



**MANAGEMEN PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN
RUSUNAWA UNNES DENGAN METODE PERT DAN
MATHCAD**

SKRIPSI

Diajukan dalam rangka untuk mencapai gelar sarjana sains / s1 pada Universitas
Negeri Semarang

Disusun oleh :

Nama : M F Rizkhon

NIM : 4150405050

Prodi : Matematika

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugerahNya sehingga penulis dapat melaksanakan kuliah dengan baik sampai dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Managemen Penjadwalan Proyek Pembangunan Rusunawa Unnes Dengan Metode Pert Dan MathCad**. Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan program Studi Strata I Universitas Negeri Semarang untuk mencapai gelar Sarjana Sains.

Hambatan selalu penulis hadapi, baik dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penyusunan skripsi ini. Akan tetapi berkat izin Tuhan Yang Maha Esa serta berkat bimbingan, bantuan serta dorongan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat melalui hambatan yang dihadapi hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Sudijono Sastroatmojo, M.Si selaku Rektor Universitas Negeri Semarang,
2. Drs. Kasmadi Imam Supardi, M.Si Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES,
3. Drs. Edy Soedjoko, M.Pd Ketua Jurusan Matematika, sekaligus Ketua Program Studi Matematika FMIPA UNNES,
4. Dra. Rahayu Budhiyati V Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan dorongan selama penyusunan skripsi ini,

5. Drs. Mashuri, M.Si. Dosen Pembimbing Pendamping yang juga telah memberikan bimbingan, pengarahan dan dorongan selama penyusunan skripsi ini,
6. Andi Syarifuddin, ST, Site Engeenering PT. PADIMUN GOLDEN yang telah banyak membantu selama penelitian skripsi,
7. Serta semua pihak yang turut serta membantu, mendukung, dan memberikan motivasi dan doa yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya skripsi ini jauh dari sempurna, karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Agustus 2009

Penulis

PERPUSTAKAAN
UNNES

ABSTRAK

Rizkhon, M. F. 2009. *Managemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES Dengan Metode PERT Dan MathCad.* Skripsi, Jurusan Matematika FMIPA Unnes. Dra. Rahayu B. V, M.Si dan Drs. Mashuri, M.Si.

Kata Kunci: Riset Operasi, PERT-CPM, Pemrograman Linear, MathCad.

PT.PADIMUN GOLDEN adalah Perusahaan yang bergerak dalam bidang pembangunan proyek, khususnya proyek pembangunan gedung. Proyek pembangunan RUSUNAWA yang direncanakan oleh PT. PADIMUN GOLDEN dilaksanakan pada Desember tahun 2008 dan diperkirakan Akhir Juli tahun 2009 selesai. PT.PADIMUN GOLDEN memperhitungkan pemeliharaan memakan waktu 240 hari dengan perkiraan biaya Rp. 9.068.780.000,00. Skripsi ini mempunyai tujuan untuk mengkaji secara teoritis bagaimana lintasan kritis dan besar biaya pada penjadwalan penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan menggunakan metode PERT dan MathCad dan untuk mengetahui sudah optimalkah lintasan kritis dan besar biaya proyek dalam penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES pada PT.PADIMUN GOLDEN selaku kontraktor.

Metode penyelesaian masalah yang digunakan dalam pengumpulan data adalah dengan observasi dan dokumenter. Setelah itu dilakukan interview guna mendukung akurasi data yang diperoleh sekiranya ada hal-hal yang perlu dikonfirmasi dengan pihak perusahaan untuk memperoleh informasi yang mendukung penelitian. Metode selanjutnya adalah analisis data yang diperoleh dalam penelitian dengan menggunakan metode PERT dan MathCad.

