aktifitas dapat diundur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dari penyelesaian proyek secara menyeluruh. Karena itu, *total float* ini dihitung dengan cara mencari selisih antara saat paling lambat dimulainya aktifitas dengan saat paling lambat dimulainya aktifitas (LS-LE), atau biasa juga dengan mencari selisih antara saat paling lambat diselesaikannya aktifitas dengan saat paling cepat diselesaikannya aktifitas (LF-EF). Dalam hal ini cukup dipilih salah satu saja.

Jika menggunakan persamaan  $S = LS - ES$ , maka *total float* aktifitas ( $i,j$ ) adalah:

$$S = LS - ES$$

Dari perhitungan mundur kita tahu bahwa  $LS = TL - t$ . Sedangkan perhitungan maju  $ES = TE$ . Maka :

$$S = TL - t - TE$$

Jika menggunakan persamaan  $S = LF - EF$ , maka *total float* aktifitas (i,j) adalah :

$$S = LF - EF$$

Dengan perhitungan maju  $EF = TE + t$

Sedangkan perhitungan Mundur  $LF = TL$  maka:

$$S = TL - TE - t$$

Yang dimaksud dengan *free float* adalah jumlah waktu dimana penyelesaian suatu aktifitas yang lain atau saat paling cepat terjadinya event lain pada *network*.

*Free float* aktifitas (i,j) dihitung dengan cara mencari selisih antara saat tercepat terjadinya *event* diujung aktifitas dengan saat tercepat diselesaikannya aktifitas (i,j) tersebut, atau:

$$SF = TE - EF$$

Dari perhitungan maju didapat  $EF = TE + t$  maka:

$$SF = TE - TE - t$$

Suatu aktifitas yang tidak mempunyai kelonggaran *float* disebut aktifitas kritis. Dengan kata lain aktifitas kritis mempunyai  $S = SF = 0$ . Aktifitas-aktifitas ini membentuk lintasan kritis yang dimulai dari *intial event* sampai ke *terminal event*.

Bila waktu merupakan faktor yang sangat menentukan keberhasilan proyek, maka lintasan kritis inilah yang perlu dikendalikan.

## 2.2 Work Breakdown Structure (WBS)

WBS (*work Breakdown Structure*) adalah suatu metode pengorganisasian proyek menjadi struktur pelaporan hierarkis. WBS digunakan untuk melakukan *breakdown* atau memecahkan tiap proses pekerjaan menjadi lebih detail. Hal ini dimaksudkan agar proses perencanaan proyek memiliki tingkat yang lebih baik.

WBS disusun berdasarkan dasar pembelajaran seluuuh dokumen proyek yang meliputi kontrak, gambar-gambar, dan spesifikasi. Proyek kemudian diuraikan menjadi bagian-bagian

dengan mengikuti pola struktur dan hirarki tertentu menjadi item-item pekerjaan yang cukup terperinci, yang disebut sebagai *Work Breakdown Structure*.

Panduan PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) menuliskan bahwa Struktur Perincian Kerja (WBS) sebagai output dari lingkup proyek definisi (*Project Management Institute 2000*). Mendefinisikan lingkup manajemen proyek sebagai:

Proses yang diperlukan untuk memastikan bahwa proyek tersebut mencakup semua pekerjaan yang diperlukan, dan hanya pekerjaan yang diperlukan, untuk menyelesaikan proyek dengan sukses (*Project Management Institute 2000*).

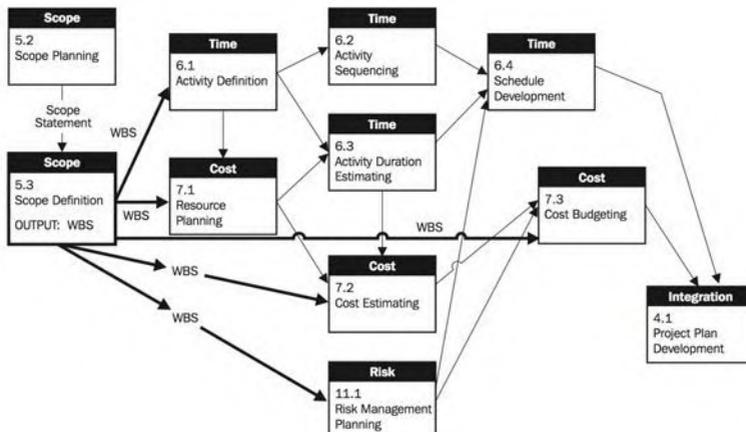
Berdasarkan definisi ini, WBS memiliki dua tujuan:

- Memastikan bahwa proyek tersebut mencakup semua pekerjaan yang diperlukan.
- Memastikan bahwa proyek tersebut mencakup tidak ada pekerjaan yang tidak perlu.

Kedua tujuan ini menjadi perhatian besar bagi manajer proyek. Jika WBS tidak memenuhi salah satu dari dua gol tersebut, maka kemungkinan proyek akan gagal. Jika pekerjaan yang diperlukan dihilangkan, proyek ini akan hampir pasti akan tertunda dan mungkin mengalami kelebihan biaya. Jika pekerjaan yang tidak perlu namun tetap dilakukan, maka waktu pelanggan dan uang akan sia-sia. WBS membantu dalam mengembangkan visi yang jelas dari produk akhir proyek dan proses secara keseluruhan yang akan dibuat.

Gambar 2.5 dari Panduan PMBOK - Edisi 2000 menggambarkan bagaimana seluruh rencana acuan proyek pada WBS. WBS adalah acuan utama untuk empat proses inti:

- Kegiatan Definisi
- Perencanaan Sumber Daya
- Memperkirakan Biaya
- Anggaran Biaya
- Perencanaan Manajemen Risiko.



Gambar 2.5 Interaksi WBS pada Panduan PMBOK edisi tahun 2000 [7]

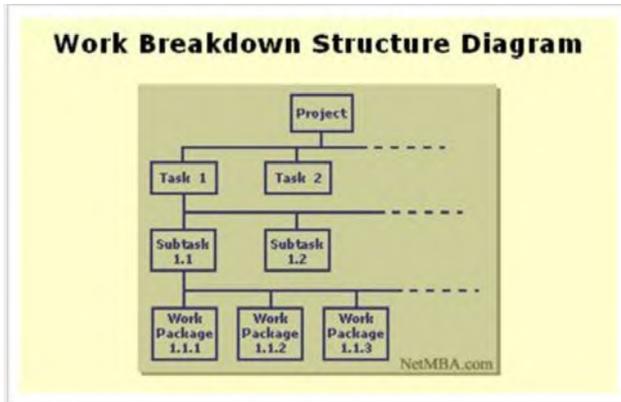
Sesuai dengan gambar dari panduan PMBOK, bahwa seluruh perencanaan proyek dibangun diatas proses ini. Hal ini membuat WBS sebagai dasar untuk:

1. Koordinasi dan perencanaan terintegrasi – WBS memberikan dasar integrasi manajerial proyek meliputi 9 dasar manajemen proyek area dan lima proses manajemen proyek grup.

2. Laporan kinerja – WBS mengatur tentang pengontrolan proses, seperti pendanaan dan matriks proses kinerja terhadap aktifitas.
3. Perubahan kontrol secara keseluruhan – WBS menyediakan untuk identifikasi titik control manajemen yang sesuai yang digunakan untuk memfasilitasi komunikasi dan lingkup control, kualitas, teknis, jadwal dan peforma keuangan.
4. Manajemen Ruang lingkup produk - WBS mengembangkan konsep fasilitas proses dan detail definisi produk.

Keberhasilan manajemen proyek bergantung pada kemampuan manajer proyek untuk mengefektifkan tim proyek untuk menyelesaikan sebuah proyek. Melalui WBS, penyelesaian pekerjaan harus disusun, ditetapkan, direncanakan, dilacak dan dilaporkan. Pekerjaan ini berhubungan langsung dengan jadwal, anggaran dan dukungan yang efektif dari sumber daya.

Struktur dalam WBS mendefinisikan tugas-tugas yang dapat diselesaikan secara terpisah dari tugas-tugas lain, memudahkan alokasi sumber daya, penyerahan tanggung jawab, pengukuran dan pengendalian proyek. Pembagian tugas menjadi sub tugas yang lebih kecil tersebut dengan harapan menjadi lebih mudah untuk dikerjakan dan diestimasi lama waktunya. Sebagai gambaran, *Work breakdown structure* (WBS) dapat diilustrasikan seperti diagram blok berikut.



Gambar 2.6 WBS diagram [10]

Model WBS memberikan beberapa keuntungan, antara lain:

- Memberikan daftar pekerjaan yang harus diselesaikan
- Memberikan dasar untuk mengestimasi, mengalokasikan sumber daya, menyusun jadwal dan menghitung biaya
- Mendorong untuk mempertimbangkan secara lebih serius sebelum membangun suatu proyek.

Dikarenakan WBS merupakan struktur yang bersifat hirarki, maka bisa juga disampikan dalam bentuk skema sebagai pada gambar 2.7.

Setiap proyek menggunakan terminologinya sendiri untuk mengklasifikasi komponen WBS sesuai levelnya dalam hirarki. Sebagai contoh, beberapa organisasi memperlihatkan level-level yang berbeda sebagai tugas (*task*), sub-tugas (*sub-task*) dan paket pekerjaan (*work package*) sebagaimana yang ditunjukkan dalam bagan diatas. Sementara organisasi lain mungkin menggunakan istilah fase (*phase*), entri (*entry*) dan aktifitas (*activity*).

WBS mungkin saja disusun mengikuti pembagian atau pentahapan dalam siklus hidup proyek (*the project life cycle*).

Level-level yang lebih tinggi dari struktur umumnya dikerjakan oleh kelompok-kelompok. Level yang paling rendah dalam hirarki seringkali terdiri dari aktifitas-aktifitas dilakukan secara individual, kendati demikian sebuah WBS yang menitikberatkan pada “*deliverable*” tidak memerlukan aktifitas-aktifitas yang spesifik.

**Work Breakdown Structure Outline**

Level 1	Level 2	Level 3
Task 1		
	Subtask 1.1	
		Work Package 1.1.1
		Work Package 1.1.2
		Work Package 1.1.3
	Subtask 1.2	
		Work Package 1.2.1
		Work Package 1.2.2
		Work Package 1.2.3
Task 2		
	Subtask 2.1	
		Work Package 2.1.1
		Work Package 2.1.2
		Work Package 2.1.3

Gambar 2.7 Struktur WBS [10]

Melakukan rincian sebuah proyek ke dalam bagian-bagian komponen yang lebih kecil akan memudahkan pembagian alokasi sumber daya dan pemberian tanggung jawab individual. Perlu kiranya memberi perhatian pada penggunaan detail level yang layak ketika hendak membuat WBS. Dalam kondisi ekstrim, detail level yang sangat tinggi akan menyerupai hasil dalam manajemen mikro. Sedangkan kondisi ekstrim kebalikannya, tugas-tugas mungkin akan menjadi demikian lebar untuk bisa di-*manage* secara efektif. Kendati demikian, menetapkan tugas-tugas dalam pekerjaan yang berdurasi beberapa hari maupun beberapa bulan merupakan hal yang baik di hampir kebanyakan proyek.

WBS sendiri merupakan pondasi untuk perencanaan proyek. WBS dibuat sebelum ketergantungan diidentifikasi dan lamanya aktifitas pekerjaan diestimasi. WBS juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi tugas-tugas dalam model perencanaan proyek. Oleh karena itu, idealnya rancangan WBS sendiri harusnya telah diselesaikan sebelum pengerjaan perencanaan proyek (*project plan*) dan penjadwalan proyek (*project schedule*).

Dengan memanfaatkan daftar pekerjaan pada WBS, akan dapat diperkirakan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan tersebut. Perkiraan bisa dilakukan dengan mempertimbangan beberapa hal, antara lain ketersediaan sumber daya dan kompleksitas. Selanjutnya dilakukan penjabaran dalam kalender (*flow time*). Beberapa model pendekatan bisa digunakan untuk menghitung perkiraan waktu yang diperlukan:

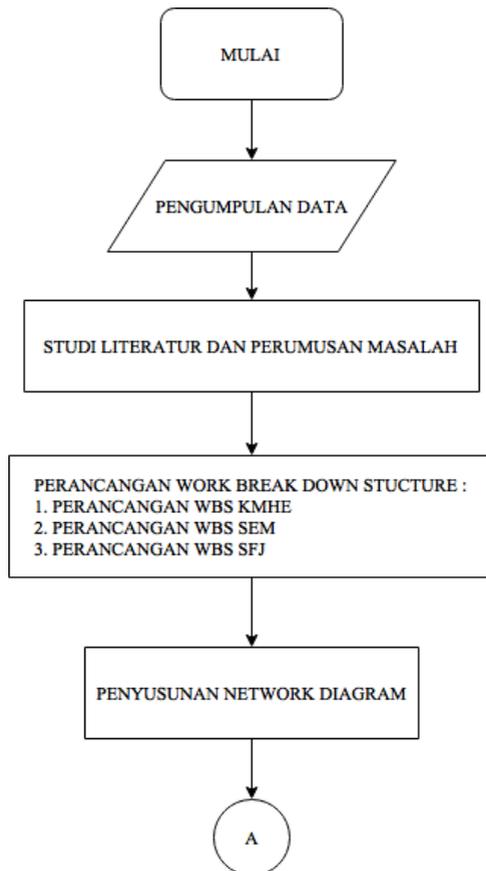
- Most optimistic** :
- Merupakan waktu ideal untuk menyelesaikan pekerjaan, diasumsikan segala sesuatunya berjalan lancar, dan sempurna.
- Most likely** :
- Merupakan waktu yang dibutuhkan pada kondisi kebanyakan, tipikal dan normal.
- Most pessimistic** :
- Merupakan waktu yang dibutuhkan ketika keadaan paling sulit terjadi. Selanjutnya, estimasi waktu dilakukan dan dibagi dalam unit (misal 8 jam/hari).