Dari hasil analisis penelitian diperoleh bahwa dengan metode PERT penyelesaian proyek memiliki waktu dan biaya yang sama dengan waktu penyelesaian proyek dengan menggunakan MathCad. Waktu penyelesaian proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES diperoleh waktu 210 hari dan diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu Rp 131.328.690,00 dari biaya total pekerja Rp 1.050.629.520,00 sehingga diperoleh biaya keseluruhan yang meliputi biaya total pekerja dan biaya alat dan bahan menjadi Rp 8.937.451.310,00. Adapun aktivitas-aktivitas kritisnya meliputi pekerjaan persiapan tahap I (X_1), pekerjaan persiapan tahap II (X_4), dummy activity (X_{14}), pekerjaan arsitektur (X_7). Meskipun hasil analisis penelitian dengan metode PERT dan MathCad penyelesaian proyek memiliki waktu yang lebih cepat dan biaya yang lebih kecil dari perhitungan PT.PADIMUN GOLDEN akan tetapi hasil teoritis dari metode PERT dan MathCad mungkin belum sesuai dengan fakta riil yang ada jadi masih terdapat beberapa batasan-batasan konkret seperti kendala cuaca, hari libur, dll.

Dengan hasil analisis penelitian ini yang memiliki waktu dan biaya yang lebih optimum dengan mengabaikan kendala dan batasan-batasan konkret, sebagai alternatif perhitungan PT.PADIMUN GOLDEN dapat mempertimbangkan untuk menggunakan metode PERT dan MathCad dalam menganalisis manajemen penjadwalan proyek pembangunan sehingga dapat menghemat waktu dan biaya.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Persetujuan Pembimbing Skripsi	ii
Pengesahan Kelulusan Ujian Skripsi	iii
Pernyataan Penyusunan Skripsi	iv
Motto dan Persembahan	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Skema	xiii
Daftar Lampiran	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Sistematika Skripsi	6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Manajemen Proyek	8
2.2 Riset Operasi	11
2.2.1 PERT	15
2.2.2 Program Linear	35
2.3 MathCad	43
2.4 Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES	53

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1	Identifikasi Masalah	56
3.2	Perumusan Masalah	56
3.3	Studi Literatur	56
3.4	Observasi	57
3.5	Analisis	57
3.6	Penarikan Kesimpulan	59

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1.	Hasil Penelitian	60
4.1.1.	Hasil Penelitian Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan Menggunakan Metode PERT	61
4.1.2.	Hasil Penelitian Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan Menggunakan MathCad	72
4.2.	Pembahasan	78
4.2.1.	Analisis Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES yang dilakukan oleh PT. PADIMUN GOLDEN	78
4.2.2.	Analisis Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan Menggunakan Metode PERT dan MathCad	79

BAB 5 PENUTUP

5.1	Simpulan	81
5.2	Saran	82

Daftar Pustaka

Lampiran-Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.2.1 Daftar Rencana Kegiatan Pembangunan sebuah rumah mewah	27
2.2.2 Peta Waktu (Time-Chart) Pelaksanaan Proyek pembangunan sebuah Rumah.....	33
4.1. Daftar Rencana aktivitas pelaksanaan pembangunan Rumah Susun Sederhana sewa (RUSUNAWA) Universitas Negeri Semarang.....	62
4.2. Peta Waktu (Time-Chart) Pelaksanaan Proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES	65
4.3. Uraian Upah tenaga kerja Proyek pembangunan RUSUNAWA Mahasiswa UNNES	70
4.4. Penghematan upah tenaga kerja Proyek pembangunan RUSUNAWA Mahasiswa UNNES	71

PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.2.1 Network suatu kegiatan	17
2.2.2 Circularity dan nomor nodes yang betul.....	19
2.2.3 Kegiatan A juga bisa ditulis (1,2) dan kegiatan B (2,3).....	19
2.2.4 Kegiatan S ditulis (4,5).....	20
2.2.5 Kegiatan K bisa ditulis (1,3).....	20
2.2.6 Kegiatan (4,3) merupakan dummy activities.....	20
2.2.7 Kegiatan A dan C harus menggunakan dummy.....	21
2.2.8 Network dengan bantuan dummy1.....	21
2.2.9 Network dengan bantuan dummy2.....	21
2.2.10 Event suatu kejadian.....	24
2.2.11 Network dari proyek pembangunan sebuah rumah baru.....	29
2.2.12 Perhitungan penentuan waktu menggunakan perhitungan maju.....	30
2.2.13 Perhitungan penentuan waktu menggunakan perhitungan mundur.....	31
2.2.14 Lintasan kritis proyek pembangunan rumah baru.....	34
2.2.15 Pembuatan network rumah.....	40
2.3.1 Network suatu kegiatan	44
2.3.2 Kotak pilihan math.....	44
2.3.3 Bagian calculator.....	45
2.3.4 Bagian graph.....	45
2.3.5 Bagian matrix.....	45
2.3.6 Bagian evaluation.....	46
2.3.7 Bagian calculus.....	46
2.3.8 Bagian boolean.....	46
2.3.9 Bagian programming.....	47
2.3.10 Bagian greek.....	47
2.3.11 Bagian symbolic.....	48
2.3.12 Penyelesaian proyek dalam MathCad.....	52
4.1.2. Output Dari MathCad	

DAFTAR SKEMA

Skema	Halaman
2.3. Struktur Organisasi Proyek Pembangunan Rusunawa UNNES	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1	85
Lampiran 2	86
Lampiran 3	87
Lampiran 4	88
Lampiran 5	89
Lampiran 6	90
Lampiran 7	91
Lampiran 8	95



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi yang semakin canggih, hampir setiap kebutuhan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi membutuhkan peranan matematika. Tidak dapat dipungkiri bahwa matematika telah menjadi elemen dasar bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga hampir dipastikan bahwa setiap bagian dari ilmu pengetahuan dan teknologi baik dalam unsur kajian umum ilmu murni maupun terapannya memerlukan peranan ilmu matematika sebagai ilmu bantunya.

Analisa network merupakan salah satu cabang dari matematika terapan yang sering digunakan aplikasinya. Analisa network membahas persoalan dan pemecahan masalah manajemen proyek yang menyangkut perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek, antara lain: pembangunan rumah, jalan atau jembatan, kegiatan penelitian dan pemasangan mesin pabrik, dll.

Bentuk-bentuk dari network merupakan bentuk dari fenomena umum yang terjadi sewaktu-waktu diperlukan adanya koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan yang kompleks, saling berhubungan dan saling tergantung satu sama lain. Hal ini dilakukan agar perencanaan dan pengawasan semua kegiatan itu dapat dilakukan secara sistematis, sehingga dapat diperoleh efisiensi kerja.

Akurasi penentuan waktu penyelesaian kegiatan-kegiatan merupakan faktor yang sangat menentukan bagi keberhasilan manajemen dalam penyelesaian

suatu proyek. Ketidaktepatan waktu dari salah satu kegiatan akan menyebabkan jadwal kegiatan lain berubah sehingga akan mengganggu proses manajemen selanjutnya dan akan memperbesar biaya suatu proyek.

Pada penjadwalan pemeliharaan proyek memerlukan adanya penanganan manajemen kerja yang baik, karena itu perlu ditangani dengan perhitungan yang cermat dan teliti. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien ditinjau dari segi waktu, biaya, dan mempertinggi efisiensi kerja baik manusia maupun alat.

Waktu penyelesaian rangkaian kegiatan-kegiatan di dalam sebuah proyek akan memberikan gambaran mengenai waktu penyelesaian proyek itu. Namun, karena sebuah proyek terdiri dari atas rangkaian kegiatan-kegiatan yang saling berhubungan, maka penentuan waktu penyelesaian sebuah proyek ditentukan oleh Lintasan Kritis (*critical path*), yaitu lintasan penyelesaian rangkaian kegiatan yang terpanjang (Siswanto, 2007:13). Oleh karena itu, istilah lintasan kritis juga menyiratkan bahwa perubahan waktu penyelesaian kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis akan mempengaruhi waktu penyelesaian proyek. Dalam mencari lintasan kritis, antara lain dengan menggunakan metode algoritma, metode matriks, dan metode labeling, teknik evaluasi, metode jalur kritis, metode PERT dan CPM, dan metode simpleks.

Metode PERT atau *Program Evaluation and Review Technique* adalah sebuah metode ilmu manajemen perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007:3). PERT dikembangkan oleh perusahaan konsultan Booz-Allen and Hamilton pada tahun 1958-1959 ketika mereka diminta oleh *Lockheed*

Aircraft Corporation untuk menyusun model perencanaan dan pengendalian proyek *Polaris Weapons System*, yaitu proyek khusus dari US navy. Ternyata metode PERT sebagai alat bantu proyek tersebut sukses luar biasa. Kehandalan PERT sebagai alat perencanaan yang efektif, tercermin pula pada keputusan pemerintah Amerika (1962) yang menghendaki penggunaan PERT pada kontrak-kontrak pembangunan dan proyek-proyek penelitian yang disponsori oleh pemerintah. Berawal dari sinilah peneliti juga tertarik untuk mempelajari metode PERT.