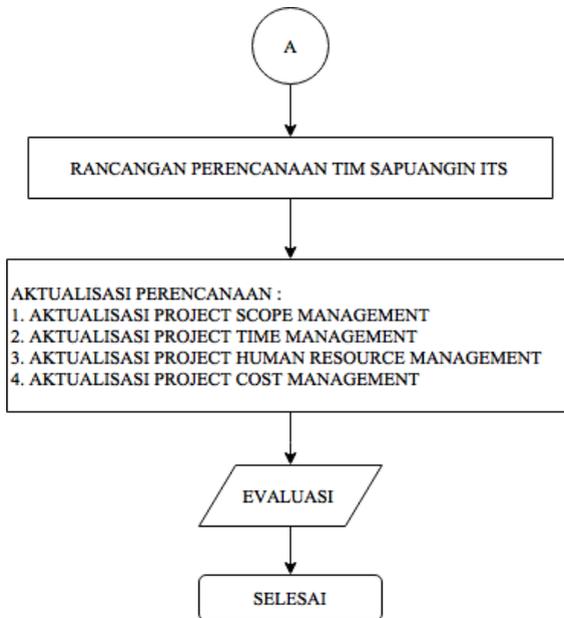
# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini akan dilaksanakan dengan mengikuti diagram alir penelitian sebagai berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## 3.2 Metodologi Penelitian

Diagram alir penelitian pada gambar di atas dijelaskan sebagai berikut.

### 3.2.1 Pengumpulan Data

Dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data terkait dengan penelitian ini. Data yang dikumpulkan berupa data kegiatan ITS Team sapuangin selama satu periode.

1. Data Aktifitas ITS Team sapuangin untuk perancangan dan pembuatan mobil untuk kompetisi KMHE 2015

2. Data Aktifitas ITS Team sapuangan untuk perancangan dan pembuatan mobil untuk kompetisi SEM Asia 2015
3. Data Aktifitas ITS Team sapuangan untuk perancangan dan pembuatan mobil untuk kompetisi SFJ 2015

### **3.2.2 Studi Literatur Dan Perumusan Masalah**

Langkah awal dari penelitian ini adalah melakukan studi literatur terkait dengan penelitian ini. Adapun dari studi literatur yang diperlu diperhatikan adalah mengenai manajemen proyek, network diagram dan *critical path method*. Tahap selanjutnya adalah perumusan masalah pada penelitian ini yaitu berupa bagaimana waktu kerja dari ITS Team Sapuangan untuk menghadapi 3 kompetisi berurutan. Dan bagaimana distribusi beban kerja, jadwal kerja dan target untuk setiap aktifitas pada setiap anggota tim agar bekerja lebih efisien dan terarah.

### **3.2.3 Pengolahan Data**

Setelah data yang diperlukan terkumpul, maka dilakukan pengolahan data sebagai berikut:

#### **3.2.3.1 Perancangan Work Breakdown Structure (WBS)**

Tahap pertama dalam pengolahan data adalah perancangan work breakdown structure dari aktifitas ITS Team Sapuangan. Dalam tahap ini seluruh aktifitas di urutkan berdasarkan tahapan tahapannya. Penyusunan tahapan tahapan yang dilakukan oleh ITS Team sapuangan ini dirancang dengan dilengkapi data untuk setiap aktifitasnya meliputi jumlah tenaga kerja, waktu penyelesaian dan dana yang dibutuhkan.



Langkah selanjutnya adalah penyusunan *work breakdown structure* berdasarkan urutan kompetisi yang akan di ikuti oleh ITS Team sapuangin. Dari tahapan ini dapat ditentukan estimasi waktu setiap aktifitas, volume kerja dan distribusi bebas setiap aktifitas untuk penyelesaian proyek.

### 3.2.3.2 Penyusunan Network Diagram (Jaringan)

Berikut ini adalah langkah – langkah penyusunan network diagram menggunakan metode Critical Path Method (CPM):

#### 1. Mengidentifikasi setiap aktivitas / kegiatan yang dilaksanakan

Dengan adanya pengetahuan tentang aktifitas yang akan dilaksanakan, maka seorang perencana dapat mengklasifikasikan setiap aktifitas, mana yang harus dikerjakan lebih dahulu, mana yang boleh dikerjakan kemudian dan seterusnya. Selain itu, hubungan antar aktifitas perlu diketahui untuk memperoleh gambaran mengenai kemungkinan ketergantungan setiap aktifitas, dalam hal ini waktu dan sumber daya perlu dipertimbangkan. Berikut disajikan satu contoh jaringan kerja sederhana tanpa mempertimbangkan faktor waktu.

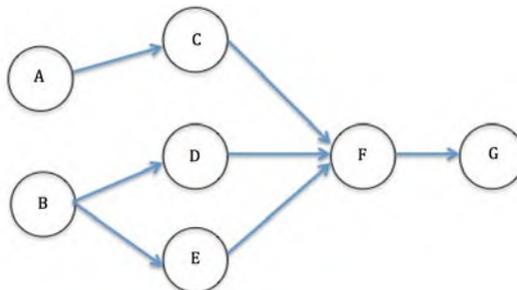
Sebagai contoh, suatu proyek yang dimulai dengan aktifitas A dan B. Setelah aktifitas B

selesai, aktifitas D dan E baru boleh dimulai demikian pula aktifitas C dapat dimulai jika aktifitas A selesai. Aktifitas F hanya boleh dimulai jika aktifitas C, D dan E selesai. Aktifitas G dapat dimulai jika aktifitas E selesai walaupun aktifitas C dan D belum selesai. Seluruh rangkaian aktifitas dianggap selesai jika aktifitas F dan G selesai. Untuk memudahkan melihat dan menggambaranya, maka aktivitas dapat ditulis dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tabel Aktifitas

No	Aktifitas	Aktifitas yang mendahului
1	A	-
2	B	-
3	C	A
4	D	B
5	E	B
6	F	C,D,E
7	G	F

Gambar jaringannya:



Gambar 3.2 Gambar Jaringan

Untuk menolong dan mengetahui letak kejadian pada jaringan yang besar, amak dapat dilakukan pemberian nomor yaitu nomor pada kepala anak panah lebih rendah daripada nomor pada ekor nomor pada anak panah. Dalam hal ini durasi setiap kejadian telah ada atau ditentukan.

**2. Menghitung saat paling cepat terjadinya aktivitas (EET) atau saat paling cepat dimulainya (ES) serta saat tercepat diselesaikannya aktivitas (EF)**

Cara perhitungan yang digunakan adalah perhitungan maju (*forward computation*), dimana perhitungan bergerak dari *initial event* menuju *terminal event*. Sebuah aktifitas hanya dapat terjadi jika aktifitas yang mendahuluinya telah selesai. Saat paling cepat terjadinya aktifitas sama dengan nilai terbesar dari saat tercepat untuk menyelesaikan aktifitas – aktifitas yang berakhir pada aktifitas tersebut.

$$EET_{(j)} = \max (EF_{(1,j)}, EF_{(2,j)}, \dots, EF_{(n,j)} )$$

$$\text{Ket. : } EET_{(j)} = ES_{(i,j)}$$

$$EF_{(1,j)} = ES_{(i,j)} + D_{(i,j)}$$

$i$  = peristiwa awal aktivitas

$J$  = peristiwa akhir aktivitas

$D_{(i,j)}$  = lama aktivitas

Untuk kejadian awal atau hari ke -0 EET nya = 0

3. **Menghitung saat paling lambat terjadinya aktivitas (LET) dan saat paling lambat dimulainya (LS) serta saat paling lambat diselesaikannya aktivitas (LF)**

Cara perhitungan yang digunakan adalah perhitungan mundur (*backward pass*), dimana perhitungan bergerak dari *terminal event* menuju *initial event*. Saat paling lambat terjadinya aktivitas sama dengan nilai terkecil dari saat paling lambat untuk memulai aktivitas yang berpangkal pada aktivitas tersebut.

$$LET_{(j)} = \min (LS_{(i,j1)}, LS_{(1,j2)}, \dots, LS_{(i,jn)})$$

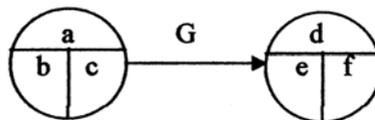
$$\text{Ket. : } LET_{(j)} = LF_{(i,j)}$$

$$LS_{(i,j)} = LF_{(i,j)} - D_{(i,j)}$$

$$D_{(i,j)} = \text{lama aktivitas}$$

Untuk kejadian awal atau hari ke -0 EET-nya = 0

Untuk memudahkan mengidentifikasi hasil perhitungan maju dan mundur dapat digunakan lingkaran aktivitas seperti berikut:



Gambar 3.3 Peletakan Notasi

Keterangan :

a dan d : ruang untuk nomor *node*

- b : ruang untuk menunjukkan ES aktivitas G
- c : ruang untuk menunjukkan LS aktivitas G
- e : ruang untuk menunjukkan EF aktivitas G
- f : ruang untuk menunjukkan LF aktivitas G

#### 4. Menghitung kelonggaran waktu (*Float*)

Kelonggaran waktu (*float time*) adalah jangka waktu yang merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan aktifitas. Dengan ukuran ini dapat diketahui karakteristik pengaruh keterlambatan terhadap penyelenggaraan proyek dan terhadap pola kebutuhan sumber daya dan pola kebutuhan biaya.

Kelonggaran waktu (*float time*) terdiri atas *total float* dan *free float*, yaitu:

*Total float* adalah jumlah waktu dimana waktu penyelesaian suatu aktivitas dapat diundur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dari penyelesaian proyek secara keseluruhan. *Total float* ini dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 TF_{(i,j)} &= LS_{(i,j)} - ES_{(i,j)} \\
 &= LET_{(j)} - D_{(i,j)} - EET_{(i)} \text{ atau} \\
 TF_{(i,j)} &= LF_{(i,j)} - EF_{(i,j)} \\
 &= LET_{(j)} - EET_{(i)} - D_{(i,j)}
 \end{aligned}$$

*Free float* adalah jumlah waktu dimana penyelesaian suatu aktifitas dapat diukur tanpa

mempengaruhi saat paling cepat dari dimulainya aktifitas yang lain atau saat paling cepat terjadinya aktifitas lain pada *network*. *Free float* dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} FF_{(i,j)} &= EET_{(j)} - EF_{(i,j)} \\ &= EET_{(j)} - EET_{(i)} - D_{(i,j)} \end{aligned}$$

### 3.2.3.3 Perhitungan Lintasan Kritis

Suatu hal yang harus diperhatikan dalam pengelolaan proyek adalah lintasan kritis. Ini menjadi penting karena tertundanya pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis dapat mengganggu dan menunda pekerjaan yang lain. Lintasan kritis dalam sebuah *network diagram* adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan – kegiatan kritis, peristiwa – peristiwa kritis, dan *dummy*. *Dummy* hanya ada dalam lintasan kritis bila diperlukan. Lintasan kritis ini dimulai dari peristiwa awal *network diagram* kritis semua.

Setelah menemukan ES, EF, LS, LF dan *float* seluruh aktifitas dengan perhitungan maju dan perhitungan mundur, maka dapat ditemukan aktifitas mana saja yang kritis. Suatu aktifitas yang tidak memiliki *float* disebut lintasan kritis. Dengan kata lain aktifitas kritis mempunyai  $TF - FF = 0$ . Lintasan kritis ini harus diperhatikan sebab dengan bertambahnya aktifitas pada lintasan ini, menyebabkan bertambahnya waktu penyelesaian proyek.

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## **BAB IV PERANCANGAN**

### **4.1 Skema dan Tahapan Perancangan Proyek**

#### **4.1.1 Tahap Inisiasi**

Inisiasi proyek (*project initiation*) adalah tahap awal suatu proyek dimulai. Tahap ini memberikan gambaran global suatu proyek yang berisi ruang lingkup proyek, tujuan proyek, waktu pengerjaan proyek, biaya proyek dan informasi umum lainnya.

Tujuan *project initiation* adalah:

1. Menentukan tujuan proyek secara rinci
2. Mengidentifikasi faktor-faktor penentu keberhasilan proyek (*critical success factor*).
3. Menentukan ruang lingkup, jadwal, dan kebutuhan sumber daya proyek secara garis besar, serta asumsi dan batasan-batasan proyek sebagai acuan dalam membuat perencanaan manajemen proyek (*project management plan*).
4. Menentukan kriteria keberhasilan proyek.

Dalam tugas akhir ini, terdapat tiga proyek yang akan dilaksanakan yaitu, KMHE 2015, SEM 2016 dan SFJ 2016. Berikut merupakan detail proyek tersebut.

#### **1. Kompetisi Mobil Hemat Energi**

Tempat Pelaksanaan: Malang

Ruang Lingkup Proyek : Lomba Mobil Hemat Energi

Jumlah anggota yang terlibat : 21 Orang

Waktu pengerjaan : 26 Agustus s/d 30 Oktober 2015

## **2. *Shell Eco Marathon Asia***

Tempat Pelaksanaan: Manila

Ruang Lingkup Proyek : Lomba Mobil Hemat Energi

Jumlah anggota yang terlibat : 7 orang

Waktu pengerjaan : 1 September 2015 s/d 8 Maret 2016

## **3. *Student Formula Japan***

Tempat Pelaksanaan: Japan

Ruang Lingkup Proyek : Lomba Mobil Cepat

Jumlah anggota yang terlibat : 21 Orang

Waktu pengerjaan : 1 September 2015 s/d 20 September 2016

### **4.1.2 Proses Perencanaan**

Pelaksanaan sebuah proyek dimulai dengan tiga aspek penting yaitu, perencanaan, penyusunan jadwal serta pengendalian proyek agar diperoleh hasil yang sesuai dengan perencanaan. Oleh karena itu pembahasan lebih mendalam mengenai tiga aspek tersebut diperlukan.

Perencanaan adalah suatu proses meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya demi tercapainya tujuan kegiatan. Perencanaan memberikan peranan penting dalam alokasi sumber daya untuk pelaksanaan kegiatan. Secara garis besar, perencanaan berfungsi untuk meletakkan dasar

sasaran proyek, yaitu penjadwalan, anggaran dan mutu.