Perkembangan teknologi komputer yang cukup pesat telah merambah ke hampir semua sektor kehidupan manusia. Untuk pengembangan mutu yang tinggi, maka sekarang ini sangat diperlukan penggunaan yang mengandalkan paket *software* yang sesuai tentang masalah optimalisasi Penjadwalan Proyek.

Berawal dari sinilah peneliti juga tertarik untuk mempelajari MathCad. Program ini bermanfaat pada penyelesaian program linear, terutama yang memuat banyak variabel, persamaan dan pertidaksamaan. Program ini lebih mudah dilakukan daripada menggunakan metode simpleks yang membutuhkan ketelitian dan ketekunan yang tinggi. Dengan menggunakan MathCad penyelesaiannya akan lebih cepat dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil.

PT. PADIMUN GOLDEN adalah Perusahaan yang bergerak dalam bidang pembangunan proyek, khususnya proyek pembangunan gedung. Proyek pembangunan RUSUNAWA yang direncanakan oleh PT. PADIMUN GOLDEN ini merupakan anggaran tahun 2009 yang baru dilaksanakan pada Desember tahun 2008 dan diperkirakan Akhir Juli tahun 2009 sudah selesai. PT. PADIMUN suatu

proyek. Ketidaktepatan waktu dari salah satu kegiatan akan menyebabkan jadwal kegiatan lain berubah sehingga akan mengganggu proses manajemen selanjutnya dan akan memperbesar biaya suatu proyek.

Pada penjadwalan pemeliharaan proyek memerlukan adanya penanganan manajemen kerja yang baik, karena itu perlu ditangani dengan perhitungan yang cermat dan teliti. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien ditinjau dari segi waktu, biaya, dan mempertinggi efisiensi kerja baik manusia maupun alat.

Waktu penyelesaian rangkaian kegiatan-kegiatan di dalam sebuah proyek akan memberikan gambaran mengenai waktu penyelesaian proyek itu. Namun, karena sebuah proyek terdiri dari atas rangkaian kegiatan-kegiatan yang saling berhubungan, maka penentuan waktu penyelesaian sebuah proyek ditentukan oleh Lintasan Kritis (*critical path*), yaitu lintasan penyelesaian rangkaian kegiatan yang terpanjang (Siswanto, 2007:13). Oleh karena itu, istilah lintasan kritis juga menyiratkan bahwa perubahan waktu penyelesaian kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis akan mempengaruhi waktu penyelesaian proyek. Dalam mencari lintasan kritis, antara lain dengan menggunakan metode algoritma, metode matriks, dan metode labeling, teknik evaluasi, metode jalur kritis, metode PERT dan CPM, dan metode simpleks.

Metode PERT atau *Program Evaluation and Review Technique* adalah sebuah metode ilmu manajemen perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007:3). PERT dikembangkan oleh perusahaan konsultan Booz-Allen and Hamilton pada tahun 1958-1959 ketika mereka diminta oleh *Lockheed*

Aircraft Corporation untuk menyusun model perencanaan dan pengendalian proyek *Polaris Weapons System*, yaitu proyek khusus dari US navy. Ternyata metode PERT sebagai alat bantu proyek tersebut sukses luar biasa. Kehandalan PERT sebagai alat perencanaan yang efektif, tercermin pula pada keputusan pemerintah Amerika (1962) yang menghendaki penggunaan PERT pada kontrak-kontrak pembangunan dan proyek-proyek penelitian yang disponsori oleh pemerintah. Berawal dari sinilah peneliti juga tertarik untuk mempelajari metode PERT.

Perkembangan teknologi komputer yang cukup pesat telah merambah ke hampir semua sektor kehidupan manusia. Untuk pengembangan mutu yang tinggi, maka sekarang ini sangat diperlukan penggunaan yang mengandalkan paket *software* yang sesuai tentang masalah optimalisasi Penjadwalan Proyek.

Berawal dari sinilah peneliti juga tertarik untuk mempelajari MathCad. Program ini bermanfaat pada penyelesaian program linear, terutama yang memuat banyak variabel, persamaan dan pertidaksamaan. Program ini lebih mudah dilakukan daripada menggunakan metode simpleks yang membutuhkan ketelitian dan ketekunan yang tinggi. Dengan menggunakan MathCad penyelesaiannya akan lebih cepat dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil.

PT. PADIMUN GOLDEN adalah Perusahaan yang bergerak dalam bidang pembangunan proyek, khususnya proyek pembangunan gedung. Proyek pembangunan RUSUNAWA yang direncanakan oleh PT. PADIMUN GOLDEN ini merupakan anggaran tahun 2009 yang baru dilaksanakan pada Desember tahun 2008 dan diperkirakan Akhir Juli tahun 2009 sudah selesai. PT. PADIMUN

GOLDEN memperhitungkan pemeliharaan memakan waktu 240 hari dengan perkiraan biaya Rp. 9.068.780.000,00. Biaya tersebut merupakan biaya langsung yang meliputi biaya total alat, bahan, dan gaji pekerja.

Peneliti akan mengkaji secara teoritis masalah manajemen Penjadwalan Proyek menggunakan MathCad dan menggunakan metode PERT, dengan cara mencari lintasan kritis dan besar biaya pada penjadwalan pembangunan proyek RUSUNAWA pada PT. PADIMUN GOLDEN selaku kontraktor sebagai dasar pertimbangan guna mendapatkan hasil kerja yang efisien, hemat waktu, bermutu dan tepat guna dalam penawaran pembangunan proyek.

1.2. Permasalahan

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode PERT dan MathCad bagaimana lintasan kritis dan besar biaya pada penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES?
2. Apakah lintasan kritis dan besar biaya proyek dalam penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES pada PT. PADIMUN GOLDEN selaku kontraktor sudah optimal?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan diatas, penelitian ini bertujuan:

1. Untuk mengetahui bagaimana lintasan kritis dan besar biaya pada penjadwalan penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan menggunakan metode PERT dan MathCad.
2. Untuk mengetahui sudah optimalkah lintasan kritis dan besar biaya proyek dalam penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES pada PT.PADIMUN GOLDEN selaku kontraktor.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Bagi Peneliti

Penelitian yang dilakukan adalah penerapan dari teori-teori yang telah diperoleh dari bangku kuliah ke dalam praktik yang sebenarnya dan menambah pengetahuan dalam penerapan metode PERT dan MathCad tentang penjadwalan proyek.

2. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan referensi pertimbangan tentang kegiatan mana yang merupakan lintasan kritis dan besar biaya proyek yang optimum kepada PT. PADIMUN GOLDEN selaku kontraktor sebagai dasar pertimbangan guna mendapatkan hasil kerja yang efisien, hemat waktu, bermutu dan tepat guna dalam penawaran Pembangunan proyek.

1.5. Sistematika Skripsi

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian awal, bagian inti, dan bagian akhir. Pada bagian awal memuat judul, halaman pengesahan, pernyataan, motto dan persembahan, kata pengantar, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar skema, dan daftar lampiran. Pada bagian inti terdiri dari lima bab, antara lain sebagai berikut:

1. Bab 1. Pendahuluan

Pada bab ini dikemukakan latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika skripsi.

2. Bab 2. Landasan teori

Landasan teori merupakan teori-teori yang membantu pemecahan masalah dalam permasalahan yang ada. Dalam bab ini peneliti mengkaji tentang manajemen proyek, riset operasi yang meliputi PERT dan program linear, MathCad dan penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES.

3. Bab 3. Metode Penelitian

Pada bab ini meliputi enam hal, yaitu identifikasi masalah, perumusan masalah, studi literatur, observasi, analisis dan penarikan simpulan.