Pengertian diatas menekankan bahwa perencanaan merupakan suatu proses yang mengalami tahapan-tahapan pengerjaan tertentu. Perencanaan yang baik adalah sebagai berikut:

1. Menentukan tujuan

Tujuan dimaksudkan sebagai pedoman yang memberikan arah gerak dari kegiatan yang akan dilakukan. Adapun tujuan dari proyek ini adalah tim sapuangin mampu menyelesaikan ketiga proyek dengan tepat waktu dan menjadi juara.

2. Menentukan sasaran

Sasaran adalah titik-titik tertentu yang harus dicapai untuk mewujudkan suatu tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Adapun sasaran dari tim sapuangin adalah menjadi juara pada setiap kompetisi.

3. Menyusun rangkaian aktifitas untuk mencapai tujuan (*Work Breakdown Structure*)

Proses ini adalah menentukan urutan pekerjaan yang dapat dilaksanakan setelah memperhatikan berbagai batasan.

4. Perencanaan waktu

Proses ini dilakukan dengan menentukan durasi pekerjaan pada setiap aktifitas dan waktu kerja harian pada perencanaan.

## 5. Perencanaan sumber daya manusia

Proses ini dilakukan untuk menyeimbangkan beban kerja setiap sumber daya manusia dalam pelaksanaan proyek. Dalam tugas akhir ini, perencanaan sumber daya manusia menggunakan *system sharing resource* dimana seluruh SDM. digunakan untuk ketiga proyek.

### 4.1.3 Proses Eksekusi

Tahap eksekusi atau pelaksanaan proyek dapat dilakukan apabila definisi proyek sudah jelas dan terperinci. Pada tahap ini, *deliverables* atau tujuan proyek secara fisik akan dibangun. Seluruh aktivitas yang terdapat dalam dokumentasi *project plan* akan dieksekusi. Seiring dengan berlangsungnya kegiatan pengembangan, maka beberapa proses manajemen dilakukan guna memantau dan mengontrol penyelesaian sebagai hasil akhir proyek.

Dalam tugas akhir ini dilakukan pelaksanaan proyek secara bertahap sesuai urutan waktu proyek. Proyek pertama yang dilaksanakan adalah KMHE dengan tempat pelaksanaan dimalang. Sedangkan proyek kedua dan ketiga adalah SEM dan FSAE. Proses pengerjaan ketiga proyek ini dilakukan di *workshop* tim sapuangin. Proyek kedua dan ketiga yang dilaksanakan dengan tempat pengerjaan *workshop* dan tempat pelaksanaan dimanila untuk SEM, jepang untuk FSAE. Dalam hal ini ketua tim sapuangin dan dosen pembimbing berfungsi sebagai kontrol proyek (*project control*).

## **4.2 Perencanaan proyek**

### **4.2.1 Perencanaan KMHE**

#### 4.2.1.1 Evaluasi

Dalam kompetisi KMHE pada periode sebelumnya memiliki evaluasi sebagai berikut:

1. Persiapan tim sapuangan ITS kurang dikarenakan waktu yang singkat
2. Perkuliahan anggota tim terganggu
3. Pembagian kerja masih kurang baik

#### 4.2.1.2 Tujuan

Dalam kompetisi KMHE tim sapuangan ITS memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Tim Sapuangan ITS mampu mengikuti kompetisi KMHE dengan baik.
2. Tim Sapuangan ITS mampu meraih juara pada setiap kategori kendaraan yang diikuti

#### 4.2.1.3 Sasaran

Adapun sasaran tim sapuangan ITS dalam kompetisi KMHE adalah sebagai berikut:

1. Seluruh anggota tim mampu bekerjasama dengan baik.
2. Seluruh aktifitas dapat selesai sesuai dengan waktu perencanaan.
3. Seluruh anggota tim dapat menjalankan kegiatan tanpa mengganggu perkuliahan.

#### 4.2.1.4 Perancangan *Work Breakdown Structure*

Kompetisi Mobil Hemat Energi adalah kompetisi pertama yang diikuti oleh Tim Sapuangin ITS. Pada tahap perencanaan aktifitas untuk KMHE ini memiliki 16 rincian aktifitas dari awal hingga berakhirnya kompetisi. Tahap awal pelaksanaan perencanaan kegiatan KMHE dilakukan dengan mengumpulkan data kompetisi tahun lalu. Seluruh tim berkumpul dan mendiskusikan hasil pencapaian KMHE tahun sebelumnya yang meliputi spesifikasi kendaraan dan performa kendaraan serta kompetitor. Peserta yang terlibat dalam kegiatan ini adalah seluruh anggota tim dan dosen pembimbing. Kegiatan ini memiliki durasi pekerjaan selama 1 hari.

Hasil yang didapat dari pengumpulan data kompetisi tahun lalu berupa konsep dan target yang akan dicapai pada kompetisi mendatang. Pengembangan konsep dan target dilakukan agar konsep menjadi lebih terperinci dan spesifik. Peserta yang terlibat dalam kegiatan ini adalah seluruh anggota tim dan dosen pembimbing. Hasil yang didapat dari konsep digunakan sebagai parameter - parameter yang harus dicapai untuk setiap bagian teknis dan nonteknis tim.

Proses perancangan bagian kendaraan dilakukan oleh setiap divisi berdasarkan parameter dan konsep global dari kendaraan. Setiap divisi berkumpul dan mendiskusikan serta merancang bagian-bagian kendaraan. Hasil yang diharapkan dari kegiatan ini adalah permodelan bagian dan rencana anggaran belanja dari setiap divisi. Peserta yang terlibat dalam kegiatan ini adalah seluruh anggota divisi. Kegiatan ini memiliki durasi pekerjaan selama 7 hari.

	1	▾ <b>Kompetisi Hemat Energi</b>
	2	▣ Pengumpulan data kompetisi tahun lalu
	3	▣ Pengembangan Konsep dan target
	4	▣ Penyusunan parameter kendaraan
	5	▾ <b>Tahap Inspeksi kendaraan</b>
	6	▣ Pengecekan Kondisi Umum
	7	▣ Pengecekan Kondisi Body
	8	▣ Pengecekan Kondisi Engine dan Drive Train
	9	▣ Pengecekan Kondisi Chassis dan VD
	10	▣ Pembuatan Worksheet Perbaikan
	11	▣ Pengembangan perencanaan kendaraan
	12	▾ <b>Peningkatan evaluasi bagian-bagian kendaraan</b>
	38	▣ Running Test I Urban diesel
	39	▣ Running Test I Proto Diesel
	40	▣ Running Test I Urban Gasoline
	41	▣ Running Test I Proto Ethanol
	42	▣ Evaluasi bagian-bagian kendaraan tahap I
	43	▣ Perbaikan Bagian-bagian kendaraan
	44	▣ Perakitan kendaraan
	45	▣ Running Test I
	46	▣ Evaluasi Kendaraan
	47	▣ Penyetelan kendaraan
	48	▣ Running Test II
	49	▾ <b>Pengiriman</b>
	52	▣ KMHE
GANITII CHAKI	53	▣ Review Kendaraan untuk persiapan kompetisi selanjutnya

Gambar 4.1 *Work Breakdown Structure* KMHE.

Suatu perencanaan yang baik diharapkan dapat membantu mempermudah pelaksanaan dalam melakukan pekerjaan dan mampu mempercepat penyelesaian proyek. Segala informasi tersebut dapat dimasukkan dalam fasilitas *note* pada Microsoft Project. Pada gambar 4.2 dapat dilihat pengecekan kondisi kendaraan dilakukan sebelum proses perbaikan kendaraan dengan menggunakan *note* pada Microsoft Project dan dibantu dengan *inspection Sheet* pada lampiran. Proses perbaikan kendaraan dapat menjadi lebih cepat. Gambar 4.3 Contoh *note* dalam pengecekan kondisi *body*.

Pada Pengecekan *Body* memiliki Prosedur sebagai berikut:

1. Pengecekan *Body* Secara Keseluruhan
2. Pengecekan *Body* Utama, apakah terdapat Kerusakan?
3. Pengecekan *Body* Atas (*Prototype*)
4. Pengecekan *Body* Bawah (*Prototype*)
5. Pengecekan Pintu Kendaraan
6. Pengecekan *wiper*
7. Pengecekan Penutup *Body* Bagian belakang (*Urban Concept*)
8. Pengecekan Penyanggah *Body* Bagian dalam
9. Catat hasil Pengecekan pada *inspection sheet*

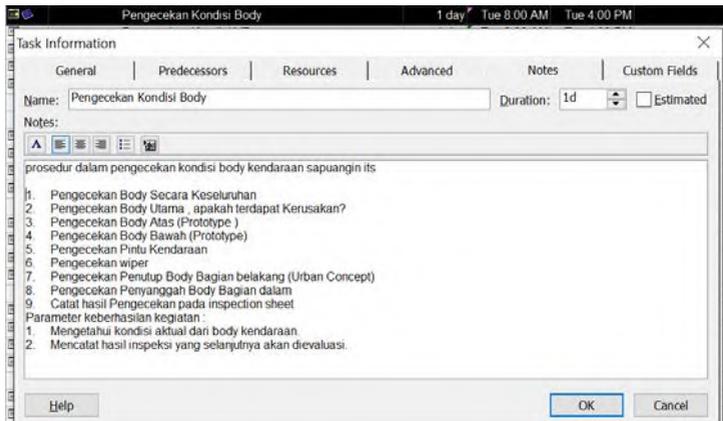
Adapun parameter keberhasilan pada kegiatan :

1. Mengetahui kondisi aktual dari *body* kendaraan.
2. Mencatat hasil inspeksi yang selanjutnya akan dievaluasi.

Dalam kompetisi KMHE, kendaraan tidak dibuat dari awal namun hanya melakukan modifikasi pada beberapa bagian yang telah ditentukan. Kegiatan evaluasi ini diperinci menjadi 12 aktifitas yang dibagi berdasarkan bagian kendaraan. Durasi total pada kegiatan ini adalah 97 hari.

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
<b>Kompetisi Hemat Energi</b>	<b>196 days</b>	<b>Wed 8:00 AM</b>	<b>Fri 4:00 PM</b>	
Pengumpulan data kompetisi tahun lalu	1 day	Wed 8:00 AM	Wed 4:00 PM	
Pengembangan Konsep dan target	1 day	Wed 8:00 AM	Wed 4:00 PM	
Penyusunan parameter kendaraan	10 days	Thu 8:00 AM	Sun 4:00 PM	3,2
<b>- Tahap Inspeksi kendaraan</b>	<b>7 days</b>	<b>Tue 8:00 AM</b>	<b>Thu 4:00 PM</b>	
Pengecekan Kondisi Umum	1 day	Tue 8:00 AM	Tue 4:00 PM	
Pengecekan Kondisi Body	1 day	Tue 8:00 AM	Tue 4:00 PM	
Pengecekan Kondisi VD	1 day	Tue 8:00 AM	Tue 4:00 PM	
Pengecekan Kondisi Chassis	1 day	Tue 8:00 AM	Tue 4:00 PM	
Pembuatan Worksheet Perbaikan	7 days	Tue 8:00 AM	Thu 4:00 PM	
Pengembangan perencanaan kendaraan	10 days	Fri 8:00 AM	Mon 4:00 PM	5
<b>* Peningkatan evaluasi bagian-bagian kendaraan</b>	<b>49 days</b>	<b>Fri 8:00 AM</b>	<b>Sun 4:00 PM</b>	

Gambar 4.2 *Work Break Down* Tahap Inspeksi



Gambar 4.3 Note pada Pengecekan *Body* Tahap Inspeksi

Evaluasi pada bagian kendaraan dilakukan untuk menyesuaikan hasil fabrikasi dengan perancangan pada tahap sebelumnya. Pengujian terhadap *reliability* hasil fabrikasi dilakukan dengan metode berbeda yang disesuaikan dengan jenisnya. Proses evaluasi dilakukan oleh dosen pembimbing dan ketua tim dengan durasi waktu kegiatan ini selama 2 hari. Dilanjutkan dengan perbaikan pada bagian-bagian yang telah dievaluasi dengan durasi pekerjaan 7 hari.

Perakitan kendaraan menjadi tahapan kegiatan yang dilakukan setelah evaluasi bagian-bagian kendaraan. Kegiatan ini bertempat di *workshop* Tim Sapuangin ITS dengan peserta seluruh anggota tim dengan durasi waktu 4 hari. Dalam proses perakitan kendaraan ini diperlukan penyesuaian beberapa bagian tertentu agar sesuai dengan bagian lainnya.

12		• <b>Peningkatan evaluasi bagian-bagian kendaraan</b>
13		• <b>Engine dan Drive Train</b>
14	▢	Urban Diesel
15	▢	Proto Diesel
16	▢	Urban Gasoline
17	▢	Proto Ethanol
18		• <b>Body</b>
19	▢	Urban Diesel
20	▢	Proto Diesel
21	▢	Urban Gasoline
22	▢	Proto Ethanol
23		• <b>Chassis dan Vehicle Dynamic</b>
24	▢	Urban Diesel
25	▢	Proto Diesel
26	▢	Urban Gasoline
27	▢	Proto Ethanol

Gambar 4.4 *Work Breakdown Structure* Peningkatan Evaluasi Kendaraan.

Kendaraan yang telah dirakit diperlukan pengujian dinamis untuk mengetahui performa kendaraan saat melaju. *Running test* pertama dilakukan untuk mendapatkan ketahanan kendaraan dan hasil efisiensi sementara kendaraan. Kegiatan ini dilakukan pada tempat yang menyerupai *sirkuit* KMHE. Jumlah peserta yang terlibat adalah seluruh anggota tim dengan durasi waktu kerja 0 hari. Hasil *running test* selanjutnya akan dievaluasi untuk memperbaiki kondisi kendaraan dengan durasi waktu kerja 1 hari.

*Running test* kedua dilakukan untuk mendapatkan hasil akhir dari kendaraan saat melaju untuk persiapan KMHE. *Running test* kedua ini dilakukan dengan menyesuaikan kondisi perlombaan sebenarnya. Waktu, konsumsi bahan bakar dan ketahanan kendaraan menjadi faktor yang diperhatikan pada kegiatan ini. Durasi waktu kerja aktifitas ini adalah 0 hari dengan bertempat pada sirkuit kenjeran yang melibatkan seluruh anggota tim.

Pengiriman kendaraan menuju tempat kompetisi dilaksanakan pada sehari sebelum perlombaan dimulai dikarenakan jarak antara ITS dan KMHE hanya sekitar 100 km. Persiapan dan pengecekan akhir kendaraan dilakukan di *workshop* Tim Sapuangin ITS oleh seluruh anggota tim. Pengiriman dilakukan dengan menggunakan angkutan darat truk untuk empat kendaraan sapuangin ITS. Durasi total dari pengiriman adalah 1 hari.

KMHE dilaksanakan selama 5 hari. Pada hari pertama merupakan persiapan dan kedatangan peserta. Hari kedua merupakan pembukaan, pelaksanaan uji kelayakan dan percobaan kendaraan. Percobaan ini diperuntukkan bagi kategori *urban concept* dan *prototype* yang dilakukan secara bergantian. Hari ketiga hingga hari kelima merupakan pelaksanaan kompetisi dalam sirkuit dan diakhiri dengan penutupan acara. Dalam aktifitas ini seluruh anggota tim turut berpartisipasi.

42		<b>- Pengiriman</b>
43		Persiapan dan Pengecekan Akhir kendaraan
44		Pengiriman Surabaya-Malang

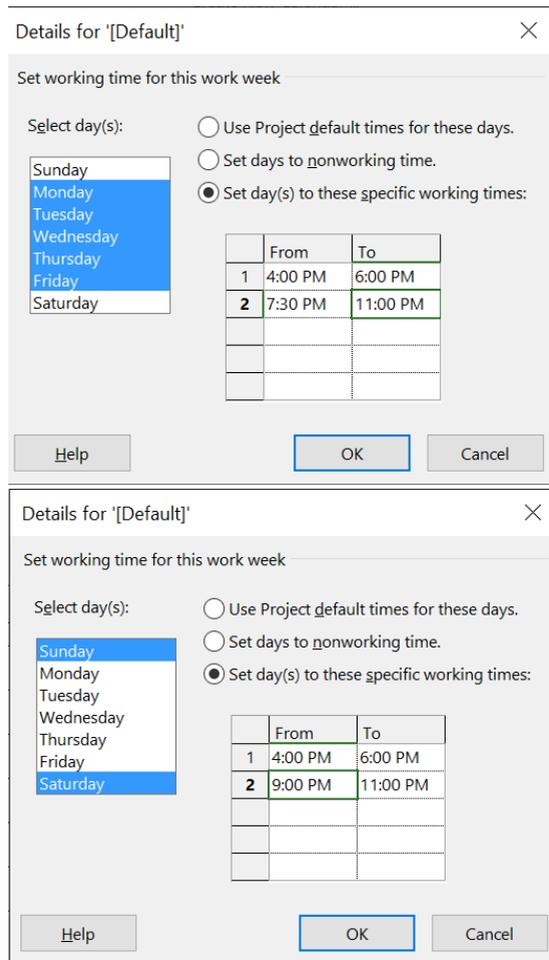
Gambar 4.5 *Work Breakdown Structure* Pengiriman Kendaraan KMHE.

Setelah kompetisi KMHE telah selesai dilakukan, seluruh tim berkumpul untuk melakukan review mengenai hal-hal yang telah dilakukan selama kompetisi. Hasil review ini diharapkan dapat menjadi perbaikan untuk kompetisi KMHE mendatang. Rapat ini dilakukan dimarkas sapuangin ITS dengan diikuti oleh seluruh anggota tim dengan durasi 2 hari.

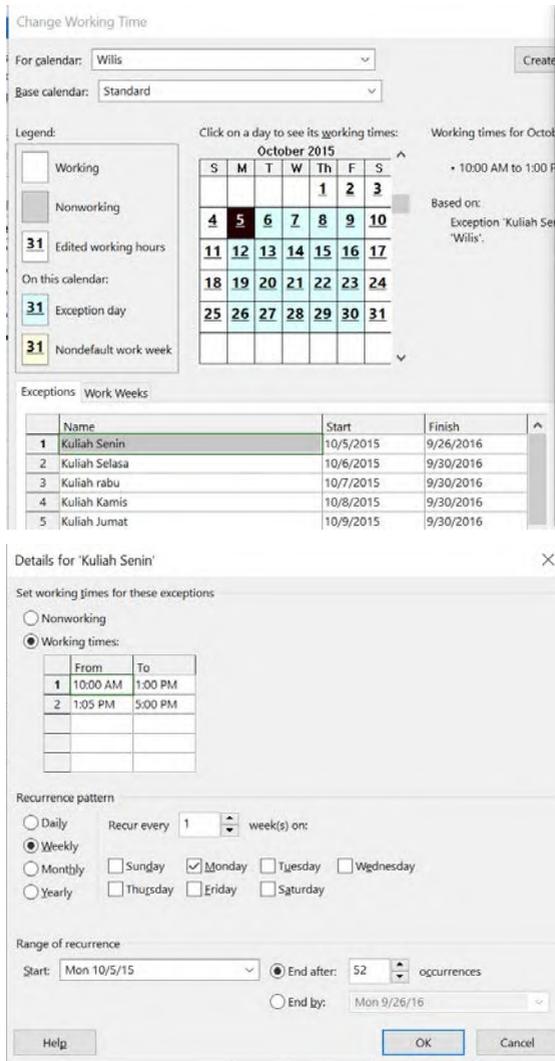
#### 4.2.1.5 Perencanaan Waktu pengerjaan

Dalam perencanaan waktu pengerjaan tim sapuangin ITS dalam kompetisi KMHE, menggunakan pendekatan pada waktu aktual yang terjadi dilapangan. Informasi mengenai durasi pekerjaan didapatkan dari merefrensikan pada pengerjaan yang pernah dilakukan. Sebagai contoh pengerjaan *body* pada peningkatan evaluasi kendaraan, *body* kendaraan diinspeksi pada umumnya kerusakan yang terjadi pada bagian kunci dan sudut-sudut bagian *body*. Pengerjaan perbaikan ini dilakukan oleh 3 anggota *body* yang bertempat di *workshop* tim sapuangin ITS dengan *tools* yang telah tersedia memiliki durasi pengerjaan selama 2 hari untuk kendaraan *urban diesel*.

*Working times* tim sapuangin ITS dimulai pada pukul 04:00 sore hingga 12:00 malam seperti pada gambar 4.6. *Working times* pada tim sapuangin ITS disesuaikan dengan jadwal kuliah setiap anggota tim. Pada gambar 4.7 contoh *working times* pada anggota divisi *engine*, yang bernama wilis telah disesuaikan dengan jadwal kuliah. Jadwal kuliah setiap anggota dapat dilihat pada lampiran 1. Selain waktu aktifitas persiapan kuliah (belajar dan pengerjaan tugas) ditempatkan pada pagi hari bersamaan dengan waktu kuliah pukul 07:00 pagi hingga 04:00 malam. Waktu istirahat dan aktifitas selain pengerjaan dijadwalkan pada pukul 06:00 malam hingga pukul 07.30 malam untuk hari kerja dan pukul 06:00 malam hingga 09:00 malam pada akhir pekan.



Gambar 4.6 *Working Time* Perencanaan tim sapuan



Gambar 4.7 Working Time Perencanaan yang telah disesuaikan

## 4.2.1.6 Keseluruhan Perencanaan KMHE

Tabel 4.1 Keseluruhan Aktifitas KMHE

No	Aktifitas		Durasi (hari)	Jumlah Peserta (Orang)
1	Pengumpulan data kompetisi tahun lalu		1	21
2	Pengembangan konsep dan target		1	21
3	Penyusunan parameter kendaraan		4	21
4	Tahap Inspeksi Kendaraan			
5	Pengecekan Kondisi Umum		1	21
6	Pengecekan Kondisi Body		1	3
7	Pengecekan Kondisi vehicel dynamic		1	6
8	Pengecekan Kondisi Chassis		1	3
9	Pembuatan worksheet perbaikan		3	21
10	perancangan bagian-bagian kendaraan		4	21
11	peningkatan evaluasi bagian-bagian kendaraan			
12	ENGINE AND DRIVE TRAIN			
13		Urban Diesel	5	2
14		P. Diesel	7	2
15		Urban Gas.	8	2
16		P. Ethanol	7	3
17	BODY			
18		Urban Diesel	2	1
19		P. Diesel	3	1
20		Urban Gas.	3	1

21		P. Ethanol	4	2
22	CHASSIS AND VD			
23		Urban Diesel	4	2
24		P. Diesel	4	2
25		Urban Gas.	9	2
26		P. Ethanol	12	4
27	ELECTRICAL			
28		Urban Diesel	2	1
29		P. Diesel	2	1
30		Urban Gas.	2	2
31		P. Ethanol	4	2
32	Running Test I Urban Diesel		0	21
33	Running Test I Proto Diesel		0	21
34	Running Test I Urban Gasoline		0	21
35	Running Test I Proto Ethanol		0	21
36				
37	evaluasi bagian-bagian kendaraan		6	21
38	perbaikan bagian kendaraan		7	21
39	perakitan kendaraan		4	21
40	running test II		0	21
41	evaluasi kendaraan		1	21
42	running test III		0	21
43	pengiriman			
44		Persiapan dan pengecekan akhir kendaraan	1	
45		Pengiriman surabaya-malang	1	
46	KMHE		5	21
47	review kendaraan untuk persiapan kompetisi selanjutnya		2	21

#### 4.2.1.7 Perencanaan Sumber daya Manusia

Peletakan SDM tim sapuangan ITS dalam rancangan kerja untuk KMHE dibagi berdasarkan pembagian bidang kerjanya. Kemampuan sumber daya manusia dalam melaksanakan aktifitas ditentukan secara obyektif berdasarkan kondisi aktual dilapangan. Kemampuan sumber daya manusia ini akan berbeda-beda yang menentukan durasi pekerjaannya. Dalam tugas akhir ini perencanaan pekerjaan setiap sumber daya manusia diasumsikan memiliki kemampuan yang sama.

Pada perencanaan KMHE beban kerja yang didapat setiap SDM sudah berimbang dikarenakan jumlah kendaraan yang diikutsertakan dalam kompetisi ini berimbang dengan jumlah sumber daya manusia. Pada gambar 4.8 dapat dilihat daftar anggota tim sapuangan beserta pembagiannya.

	①	Resource Name	Type	Material	Initials	Group
1		Gilas	Work		GI	Engine
2		Wilis	Work		W	Engine
3		Anas	Work		A	Engine
4		Satria	Work		S	Drive Train
5		Gema	Work		GE	Drive Train
6		Fitroh	Work		F	VD
7		Haidir	Work		HQR	VD
8		Haqqur	Work		HDR	VD
9		Alif	Work		AL	Body
10		Agus	Work		AG	Body
11		Rezha	Work		R	Body
12		Fatih	Work		FH	Electrical
13		Fajar	Work		FJ	Electrical
14		Heri	Work		H	Chassis
15		Sutris	Work		S	Chassis

Gambar 4. 8 Daftar SDM. Tim Sapuangan ITS dalam KMHE

## 4.2.2 Perencanaan SEM dan SFJ

### 4.2.2.1 Evaluasi

Dalam kompetisi KMHE pada periode sebelumnya memiliki evaluasi sebagai berikut:

1. Seluruh anggota tim belum bekerja sama dengan baik
2. Perkuliahan anggota tim terganggu
3. Pembagian kerja untuk SEM dan SFJ tidak berjalan dengan baik.
4. Kurang maksimalnya capaian untuk SFJ.

### 4.2.2.2 Tujuan

Dalam kompetisi SEM, tim sapuangin ITS memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Tim Sapuangin ITS mampu mengikuti kompetisi SEM dengan baik
2. Tim Sapuangin ITS mampu lolos dari *technical inspection* tanpa masalah
3. Tim Sapuangin ITS mendapatkan peringkat pertama pada kelas *Urban Diesel*.

Sedangkan pada kompetisi SFJ tim sapuangin ITS memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Tim Sapuangin ITS dapat mengikuti kompetisi SFJ dengan baik
2. Tim Sapuangin ITS mampu lolos dari *technical inspection* tanpa masalah
3. Tim Sapuangin ITS dapat mendapatkan jama *award* dan *best improvement award*

#### 4.2.2.3 Sasaran

Adapun sasaran tim sapuangin ITS dalam kompetisi SEM dan SFJ adalah sebagai berikut:

1. Seluruh anggota tim dapat bekerja sama dengan baik
2. Seluruh aktifitas dapat terselesaikan sesuai dengan jadwal
3. Seluruh anggota tim dapat menjalankan kegiatan tanpa mengganggu waktu perkuliahan

#### 4.2.2.4 Perancangan *Work breakdown Structure*

##### 4.2.2.4.1 Perancangan *work breakdown structure* SEM

Shell Eco Marathon Asia menjadi kompetisi kedua yang diikuti oleh Tim Sapuangin ITS. Kompetisi yang diadakan diluar negeri ini membutuhkan waktu persiapan yang lebih matang. Tahapan awal dalam perencanaan kerja untuk SEM serupa dengan KMHE. Berbeda dengan KMHE, kendaraan untuk kompetisi SEM dibuat lebih awal sehingga memiliki jumlah rincian kegiatan pada proses pembuatan bagian-bagian kendaraan yang lebih banyak dan terperinci. Waktu kerja total dari kegiatan SEM adalah 108 hari.

Pembuatan kendaraan sapuangin ITS untuk SEM diutamakan pada *body* dan *chassis* kendaraan untuk mesin sedangkan bagian kendaraan yang lain menggunakan sisa KMHE. Pembuatan *body* memiliki rincian kegiatan terperinci sejumlah 12 bagian. Studiliteratur dan konsep *body* dilakukan oleh seluruh anggota *body* dan setelah itu akan didiskusikan dengan dosen pembimbing tim. Aktifitas ini dilaksanakan dimarkas Tim Sapuangin ITS dengan durasi 2 hari.