4. Bab 4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

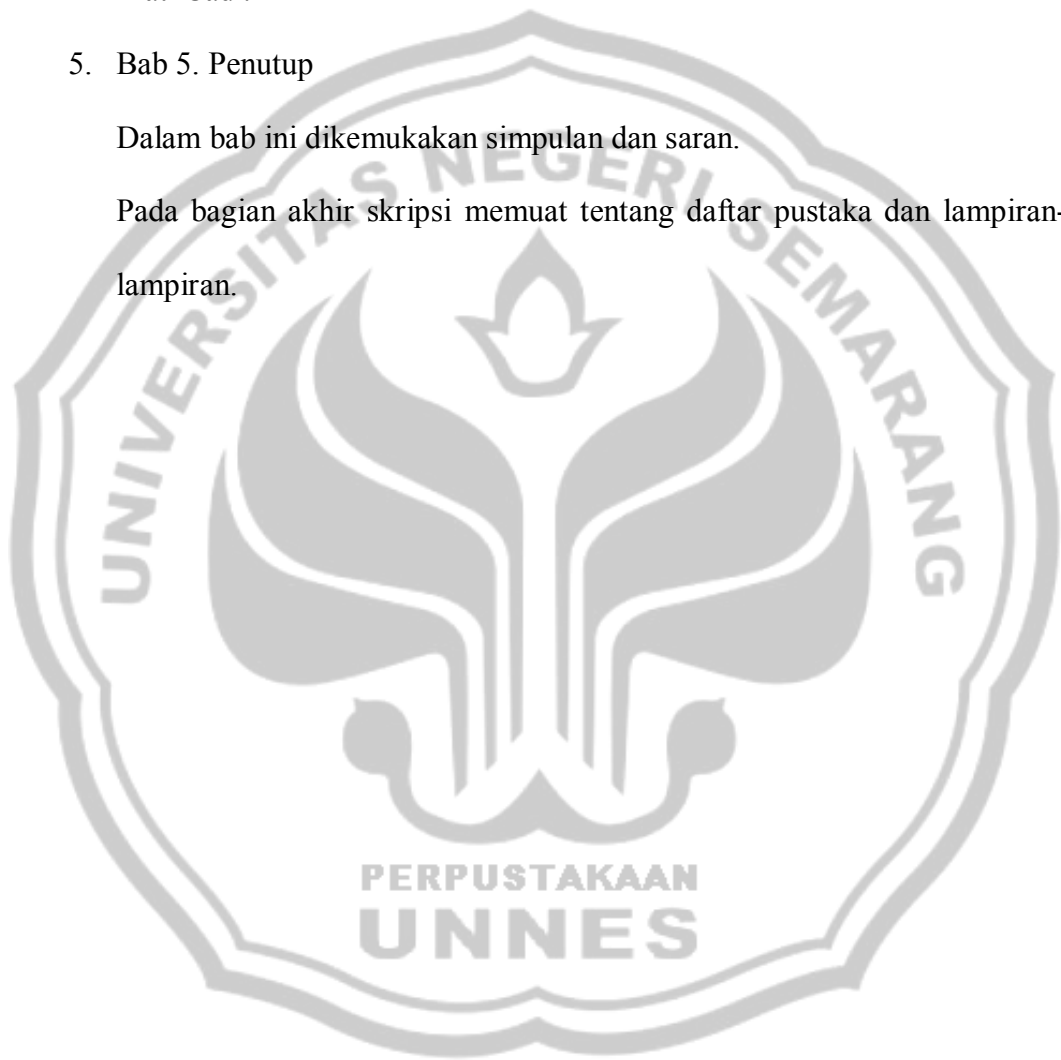
Pada bab ini meliputi dua sub bab, yaitu hasil penelitian dan pembahasan. Hasil penelitian berisi mengenai Hasil Penelitian Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan Menggunakan Metode PERT dan MathCad. Pada pembahasan berisi

Analisis Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES yang dilakukan oleh PT. PADIMUN GOLDEN selaku kontraktor dan Analisis Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan Menggunakan Metode PERT dan MathCad .

5. Bab 5. Penutup

Dalam bab ini dikemukakan simpulan dan saran.

Pada bagian akhir skripsi memuat tentang daftar pustaka dan lampiran-lampiran.



BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Managemen Proyek

Sebuah proyek mendefinisikan satu kombinasi kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan yang harus dilakukan dalam urutan tertentu sebelum keseluruhan tugas dapat diselesaikan. Kegiatan-kegiatan ini saling berkaitan dalam satu urutan yang logis dalam arti bahwa beberapa kegiatan tidak dapat dimulai sampai kegiatan lainnya diselesaikan. Sebuah kegiatan dalam sebuah proyek dipandang sebagai tugas yang memerlukan waktu dan sumber daya untuk menyelesaikannya.