Konsep *body* yang telah ada akan dirancang dengan permodelan 3D agar lebih memudahkan dalam visualisasi dan simulasi *body* kendaraan. Proses perancangan model 3D dari *body* kendaraan ini memiliki durasi kerja 3 hari. Hasil permodelan 3D ini akan ditinjau oleh dosen pembimbing dan dosen ahli yang bersangkutan. Bentuk *body* kendaraan yang akan digunakan akan ditentukan setelah tinjauan dilakukan. Proses pembuatan *body* kendaraan dimulai dengan mencetak cetakan negatif dengan material dasar *polyurethane*.

47		☐ <b>Shell Eco Marathon Asia 2016</b>
48	☐	Pengumpulan data kompetisi tahun lalu
49	☐	Pengembangan Konsep dan target
50	☐	Penyusunan parameter kendaraan
51	☐	Pengembangan perancangan kendaraan
52	☐	Perancangan bagian-bagian kendaraan
53		✦ <b>Pembuatan bagian-bagian kendaraan</b>
76		Evaluasi bagian-bagian kendaraan tahap I
77		Perbaikan Bagian-bagian kendaraan
78		Perakitan kendaraan
79		Running Test I
80		Evaluasi Kendaraan
81		Penyetelan kendaraan
82		Running Test II
83		✦ <b>Pengiriman</b>
89	☐	SEM ASIA 2016
90		Review Kendaraan untuk persiapan kompetisi selanjutnya

Gambar 4.9 *Work Breakdown Structure* SEM.

Proses pengadaan bahan ini memakan waktu 4 hari. *Polyurthane* akan diproses di *workshop* Desain Produk (Despro) ITS menggunakan mesin *Computeral Numerical Control* (CNC) untuk mendapatkan hasil yang presisi. Proses pembuatan cetakan negatif di *workshop* Despro. memiliki durasi kerja 7 hari dengan peserta yang terlibat adalah seluruh anggota *body* dan dosen desain produk.

Cetakan negatif dari *body* kendaraan yang telah selesai selanjutnya akan dibawa menuju *workshop* Tim Sapuaning ITS untuk dilakukan proses pembuatan *body*. Proses pembuatan *body* dilakukan secara manual (*hand lay-up*) menggunakan bahan *carbon fiber* dengan penguas menggunakan resin. Proses pembuatan *body* memiliki durasi kerja 10 hari dengan peserta yang terlibat adalah anggota *body*. *Body* dilakukan *fitting* pada *chassis* agar pemegang *body* dapat disesuaikan pada *chassis*. Selain proses *fitting*, terdapat pula proses *cutting* untuk membuat pintu jendela dan bagian-bagian *body* lainnya. Proses *fitting* dan *cutting* ini hanya bisa dilakukan apabila *chassis* telah dibuat. Proses ini memiliki durasi kerja selama 4 hari. *Body* kendaraan yang telah selesai melalui proses *fitting* dan *cutting* adalah bentuk *final body* yang akan digunakan untuk SEM. *Body* yang telah selesai selanjutnya akan dilakukan pengecatan untuk memberi tampilan yang lebih baik pada *body* kendaraan. Proses pengecatan memiliki durasi kerja 5 hari.

54		▣ <b>Body</b>
55		Studi Literatur dan Konsep Body
56		Desain Body
57		Evaluasi Desain I
58		Feedback Evaluasi
59		Pembelian Material Moulding
60		Negative Moulding (Despro)
61		Body Manufacturing
62		Fiting Body
63		Evaluasi Body I
64		Feedback Evaluasi
65		Pengecatan
66		Pemasangan Body

Gambar 4.10 *Work Breakdown Structure Body SEM*.

*Chassis* menjadi bagian selanjutnya setelah *body* kendaraan. Proses pembuatan *chassis* juga diawali dengan pencarian literatur dan konsep umum dari rangka kendaraan sapuaning ITS. Kompetisi Mobil Hemat Energi

mensyaratkan bahwa bobot *chassis* ringan namun tetap stabil dan kuat. Aktifitas pencarian studiliteratur dan pembuatan konsep *chassis* ini dilakukan oleh anggota divisi *chassis* bersama dengan dosen pembimbing tim. Aktifitas ini memiliki durasi waktu kerja 4 hari. Konsep desain *chassis* yang telah disepakati selanjutnya akan divisualisasikan menjadi bentuk 3D dengan menggunakan software CAD (*Computer Aided Design*). Proses pembuatan 3D *modeling* ini dilakukan oleh anggota divisi *chassis* dengan durasi waktu kerja 7 hari.

67		▣ <b>Chassis</b>
68		Studi Literatur dan Konsep Chassis
69		Desain Chasis
70		Evaluasi Desain
71		Feedback evaluasi
72		Pengadaan Material
73		Pembuatan Chassis

Gambar 4.11 *Work Breakdown Structure Chassis SEM.*

Pengadaan material dilakukan disurabaya dengan material dasar *chassis* menggunakan *aluminium hollow* ukuran 3 x 1 *inch* untuk semua bagian. Material yang telah tiba selanjutnya akan dilakukan perakitan untuk menjadi *chassis* sapuangin. Durasi pekerjaan dari pembuatan *chassis* adalah 5 hari. *Chassis* dan *body* yang telah selesai ini selanjutnya dirakit menjadi satu kesatuan kendaraan dengan mesin, *vehicle dynamic* dan bagian-bagian lain. Proses perakitan ini dilakukan diworkshop Tim Sapuangin ITS dengan melibatkan seluruh anggota tim. Durasi pekerjaan dari perakitan ini adalah 2 hari.

Sama halnya dengan KMHE, kendaraan yang telah dirakit memerlukan pengujian dinamis untuk mengetahui performa kendaraan saat melaju dilintasan. *Running test*

SEM diadakan selama 2 kali. Dengan adanya evaluasi dan penyetulan kendaraan, diharapkan proses *running test* dapat menjadi simulasi akhir dari kendaraan sebelum melakukan kompetisi sesungguhnya. Evaluasi dan penyetulan kendaraan ini memiliki durasi kerja 2 hari dengan melibatkan seluruh anggota tim.

Kompetisi SEM dilaksanakan diluar negeri memiliki rincian aktifitas yang lebih banyak. Survey pengiriman dilakukan dengan mempertimbangkan waktu dan biaya pengiriman terhadap beberapa *vendor* pengiriman. *Vendor* pengiriman yang telah ditentukan oleh anggota non teknis dan dosen pembimbing ini selanjutnya akan disepakati terkait dengan biaya pengiriman dan waktu pengiriman. Pembuatan *box* untuk pengiriman kendaraan dilakukan di *workshop* Tim Sapuaring ITS dengan bahan *plat bordes*. Durasi kerja dari pembuatan *box* ini adalah 4 hari. Persiapan dan pengecekan akhir kendaraan dilakukan oleh seluruh anggota Tim Sapuaring ITS untuk memastikan dan mempersiapkan kendaraan sebelum digunakan untuk kompetisi. Kendaraan dan *box* yang telah siap selanjutnya akan dikirim oleh *vendor* pengiriman menuju Manila.

SEM diadakan selama 4 hari. Pada hari pertama merupakan kedatangan dan registrasi peserta yang disertai dengan pembukaan *box* kendaraan dan persiapan *paddock*. Hari kedua merupakan uji kelayakan kendaraan kemudian dilanjutkan dengan uji coba sirkuit. Hari ketiga dan keempat adalah hari pelaksanaan kompetisi dalam sirkuit secara bergantian untuk kategori *urban concept* dan *prototype*. Kegiatan ini diakhiri dengan penutupan kompetisi dan pengumuman pemenang dari setiap kategori.

Setelah kompetisi SEM dilakukan, seluruh tim berkumpul untuk melakukan *review* mengenai hal – hal yang telah dilakukan. *Review* ini dilakukan sebagai evaluasi untuk

menghadapi kompetisi SEM mendatang. Rapat ini dilakukan dimarkas sapuangan ITS dengan diikuti oleh seluruh anggota tim dengan durasi 2 hari.

#### 4.2.2.4.2 *Perencanaan work breakdown structure SFJ*

*Student Formula Japan* (SFJ) merupakan kompetisi ketiga yang diikuti oleh Tim Sapuangan ITS. Kompetisi dengan jenis yang berbeda menjadi kan SFJ memiliki waktu dan rincian aktifitas yang berbeda dibandingkan dengan kedua kompetisi sebelumnya. Tahapan awal dari kegiatan ini hingga penyusunan parameter kendaraan dilakukan seperti dua kompetisi sebelumnya dengan lingkup yang berbeda. Kegiatan persiapan SFJ ini diawali bersamaan dengan SEM dikarenakan persiapan yang dibutuhkan untuk kompetisi ini lebih rumit.

1		▣ <b>Student Formula Japan 2016</b>
2	▣	Pengumpulan data kompetisi tahun lalu
3		Pengembangan Konsep dan target
4		Penyusunan parameter kendaraan
5		* <b>Pengembangan perencanaan kendaraan</b>
9		* <b>Pembuatan bagian -bagian kendaraan</b>
132		* <b>Pengumpulan Berkas Administrasi Student Formula Japan</b>
139		Evaluasi bagian-bagian kendaraan tahap I
140		Perbaikan Bagian-bagian kendaraan
141		Evaluasi bagian-bagian kendaraan tahap II
142		Perakitan kendaraan
143		Pelatihan Driver
144		Evaluasi Kendaraan
145		Penyetelan kendaraan
146	▣	Launching
147		* <b>Running Test</b>
153		* <b>Pengiriman</b>
159	▣	Student Formula Japan
160		Review Kendaraan untuk persiapan kompetisi selanjutnya

Gambar 4.12 *Work Breakdown Structure SFJ*.

Dalam kompetisi SFJ terdapat seleksi administratif yang membutuhkan *Impact Attenuator Data*, *Structure Equivalency Spreadsheet*, *Shake Down Certificate design report*, *Cost Report* dan *Bussines Logic Phase*. Hal ini menyebabkan persiapan tahap administratif SFJ lebih panjang dibandingkan dengan SEM dan KMHE. Dalam proses manufaktur kendaraan sapuangin *speed* (julukan mobil untuk Kompetisi *Student Formula Japan*) memiliki bagian-bagian yang jauh berbeda dibandingkan dengan dua kompetisi sebelumnya. Bagian-bagian tersebut dibagi atas *Power Train*, *Body And Frame*, *Vehicle Dynamic*, *Electrical* dan *Miscelenous Fit And Finish*. *Power Train* meliputi *engine* dan *drive train*. *Body and Frame* meliputi *body* dan rangka kendaraan. *Vehicle Dynamic* meliputi stabilitas kendaraan. *Electrical* meliputi sistem kelistrikan kendaraan. *Miscelenous Fit And Finish* meliputi hal – hal diluar kendaraan seperti *safety belt*, *impact attenuator* dan lain sebagainya. Detail aktifitas untuk perancangan dan pembuatan *part* untuk SFJ dapat dilihat pada lampiran.

132		▣ Pengumpulan Berkas Administrasi Student Formula Japan
133	▣	Impact Attenuator Data
134	▣	Structure Equivalency Spreadsheet
135	▣	Shake Down Certificate
136	▣	Design Report
137	▣	Cost Report
138	▣	Bussines Logic

Gambar 4.13 *Work Breakdown* Pengumpulan Berkas.

Pembuatan bagian-bagian kendaraan dibagi atas 5 bagian yang disesuaikan dengan pembagian system pada *cost report*. Pada gambar 4.14 dapat dilihat pembagian pembuatan bagian kendaraan pada tim sapuangin ITS untuk SFJ. *Power Train* meliputi *Engine* dan *Drive Train*, *Body and Frame* meliputi *body* kendaraan dan *chassis*

kendaraan, *Vehicle dynamic* meliputi stabilitas kendaraan, *electrical* meliputi sistem kelistrikan kendaraan dan *Miscelaneous fit and finish* meliputi *impact attenuator*, *Racing kit* dan *wheel and tires*.

▸ <b>Pembuatan bagian -bagian kendaraan</b>
▸ <b>Power Train</b>
▸ <b>Body and Frame</b>
▸ <b>Vehicle Dynamic</b>
▸ <b>Electrical</b>
▸ <b>Miscelaneous fit and finish</b>

Gambar 4.14 *Work Breakdown* Pembuatan bagian kendaraan

*Engine* yang digunakan merupakan *engine Husaberg* 450 cc yang telah ada pada tim sapuain semenjak 2014. Aktifitas divisi *engine* dibagi atas 5 bagian antarlain *engine*, *intake system*, *exhaust system*, *fuel system* dan *cooling system*. *Engine* yang telah ada ini perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui kondisi aktual nya. Peserta yang terlibat dalam aktifitas ini adalah seluruh anggota *engine* berjumlah 3 orang, Hal ini bertujuan agar seluruh anggota *engine* dapat mengetahui kondisi aktual dari *engine*. Aktifitas ini memiliki durasi kerja selama 7 hari, dengan menggunakan *notes* seperti pada aktifitas evaluasi KMHE pada gambar 4.3.

Hasil dari evaluasi ini kemudian akan dilakukan *feedback* untuk memperbaiki bila terjadi kerusakan pada *engine*. Aktifitas ini memiliki durasi kerja selama 20 hari dengan melibatkan seluruh anggota divisi *engine*. *Engine* yang telah selesai selanjutnya dilakukan *upgrading* dengan menggunakan hasil dari *feedback* evaluasi sebelumnya. Aktifitas ini memiliki durasi kerja selama 7 hari dengan melibatkan 1 orang anggota *engine*. Aktifitas selanjutnya

adalah *fitting engine* pada *chassis*, untuk menentukan posisi *engine* pada kendaraan. Aktifitas ini dapat dilakukan ketika *chassis* telah selesai. Durasi dari aktifitas ini adalah 2 hari dengan melibatkan 3 orang anggota *engine*. Seluruh aktifitas *engine* ini dilakukan di *workshop* tim sapuangin ITS.

◦ Engine
◦ Engine
Evaluasi Engine I
Feedback Evaluasi
Upgrade Engine
Fitting Engine
Pemasangan Engine
Setting engine
◦ Intake System
Studi Literatur dan Konsep Intake system
Pendesainan Restrictor dan Plenum
Evaluasi Desain
Pembelian material Restrictor dan Plenum
Pembuatan Restrictor dan Plenum
Fitting
Evaluasi Restrictor dan Plenum I
Feedback Evaluasi
Pemasangan Restrictor dan Plenum
Pemasangan Fuel Adjuster

Gambar 4.15 *Work Breakdown Engine 1*

Aktifitas *intake system* dimulai dengan mempelajari literature dan konsep *intake system* dengan durasi kerja selama 2 hari. Peserta yang terlibat adalah 1 orang divisi *engine* yang bertanggung jawab atas *intake system*. Konsep desain *restrictor* yang telah ada ini selanjutnya akan dilakukan perancangan model 3D untuk memudahkan visualisasi dan simulasi. Aktifitas ini memiliki durasi kerja

selama 4 hari. Hasil visualisasi tersebut selanjutnya akan dievaluasi bersama dengan dosen pembimbing tim sapuangin ITS dan dosen terkait bidang fluida.

Pembelian material dari pembuatan *restrictor* dan *plenum* ini dilakukan bersamaan dengan pembelian material *body*, karena memiliki bahan dasar yang sama yaitu karbon dan resin. Aktifitas ini memiliki durasi waktu kerja selama 2 hari. Pembuatan *restrictor* dilakukan dibengkel CNC sedangkan untuk *plenum* dilakukan di *workshop* tim sapuangin ITS. Durasi kerja dari pembuatan *restrictor* dan *plenum* adalah 7 hari.

◦ Exhaust System
Studi Literatur dan Konsep Exhaust system
Pendesain nan Exhaust
Evaluasi Desain
Pembelian Material Exhaust
Pembuatan Exhaust
Fitting Exhaust
Evaluasi Exhaust I
Feedback Evaluasi
Pemasangan Exhaust
◦ Fuel System
Studi Literatur dan Konsep Fuel system
Pendesain nan Fuel System (Fuel Tank)
Evaluasi Desain
Pembelian Material Fuel Tank
Pembuatan Fuel Tank
Evaluasi Fuel Tank I
Feedback Evaluasi
Pemasangan Fuel tank
◦ Cooling System
Studi Literatur dan Konsep Cooling system
Pendesain nan Cooling System
Evaluasi Cooling System
Pemasangan Cooling System

Gambar 4.16 *Work Breakdown Engine 2*

*Exhaust system* dibagi atas 9 rincian aktifitas dengan durasi total pengerjaan selama 24 hari. Peserta yang terlibat dalam aktifitas ini adalah 1 orang anggota divisi *engine* yang bertanggung jawab atas *exhaust system*. Seluruh pekerjaan untuk *exhaust system* dilakukan di *workshop* tim sapuangin ITS. *Fuel system* dibagi atas 8 rincian aktifitas dengan total pengerjaan selama 19 hari. Peserta yang terlibat dalam seluruh aktifitas ini adalah 1 orang anggota divisi *engine* yang bertanggung jawab atas *fuel system*. Seluruh aktifitas ini dilakukan di *workshop* tim sapuangin ITS. Bagian terakhir dari *engine* adalah *cooling system*, yang memiliki 4 aktifitas rinci dengan durasi waktu kerja 7 hari. Peserta yang terlibat dalam aktifitas ini adalah 1 orang divisi *engine* yang bertanggung jawab atas *cooling system*. Seluruh aktifitas *cooling system* dilakukan di *workshop* tim sapuangin ITS.

Pembuatan *body* memiliki rincian aktifitas yang sama dengan pembuatan *body* pada perencanaan SEM. Pembuatan *body* ini dilakukan di dua tempat yaitu *workshop* sapuangin dan desain produk ITS. Seluruh aktifitas ini dilakukan oleh seluruh anggota divisi *body* berjumlah 3 orang dengan durasi total waktu pengerjaan selama 55 hari.

Pembuatan *chassis* memiliki rincian aktifitas yang sama dengan SEM pada bagian awal hingga pembelian material dengan total durasi waktu pekerjaan selama 14 hari. Pada gambar 4.17 dapat dilihat untuk proses pembuatan *chassis*, dibagi atas 5 rincian aktifitas. Material dasar dari *chassis* untuk SFJ adalah *steel tube* yang akan diproses *cutting and marking* sesuai dengan desain yang telah ada. Aktifitas ini dilakukan di *workshop* tim sapuangin ITS dengan peserta yang terlibat sejumlah 2 orang. Aktifitas ini memiliki durasi pekerjaan selama 4 hari. *Steel tube* yang telah dipotong ini selanjutnya akan dibentuk menjadi *main hub*,

*front hub* dan *roll hub*. Aktifitas ini dilakukan di *workshop* tim sapuan ITS dengan menggunakan alat *bending*. Durasi aktifitas ini adalah selama 8 hari.

<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ <b>Body and Frame</b></li> <li>▸ <b>Body</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Studi Literatur dan Konsep Body</li> <li>Desain Body</li> <li>Evaluasi Desain I</li> <li>Feedback Evaluasi</li> <li>Pembelian Material Moulding</li> <li>Positive Moulding</li> <li>Negative Moulding (Despro)</li> <li>Body Manufacturing</li> <li>Fiting Body</li> <li>Evaluasi Body I</li> <li>Feedback Evaluasi</li> <li>Pengecetan</li> <li>Pemasangan Body</li> </ul> </li> <li>▸ <b>Frame</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Studi Literatur dan Konsep Frame</li> <li>Desain Chasis</li> <li>Evaluasi Desain</li> <li>Feedback evaluasi</li> <li>Pengadaan Material</li> </ul> </li> <li>▸ <b>Pembuatan Chassis</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cutting And Marking</li> <li>Main Hub, Front Hub dan Roll Hub</li> <li>Jig dan Fixture</li> <li>Assembly dan welding</li> <li>Evaluasi</li> </ul> </li> </ul>
---

Gambar 4.17 *Work Breakdown Body and Frame*

*Main hub*, *Front hub* dan *Roll hub* yang telah selesai kemudian diletakan pada *jig* dan disambungkan dengan *steel tube* yang lain sehingga membentuk sebuah *chassis*

kendaraan. Aktifitas ini dilakukan di *workshop* tim sapuangan ITS dengan durasi kerja selama 4 hari. *Chassis* yang telah terbentuk ini selanjut nya akan dilakukan pengelasan penuh pada setiap sambungannya. Aktifitas ini dapat dilakukan setelah seluruh bagian kendaraan telah dilakukan *fitting* pada *chassis*. Aktifitas ini memiliki durasi kerja selama 14 hari.

#### 4.2.2.5 Perencanaan waktu pengerjaan

Dalam perencanaan waktu pengerjaan tim sapuangan ITS dalam kompetisi SEM dan SFJ, menggunakan pendekatan pada waktu aktual yang terjadi dilapangan. Informasi mengenai durasi pekerjaan didapatkan dari mereferensikan pada pengerjaan yang pernah dilakukan. Sebagai contoh pengerjaan *body* pada pembuatan *body* SEM, *Body* kendaraan dibuat dengan menggunakan metode *hand lay-up* pada cetakan. Pengerjaan ini dilakukan oleh 3 anggota *body* yang bertempat di *workshop* tim sapuangan ITS dengan *manual* sehingga memiliki durasi pengerjaan selama 14 hari untuk kendaraan *urban diesel*

*Working times* tim sapuangan ITS dimulai pada pukul 04:00 pagi hingga 12:00 malam seperti pada gambar 4.6. *Working times* pada tim sapuangan ITS disesuaikan dengan jadwal kuliah setiap anggota tim. Pada gambar 4.7 contoh *working times* pada anggota divisi *engine*, yang bernama wilis telah disesuaikan dengan jadwal kuliah. Jadwal kuliah setiap anggota dapat dilihat pada lampiran. Selain waktu aktifitas persiapan kuliah (belajar dan pengerjaan tugas) ditempatkan pada. Waktu istirahat dan aktifitas selain pengerjaan dijadwalkan pada pukul 06:00 malam hingga pukul 07.30 malam untuk hari kerja dan pukul 06:00 malam hingga 09:00 malam pada akhir pekan.

## 4.2.2.6 Keseluruhan Perencanaan

## 4.2.2.6.1 Keseluruhan Perencanaan SEM

Tabel 4.2 Keseluruhan Aktifitas SEM

No	Aktifitas		Durasi (hari)	Jumlah Peserta (orang)
1	Pengumpulan data kompetisi tahun lalu		1	7
2	Pengembangan konsep dan target		1	7
3	Penyusunan parameter kendaraan		4	7
4	perancangan bagian-bagian kendaraan		7	7
5	Pembuatan bagian-bagian kendaraan			
6		Body		
7		Studi literatur dan konsep body	2	1
8		Desain Body	3	1
9		Evaluasi Desain I	2	1
10		Feedback Evaluasi	1	1
11		Pembelian Material Moulding	4	2
12		Negative Moulding	7	3
13		Body manufacturing	14	3
14		Fitting Body	4	3
15		Evaluasi Body	1	1

16			Feedback Evaluasi	2	1
17			Pengecatan	5	1
18			Pemasangan Body	2	3
19		Chassis			
20			Studi Literatur dan Konsep chasis	4	1
21			Desain Chassis	7	1
22			Evaluasi Desain	1	1
23			Feedback Evaluasi	1	2
24			Pengadaan material	4	1
25			Pembuatan Chassis	5	2
26					
27	evaluasi bagian-bagian kendaraan			2	7
28	perbaikan bagian kendaraan			4	7
29	perakitan kendaraan			2	7
30	Running test I			0	7
31	evaluasi kendaraan			2	7
32	Running test II			0	7
33	pengiriman				
34		Survey Pengiriman		7	
35		Fixasi Vendor		0	
36		Pembuatan Box		4	

37		Persiapan dan Pengecekan Akhir kendaraan		2	
38		Pengiriman Surabaya - Manila		0	
39					
40	SEM			5	7
41	review kendaraan untuk persiapan kompetisi selanjutnya			2	21

#### 4.2.2.6.2 Keseluruhan Perencanaan SFJ

Tabel 4.3 Keseluruhan Aktifitas SFJ

No.	Nama Kegiatan			Durasi (hari)	Jumlah Peserta (orang)
1	Pengumpulan data kompetisi tahun lalu			1	21
2	pengembangan konspe dan target			1	14
3	pengembangan perencanaan kendaraan				
4		Desain Kendaraan		4	14
5		Desain Report		7	14
6		Perencanaan Pembuatan Bagian Kendaraan		4	14
7	pembuatan bagian-bagian kendaraan				
8		Power train			
9		Engine			
10		Engine			
11		Evaluasi Engine I		7	1
12		Feedback Evaluasi		20	1

13					Upgrade Engine	7	3
14					Fitting Engine	2	2
15					Pemasangan engine	2	3
16					Setting Engine	14	3
17					Intake system		
18					Studi Literatur dan Konsep Intake	2	1
19					Pendesainan Restrictor dan Plenum	4	1
20					Evaluasi Desain	2	1
21					Pembelian Material Restrictor dan Plenum	2	1
22					Pembuatan Restrictor dan plenum	4	1
23					Fitting Plenum dan restrictor	4	1
24					evaluasi restrictor dan plenum	2	1
25					Feedback Evaluasi	1	1
26					Pemasangan Restrictor dan Plenum	2	1
27					Pemasangan Fuel Adjuster	2	1
28					Exhaust System		
29					Studi Literatur dan Konsep Exhaust System	2	1

30					Pendesainan Exhaust	4	1
31					Evaluasi Desain	1	1
32					Pembelian Material Exhaust	4	1
33					Pembuatan Exhaust	7	2
34					Fitting Exhaust	1	1
35					Evaluasi Exhaust	2	1
36					Feedback Evaluasi	2	1
37					Pemasangan Exhaust	1	1
38					Fuel System		
39					Studi Literatur dan Konsep Fuel system	2	1
40					Pendesainan Fuel System	4	1
41					Evaluasi Desain	2	1
42					Pembelian Material Fuel Tank	2	1
43					Pembuatan Fuel Tank	4	2
44					Evaluasi Fuel Tank	1	1
45					Feedback Evaluasi	2	1
46					Pemasangan Fuel Tank	2	1
47					Cooling System		

48					Studi Literatur dan Konsep cooling System	2	1
49					Pendesainan cooling system	2	1
50					Evaluasi Cooling system	1	1
51					Pemasangan cooling system	2	1
52					Drive Train		
53					Studi Literatur dan Konsep DT	2	1
54					Pendesainan LSD carrier dan Final Gear	14	2
55					Pembelian LSD , chain dan Material Final Gear	10	2
56					Pembuatan LSD carrier dan Final Gear	20	2
57					Evaluasi DT	2	2
58					Feedback Evaluasi	1	2
59					Pemasangan DT	1	2
60					Body and Frame		
61					Body		
62					Studi Literatur dan Konsep Body	2	2
63					Desain Body	7	2
64					Evaluasi Desain	1	2
65					Feedback Evaluasi	2	2
66					Pembelian Material Moulding	4	2
67					Positive Moulding	7	3
68					Negative Moulding	7	3