Managemen proyek merupakan proses untuk merencanakan penyiapan sarana fisik dan peralatan lunak lainnya agar proyek yang kita rencanakan tersebut bisa mulai beroperasi secara komersial tepat pada waktunya (Husnan, S. & Muhammad, 2000: 5). Jadi managemen proyek adalah kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dalam proses tertentu serta sumber daya tertentu.

Menurut Taha (1999:76), kriteria managemen penjadwalan proyek yang efisien yaitu dicapainya penurunan terbesar dalam waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek yang bersangkutan sambil tetap mempertahankan kelayakan ekonomi dari penggunaan sumber daya yang tersedia.

Langkah managemen proyek ialah membaginya ke dalam berbagai kegiatan. Kegiatan-kegiatan perlu diidentifikasi dan hubungan antar kegiatan

tersebut harus jelas. Berdasarkan pembagian ini pula dapat dilakukan alokasi sumber daya dan waktu. Dengan demikian, dapatlah pemberi proyek mengetahui secara garis besar, kegiatan apa saja yang akan dilakukan untuk menyelesaikan proyek tersebut serta berapa dana dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

Mutu suatu manajemen tidak terlepas dari mutu informasi yang diperoleh. Jika informasi yang diperoleh pengawas lapangan dapat mewakili kondisi yang sebenarnya maka solusi yang diambil akan mengenai sasaran. Menurut Wulfram, I.E. (2004: 5) ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan agar manajemen berlangsung dengan baik, yaitu:

1. Ketepatan waktu

Ketepatan waktu pemantauan sangat berpengaruh untuk mendapatkan informasi yang terbaru. Keterlambatan pemantauan hanya akan menghasilkan informasi yang sudah tidak sesuai lagi dengan kondisi.

2. Akses antar tingkat

Derajat kemudahan untuk akses dalam jalur pelaporan performa sangat berpengaruh untuk menjaga efektifitas sistem pengendalian. Jalur pelaporan dari tingkat paling atas hingga paling bawah harus mudah dan jelas. Sehingga, seorang manager dapat melacak dengan cepat bila terdapat bagian yang memiliki performa jelek.

3. Perbandingan data terhadap informasi

Data yang diperoleh dari pengamatan di lapangan harus mampu memberikan informasi secara proporsional. Jangan sampai terjadi jumlah

data yang didapat berjumlah ribuan bahkan ratusan ribu namun hanya memberikan satu dua informasi.

4. Data dan informasi yang dapat dipercaya

Masalah ini menyangkut kejujuran dan kedisiplinan semua pihak yang terlibat dalam proyek. Semua perjanjian dan kesepakatan yang telah dibuat seperti waktu pengiriman peralatan dan bahan, waktu pembayaran harus benar-benar ditepati.

5. Obyektivitas data

Data yang diperoleh harus sesuai dengan apa yang terjadi di lapangan. Pemakaian asumsi, kira-kira atau pendapat pribadi tidak boleh dimasukkan sebagai data hasil pengamatan.

Walaupun secara teoritis manajemen adalah sangat penting, namun tidak jarang pada waktu pelaksanaannya manajemen tersebut tidak berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Menurut Wulfram, I.E. (2004: 4), ada beberapa faktor yang menyebabkan manajemen menjadi tidak efektif, yaitu:

1. Definisi proyek

Definisi proyek yang dimaksud adalah keadaan proyek itu sendiri atau gambaran proyek yang dibuat perencana. Pada proyek dengan ukuran dan kompleksitas yang amat besar, yang melibatkan banyak organisasi ditambah lagi banyaknya kegiatan yang saling terkait, maka akan timbul masalah kesulitan koordinasi dan komunikasi. Kesulitan yang sama bisa juga timbul karena kerumitan pendefinisian struktur organisasi proyek yang dibuat oleh perencana.

2. Faktor tenaga kerja

Pengawas atau inspektur yang kurang ahli dibidangnya atau kurang berpengalaman dapat menyebabkan manajemen proyek menjadi tidak efektif dan kurang akurat.