69			Body Manufacturing	14	3
70			Fitting Body	2	1
71			Evauasi Body	1	3
72			Feedback evaluasi	2	3
73			Pengecetan	5	1
74			Pemasangan Body	1	3
75			Frame		
76			Studi literatur dan kosep frame	2	1
77			Desain chassis	7	1
78			Evaluasi Desain	1	1
79			Feedback Evaluasi	2	2
80			Pengadaan Material	14	2
81			Pembuatan Chassis		
82			Cutting and Marking	4	1
83			Main Hub, Front Hub dan Roll Hub	8	1
84			Jig and Fixture	4	2
85			Assembly and Welding	14	2
86			Evaluasi	1	1
87			Vehicle Dynamic		
88			Desain VD		
89			Hub Depan	7	1
90			Hub Belakang	7	1
91			Up-right	7	1
92			Rack and Pinion	7	1
93			Steering Wheel	4	1
94			A-arm	4	1
95			Evaluasi Desain	2	2

96		Feedback Desain	4	2
97		Pengadaan Material	8	2
98		Manufacturing		
99		Hub Depan	7	1
100		Hub Belakang	7	1
101		Up-right	7	1
102		Rack and Pinion	7	1
103		Steering Wheel	7	3
104		A-arm	7	3
105		Pengadaan		
106		Suspensi	2	1
107		Breaking System	2	1
108		Electrical		
109		Perancangan Wiring Diagram	4	1
110		Perancangan Desain Dashboard	7	2
111		Pengadaan komponen	2	1
112		Data Logging dan Monitoring	7	1
113		Pembuatan Komponen Electrical		
114		Dash Board	14	2
115		Data logging and Monitoring	2	2
116		Kelistrikan Body	4	2
117		Msc fit and Finish		
118		Impact attenuator		
119		Studi Literatur dan IA	2	1
120		Desain IA	4	1
121		Evaluasi Desain	2	1
122		Pengadaan Material	1	1
123		Pembuatan IA	4	2
124		Pengujian	4	1

125		Evaluasi Hasil Pengujian	2	1
126		Racing Kit		
127		Pengadaan Racing Kit	0	1
128		Wheel and tire		
129		Pemesanan Ban basah	0	1
130		Pembelian velg	0	1
131		Fitting Kendaraan	2	21
132		pengumpulan berkas administrasi SFJ		
133		IAD	0	1
134		SES	0	1
135		Shake Down Certificate	0	1
136		Design Report	0	1
137		Cost Report	0	1
138		evaluasi bagian-bagian kendaraan tahap 1	7	21
139		perbaikan bagian-bagian kendaraan	14	21
140		evaluasi bagian-bagian kendaraan tahap 2	2	21
141		perakitan kendaraan	7	21
142		pelatihan driver	14	4
143		penyetelan kendaraan	1	21
144		launching	0	21
145		running test		
146		Running Test I	0	21
147		Evaluasi	2	21
148		Upgrade	4	21
149		Running Test II	0	21
150		Evaluasi	2	21
151		Upgrade	4	21
152		Running Test III	0	21
153		Evaluasi	2	21

154	Upgrade	4	21
155	Running Test IV	0	21
156	Evaluasi	2	21
157	Upgrade	4	21
158	Running Test V	0	21
159	Evaluasi	2	21
160	Upgrade	4	21
161	Running Test VI	0	21
162	Evaluasi	2	21
163	Upgrade	4	21
164	Running Test VII	0	21
165	Evaluasi	2	21
166	Upgrade	4	21
167	pengiriman		
168	Survey Pengiriman	14	
169	Fixasi Vendor	2	
170	Pembuatan Box	4	
171	Persiapan dan Pengecekan Akhir Kendaraan	2	
172	Pengiriman Surabaya Haneda		
173	SFJ		21
174	review kendaraan untuk persiap kompetisi selanjutnya	2	21

#### 4.2.2.7 Perencanaan sumber daya manusia

Peletakan SDM tim sapuangin ITS dalam rancangan kerja untuk SEM dan SFJ dibagi berdasarkan pembagian bidang kerjanya. Kemampuan sumber daya manusia dalam melaksanakan aktifitas ditentukan secara obyektif berdasarkan kondisi aktual dilapangan. Kemampuan sumber daya manusia ini akan berbeda-beda yang

menentukan durasi pekerjaannya. Dalam tugas akhir ini perencanaan pekerjaan setiap sumber daya manusia diasumsikan memiliki kemampuan yang sama.

Dengan dimulainya kedua aktifitas yang bersamaan tim sapuan ITS menggunakan metode *sharing resources*. 7 orang difokuskan untuk SEM dan 14 lainnya difokuskan pada SFJ. Bulan maret merupakan pelaksanaan SEM menjadi batas akhir metode ini digunakan. Setelah bulan ini tim sapuan kembali menjadi 21 orang untuk membagi aktifitasnya. Dengan menggunakan metode ini distribusi beban kerja pada setiap anggota dapat merata.

	Resource Name	Type	Material Label	Initials	Group	Status
1	Gilas	Work		GI	Engine	Share
2	Willis	Work		W	Engine	Share
3	Anas	Work		A	Engine	
4	Satria	Work		S	Drive Train	Share
5	Gema	Work		GE	Drive Train	
6	Fitroh	Work		F	VD	
7	Haidir	Work		HQR	VD	
8	Haqqur	Work		HDR	VD	Share
9	Alif	Work		AL	Body	Share
10	Agus	Work		AG	Body	
11	Rezha	Work		R	Body	
12	Fatih	Work		FH	Electrical	
13	Fajar	Work		FJ	Electrical	Share
14	Heri	Work		H	Chassis	
15	Sutris	Work		S	Chassis	

Gambar 4.18 Daftar SDM untuk SEM dan SFJ

# BAB V

## AKTUALISASI

### 5.1 Aktualisasi

#### 5.1.1 Aktualisasi KMHE.

##### 5.1.1.1 Aktualisasi *Project Scope Management*

Dalam Aktualisasi perencanaan KMHE, tim sapuan ITS membagi sub pekerjaan perbaikan kendaraan berdasarkan jumlah kendaraan yang akan diturunkan. Hal ini membuat fungsi kerja dari anggota divisi menjadi lebih tidak teratur dikarenakan tidak semua anggota divisi sesuai dengan jumlah kendaraan yang diturunkan.

Pengembangan perencanaan kendaraan	1 day	Tue 8:00 AM	Tue 4
▣ <b>Peningkatan evaluasi bagian-bagian kendaraan</b>	<b>56 days</b>	<b>Fri 8:00 AM</b>	<b>Wed 12:</b>
▣ <b>Prototype Ethanol</b>	<b>56 days</b>	<b>Fri 8:00 AM</b>	<b>Wed 12:</b>
Engine	12.67 days	Sat 8:00 AM	Wed 1
Body	10 days	Thu 9:00 AM	Sun 5
Chassis	22 days	Fri 8:00 AM	Fri 4
Vehicle Dynamic	38 days	Thu 8:00 AM	Wed 12
Electrical	22 days	Wed 8:00 AM	Wed 4
▣ <b>Prototype Diesel</b>	<b>26 days</b>	<b>Sat 8:00 AM</b>	<b>Mon 12:</b>
Engine	19 days	Sat 8:00 AM	Fri 4
Body	10 days	Mon 8:00 AM	Thu 4
Chassis	2 days	Sun 8:00 AM	Mon 12
Vehicle Dynamic	10 days	Mon 8:00 AM	Thu 4
Electrical	2 days	Wed 8:00 AM	Thu 12
▣ <b>Urban Gasoline</b>	<b>34 days</b>	<b>Sat 8:00 AM</b>	<b>Wed 4:</b>
Engine	20 days	Sat 8:00 AM	Sat 12
Body	10 days	Sun 8:00 AM	Wed 4
Chassis	10 days	Fri 8:00 AM	Mon 4
Vehicle Dynamic	15 days	Sun 8:00 AM	Fri 8
Electrical	2 days	Sat 8:00 AM	Sun 12
▣ <b>Urban Diesel</b>	<b>35 days</b>	<b>Sun 8:00 AM</b>	<b>Fri 12:</b>
Engine	6.67 days	Sun 6:40 PM	Wed 12
Body	2 days	Tue 8:00 AM	Wed 12
Chassis	5 days	Mon 8:00 AM	Wed 12
Vehicle Dynamic	10 days	Sun 8:00 AM	Wed 4
Electrical	2 days	Thu 8:00 AM	Fri 12

Gambar 5.1 *Project Scope* dalam aktifitas KMHE

Sesuai dengan gambar 5.1 Dapat dilihat bahwa perbaikan kendaraan dibagi berdasarkan jenis kendaraannya. *Vehicle dynamic* kendaran yang harus nya dapat dijadikan satu bagian dengan *chassis* pada kondisi aktual di perinci kembali. Pembagian pekerjaan berdasarkan kendaraan ini memperlambat pekerjaan selama 7 hari untuk perbaikan kendaraan.

Pada perencanaan tim sapuangin ITS, *notes* telah diberikan namun dalam aktualisasi notes jarang digunakan. Hal ini memperlambat kerja dari setiap aktifitas. Pekerjaan berjalan tanpa menggunakan sistem operasi kerja yang telah tersedia notes. Pengulangan pekerjaan sering terjadi dikarenakan pekerjaan tidak dilakukan sesuai dengan sistem kerja operasinya.

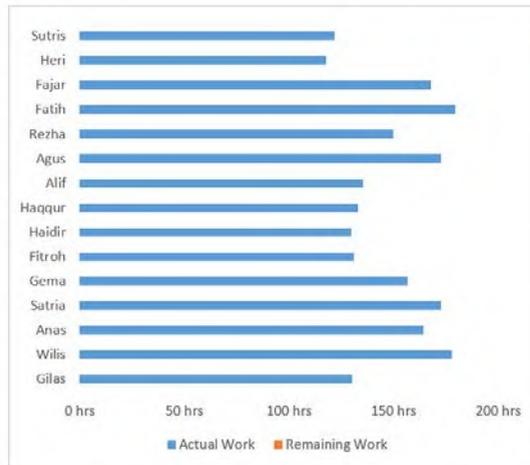
#### 5.1.1.2 Aktualisasi *Project Time Management*

Pada perencanaan aktifitas tim sapuangin ITS jam kerja yang telah ditetapkan adalah jam 7.00 pagi hingga 04.00 malam dengan pembagian *shift* kerja mengikuti jadwal perkuliahan. Pada aktualisasinya tim sapuangin ITS melakukan pekerjaan pada pukul 07:00` malam hingga 12:00 malam, namun pada siang hari tim sapuangin tidak melakukan aktifitas apapun. Kesehatan pada anggota tim akan menurun juga dikarenakan jam kerja yang tidak sehat. Hal ini akan mempengaruhi durasi kerja aktifitas.

#### 5.1.1.3 Aktualisasi *Project Human Resource Management*

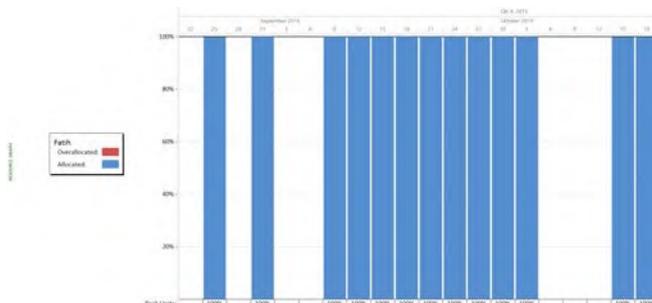
Pada perencanaan aktifitas tim sapuangin ITS pembagian distribusi kerja untuk KMHE merata pada setiap anggotanya. Aktualisasi nya pembagian distribusi beban kerja tetap sesuai dengan perencanaan. Hal ini disebabkan jumlah kendaraan yang diikutsertakan pada

KMHE memiliki jumlah yang sebanding dengan jumlah anggota tim sapuangan ITS. Dapat dilihat pada gambar 5.2 *work status* dari tim sapuangan ITS untuk KMHE.



Gambar 5.2 *Workstatus Resources* pada aktifitas KMHE

Pada Gambar 5.3 dapat dilihat contoh salah satu anggota tim sapuangan ITS tidak mengalami *overlocated* pada aktifitas KMHE.



Gambar 5.3 *Overlocated Status Resource* dalam aktifitas KMHE

## 5.1.2 Aktualisasi SEM dan SFJ

### 5.1.2.1 Aktualisasi *Project Scope Management*

#### 5.1.2.1.1 Aktualisasi SEM

Dalam aktualisasi perencanaan SEM, tim sapuagin menambahkan aktifitas pembuatan *positive moulding* pada pembuatan *body* kendaraan. Hal ini membuat waktu pekerjaan menjadi terlambat selama 7 hari dari perencanaan yang telah dibuat. Pada gambar 5.4 dapat dilihat aktifitas pembuatan *positive moulding* diletakan sebelum pembuatan *negative moulding*. Aktifitas ini ditambahkan untuk mempermudah dan memperhalus hasil *body* yang akan dicetak.

Body	44.59 days
Studi Literatur dan Konsep Body	2 days
Desain Body	3 days
Evaluasi Desain I	1 day
Feedback Evaluasi	1 day
Pembelian Material Moulding	4 days
Positive Moulding	5 days
Negative Moulding (Despro)	6 days
Body Manufacturing	10 days
Fiting Body	2 days
Evaluasi Body I	1 day
Feedback Evaluasi	2 days
Pengecetan	4 days
Pemasangan Body	2 days

Gambar 5.4 Penambahan *Positive Moulding* pada *Body*

Pada perencanaan tim sapuagin ITS, *notes* telah diberikan namun dalam aktualisasi *notes* jarang digunakan. Hal ini memperlambat kerja dari setiap aktifitas. Pekerjaan berjalan tanpa menggunakan Sistem operasi kerja yang telah tersedia *notes*. Pengulangan pekerjaan sering terjadi

dikarenakan pekerjaan tidak dilakukan sesuai dengan sistem kerja operasinya.

#### 5.1.2.1.2 Aktualisasi SFJ

Dalam aktualisasi perencanaan SFJ, *Engine* yang digunakan untuk kompetisi SFJ mengalami berbagai permasalahan. Permasalahan yang timbul pada engine antara lain adalah sistem *lubrikasi* yang buruk, kompresi pada *engine* turun, dan berbagai masalah lain. Hal ini membuat aktifitas *engine* menjadi tidak sesuai dengan perencanaan.

Secara keseluruhan aktualisasi aktifitas SFJ sudah sesuai dengan perencanaan. Urutan pekerjaan hingga aktifitas terperinci telah dilakukan dengan baik namun ada perencanaan tim sapuangan ITS , notes telah diberikan namun dalam aktualisasi *notes* jarang digunakan. Hal ini memperlambat kerja dari setiap aktifitas. Pekerjaan berjalan tanpa menggunakan sistem operasi kerja yang telah tersedia *notes*. Pengulangan pekerjaan sering terjadi dikarenakan pekerjaan tidak dilakukan sesuai dengan sistem kerja operasinya.

#### 5.1.2.2 Aktualisasi *Project Time Management*

Pada perencanaan aktifitas tim sapuangan ITS jam kerja yang telah ditetapkan adalah jam 7.00 pagi hingga 04.00 malam dengan pembagian *shift* kerja mengikuti jadwal perkuliahan. Pada aktualisasi nya tim sapuangan ITS melakukan pekerjaan pada pukul 07:00 malam hingga 12:00 malam, namun pada siang hari tim sapuangan tidak melakukan aktifitas apapun. Kesehatan pada anggota tim akan menurun juga dikarenakan jam kerja yang tidak sehat. Hal ini akan mempengaruhi durasi kerja aktifitas.

Pembuatan *body* untuk SEM dalam aktualisasi nya dipercepat menggunakan sistem penambahan sumber daya manusia. Aktifitas yang berada pada lintasan kritis ini dapat mempengaruhi keseluruhan waktu selesainya proyek. Pada tabel 5.1 keterangan mengenai penambahan sumber daya manusia pada pembuatan *body*. Dengan durasi pada perencanaan selama 14 hari, Ketika sumber daya manusia ditambah maka aktifitas ini dipercepat selama 4 hari. Informasi ini didapatkan sesuai dengan kondisi dilapangan.

Tabel 5.1 Pengerjaan Body dipercepat

Nama Aktifitas	Durasi Awal	Peserta Awal	Durasi Setelah Dipercepat	Peserta Akhir	Ket.
Body Manufact uring	14	3	10	4	-

Pelaksanaan aktifitas pada SFJ tidak sesuai dengan waktu pada perencanaan. Pada perencanaan SFJ, aktifitas dimulai bersamaan dengan dimulainya aktifitas SEM. Namun pada aktualisasi nya pengerjaan SFJ baru dimulai setelah kendaraan untuk SEM memasuki tahap pengiriman.



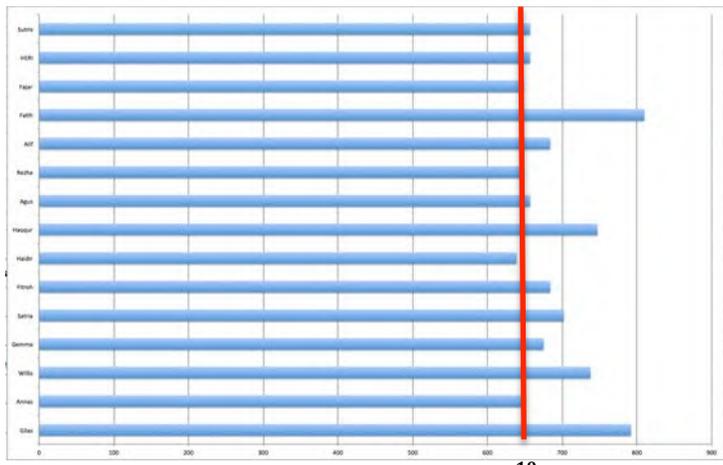
Gambar 5.5 Celah Pengerjaan SEM dan SFJ.

Pada gambar 5.5 dapat dilihat terjadi celah yang panjang pada pelaksanaan aktifitas SFJ dengan aktifitas SEM. Hal ini disebabkan tim sapuan ITS tidak

menggunakan sistem *sharing resource* dengan baik sehingga seluruh anggota masih terfokus pada SEM.

### 5.1.2.3 Aktualisasi *Project Human Resource Management*

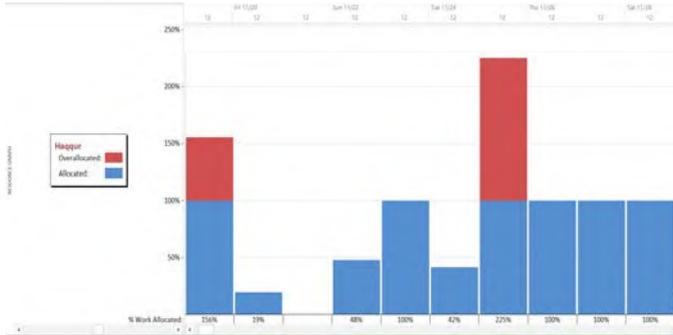
Dalam aktualisasi nya perencanaan sumberdaya manusia, tim sapuangin belum memenuhi perencanaan. Sistem *sharing resource* pada kompetisi SEM dan SFJ tidak berjalan sebagaimana mestinya. Pembagian sumber daya manusia yang telah ditentukan untuk SFJ malah turut serta dalam pengerjaan aktifitas SEM sehingga aktifitas SFJ tidak berjalan sesuai dengan perencanaan.



Gambar 5.6 *Workstatus Resources* Aktifitas SEM dan SFJ

Dengan jam kerja yang tidak sesuai dengan perencanaan membuat beban kerja yang telah ditetapkan pada setiap anggota tidak dapat dipenuhi. Beban kerja menjadi tidak merata dikarenakan sistem *sharing resource* tidak berjalan. Beban kerja yang tidak merata ini dapat terlihat pada celah antara pengerjaan aktifitas SEM dan SFJ. Pada Gambar 5.6 dapat dilihat workstatus dari

anggota tim sapuangan untuk aktifitas SEM dan SFJ. Batas merah merupakan 100% *located* untuk *resource*.

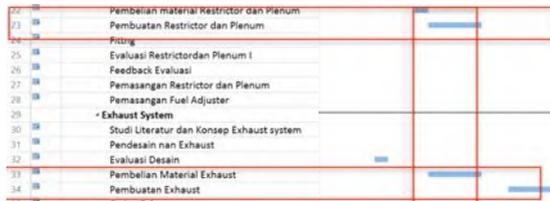


Gambar 5.7 *Overlocated Resource dalam Aktifitas SEM dan SFJ*

Pada gambar 5.7 dapat dilihat salah satu *overlocated* yang dialami oleh anggota tim sapuangan ITS pada aktifitas SEM dan SFJ.

#### 5.1.2.4 Aktualisasi *Project Cost Management*

Pada perencanaan tidak disebutkan mengenai *project cost management*, namun telah dilakukan dengan menyeimbangkan pengeluaran tim sapuangan ITS. Pada perencanaan tim sapuangan ITS perencanaan dilakukan secara berurutan berdasarkan tingkat kepentingannya. Aktualisasi perencanaan biaya tidak sesuai dengan perencanaan dan cenderung dibeban kan pada satu bulan. Contoh dari pengeluaran biaya pada pembelian material *restrictor* dan *exhaust* dibeban kan pada minggu ke -1 bulan januari dapat dilihat pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Pengeluaran untuk *intake* dan *exhaust system*

Hal ini menjadikan pembebanan keuangan tim menjadi tidakimbang dikarenakan pemasukan dari tim tidak seluruhnya pada awal aktifitas dimulai.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan dan aktualisasi dalam tugas akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

##### *1. Project Scope Management*

Dalam perancangan *project scope management*, urutan pekerjaan dilakukan secara terperinci. Dalam kompetisi KMHE , SEM dan SFJ project scope management telah di rancang dengan baik. Dalam kenyataannya penggunaan notes sebagai tools dalam pengerjaan aktifitas masih belum berjalan.

##### *2. Project Time Management*

###### **KMHE**

Dalam perencanaan waktu kerja telah disusun agar tidak mengganggu aktifitas perkuliahan. Perencanaan kerja dimulai pada pukul 04:00 malam hingga 12:00 malam. Dalam kenyataannya kesesuaian waktu pengerjaan dengan perencanaan masih baik. KMHE yang menjadi kompetisi pertama yang diikuti sehingga semangat dalam proses pengerjaan cukup tinggi.

###### **SEM dan SFJ**

Dalam perencanaan waktu kerja telah disusun agar tidak mengganggu aktifitas perkuliahan. Perencanaan kerja dimulai pada pukul 04:00 malam hingga 12:00 malam. Dalam kenyataannya banyak pekerjaan yang terlambat

dari jadwal yang telah ditentukan. Ketidaktertiban SDM terhadap jadwal yang telah dibuat menjadi sebuah permasalahan dalam pengawasan proyek. Pengerjaan SEM dan SFJ yang dilakukan bersamaan, namun dengan tidak berjalannya *sharing resource* menjadi salah satu faktor yang memperlambat selesainya pekerjaan. Driver World Challenge London 2016 yang diikuti tim sapuangin ITS menambah pembagian distribusi kerja menjadi lebih tidak merata.

### 3. *Project Human Resource Development*

Perencanaan sumber daya manusia untuk KMHE dibagi berdasarkan jenis kendaraannya. Dalam aktualisasinya beban aktifitas pada KMHE untuk setiap anggota tetap merata sesuai dengan perencanaan. Hal ini disebabkan jumlah kendaraan yang diikuti sertakan dalam KMHE sebanding dengan jumlah sumber dayanya.

Perencanaan sumber daya manusia untuk SEM dan SFJ menggunakan sistem *sharing resource*. Dalam aktualisasinya sistem ini tidak berjalan dikarenakan pada proses pengerjaan SEM, anggota tim sapuangin yang tidak terbagi dalam aktifitas ini turut membantu pekerjaan sehingga aktifitas untuk SFJ tidak berjalan sesuai dengan perencanaan. Beban kerja yang tidak merata ini dapat terlihat pada celah pengerjaan SEM dan SFJ.

## 6.2 Saran

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk merancang sistem kerja tim sapuangin ITS dalam menghadapi ketiga kompetisi. Dan diharapkan dapat membantu dalam proses pengerjaan kendaraan pada setiap kompetisinya. Dalam aktualisasinya banyak faktor yang menentukan bagaimana

berhasilnya suatu perancangan. Oleh karena itu perancangan sebaiknya disesuaikan dengan kondisi aktual dari sumber daya manusianya.

Tim sapuangan ITS dengan seluruh anggotanya berstatus sebagai mahasiswa sudah memiliki jadwal yang cukup padat maka, untuk menurunkan beban aktifitas setiap anggota disarankan untuk menambah jumlah anggota tim sapuangan ITS pada pengerjaan aktifitas SEM dan SFJ.

Dalam tugas akhir ini masih terdapat beberapa hal yang patut menjadi pertimbangan dalam penelitian selanjutnya antara lain:

1. Perencanaan kegiatan untuk aktifitas non-teknis, Aktifitas non teknis dalam tim sapuangan ITS turut menentukan kondisi aktifitas tim sapuangan.
2. Manajemen Resiko pada aktifitas Tim Sapuangan ITS, Resiko yang kemungkinan akan terjadi dalam pelaksanaan aktifitas tim sapuangan ITS dan tindakan untuk mengantisipasi kondisi tersebut.

*(Halaman ini Sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dipohusodo, Istimawan. Yogyakarta : 1996. **Manajemen Proyek dan Konstruksi**. Penerbit Kanisius
- [2] Dintati, Hamdan. 2014. **Manajemen Proyek**. Pustaka Setia
- [3] Jack R. Meredith and Samuel J. Mantel, Jr. 2009 ***Project Management : A Managerial Approach***. John Willey Sons, Inc.
- [4] Kerzner, Harold R. November: 2005. **Project Management: A Systems Approach To Planning, Scheduling, And Controlling**. John Willey & Sons, Inc.
- [5] Madcoms. 2013. **Kupas Tuntas Microsoft Project 2013**. Andi Offset
- [6] Mehrdokht Pournader, Amin Akhavan Tabassi And Peter Baloh. 2014. *A three-step design science approach to develop a novel human resource-planning framework in projects: the cases of construction projects in USA, Europe, and Iran*. **Science Direct**. 18, 2:97-113.
- [7] Project Management Institute. 2001. ***Practice Standart For Work Breakdown Structure***. Project Management Institute.
- [8] Project Management Institute. 2008. ***A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) — Fourth Edition***. Project Management Institute.
- [9] Robert Joslin and Ralf Müller . 2015. *Relationships between a project management methodology and project success in different project governance contexts*. **Science Direct**.

- [10] Shelly A. Brotherton, PMP; Robert T. Fried, PMP; Eric S. Norman, PMP, PgMP. 2008. *Applying the Work Breakdown Structure to the Project Management Lifecycle*. PMI Global Congress Proceeding.
- [11] Taha, Handy. 2007 . *Operation Research : An Introduction*. 8<sup>th</sup>. University of Arkansas: Fayetteville.
- [12] U.S Department Of Energy. 2003. *Work Breakdown Structure*. Office of Engineering and Construction Management

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 27 Januari 1993, Merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal TK Nabire-Irian Jaya , SDN 1 Nabire, SDN 2 Bedahlawak, SDN IKIP-Makassar, SDN Jati No.22–Sidoarjo, SMPN 3-Sidoarjo, SMAN 5-Malang dan SMAN 15 Surabaya. Setelah lulus pada tahun 2010 di SMAN 15 Surabaya, Penulis mengikuti ujian mandiri dan diterima di Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS pada tahun 2010 dan terdaftar dengan NRP. 211010001.

Di Jurusan Teknik Mesin ini penulis mengambil bidang studi Sistem Manufaktur. Penulis sempat aktif dalam organisasi Lembaga Bengkel Mahasiswa Mesin (LBMM-ITS) sebagai ketua divisi umum.

Pada tahun 2013/2014 penulis sempat menjabat sebagai ketua umum ITS Team Sapu angin dan meraih juara pada kompetisi Indonesia Energy Marathon Challenge (IEMC) 2013, Shell Eco Marathon Asia (SEM) 2014 dan Student Formula Japan (SFJ) 2014.