3. Faktor sistem pengendalian

Penerapan sistem informasi dan pengawasan yang terlalu formal dengan mengabaikan hubungan kemanusiaan akan timbul kekakuan dan keterpaksaan. Oleh karena itu, perlu juga diterapkan cara-cara tertentu untuk mendapatkan informasi secara tidak resmi misalnya ketika makan bersama, saling mengunjungi, komunikasi lewat telepon, dan lain sebagainya.

2.2. Riset Operasi

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi yang semakin canggih, hampir setiap permasalahan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi membutuhkan peranan matematika. Cara yang baik dalam memecahkannya menimbulkan kebutuhan akan teknik-teknik riset operasi.

Riset operasi adalah penerapan metode-metode ilmiah terhadap masalah-masalah rumit yang muncul dalam pengarahannya dan pengelolaan dari suatu sistem besar manusia, mesin, bahan dan uang dalam industri, bisnis, pemerintahan dan pertahanan (Mulyono, 2002:2).

Riset operasi juga diartikan sebagai peralatan manajemen yang menyatukan ilmu pengetahuan, matematika, dan logika dalam rangka

memecahkan masalah-masalah yang dihadapi sehari-hari, sehingga akhirnya permasalahan tersebut dapat dipecahkan secara optimal (Subagyo, 2000:4).

Menurut Mulyono (2002:7), pola dasar penerapan riset operasi terhadap suatu masalah dapat dipisahkan menjadi beberapa tahap, antara lain sebagai berikut:

1. Merumuskan masalah

Sebelum solusi terhadap suatu persoalan dipikirkan, pertama kali suatu definisi persoalan yang tepat harus dirumuskan. Sering dilaporkan oleh organisasi-organisasi bahwa kegagalan dalam penyelesaian masalah diakibatkan karena kesalahan dalam mendefinisikan persoalan. Dalam perumusan masalah ini ada tiga pertanyaan penting yang harus dijawab, antara lain:

- a. Variabel keputusan yaitu unsur-unsur dalam persoalan yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan.
- b. Tujuan. Penetapan tujuan membantu pengambil keputusan memusatkan perhatian pada persoalan dan pengaruhnya terhadap organisasi. Tujuan ini diekspresikan dalam variabel keputusan.
- c. Kendala adalah pembatas-pembatas terhadap alternatif tindakan yang tersedia.

2. Pembentukan model

Sesuai dengan definisi persoalannya, pengambil keputusan menentukan model yang paling cocok untuk mewakili sistem. Model merupakan ekspresi kuantitatif dari tujuan dan kendala-kendala persoalan dalam variabel

keputusan. Jika model yang dihasilkan cocok dengan salah satu model matematik yang biasa (misalnya linear), maka solusinya dapat dengan mudah diperoleh dengan program linear. Jika hubungan matematik model begitu rumit untuk penerapan solusi analitik, maka suatu model probabilitas mungkin lebih cocok. Beberapa kasus membutuhkan penggunaan kombinasi model matematik dan probabilitas. Ini tentu saja tergantung dari sifat-sifat dan kerumitan sistem yang dipelajari.

3. Mencari penyelesaian masalah

Pada tahap ini bermacam-macam teknik dan metode solusi kuantitatif merupakan bagian utama dari riset operasi memasuki proses. Penyelesaian masalah sesungguhnya merupakan aplikasi satu atau lebih teknik-teknik ini terhadap model. Seringkali solusi terhadap model berarti nilai-nilai variabel keputusan yang mengoptimalkan salah satu fungsi tujuan dengan nilai fungsi tujuan lain yang dapat diterima.

4. Validasi model

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pembentukan model harus absah. Dengan kata lain, model harus diperiksa apakah ia mencerminkan berjalannya sistem yang diwakili. Suatu metode yang biasa digunakan untuk menguji validitas model adalah membandingkan outputnya dengan data masa lalu yang tersedia. Model dikatakan valid jika dengan kondisi input yang serupa, ia dapat menghasilkan kembali output seperti masa lalu. Masalahnya adalah bahwa tak ada yang menjamin output masa depan akan berlanjut meniru cerita lama.

5. Penerapan hasil akhir

Tahap terakhir adalah menerapkan hasil model yang telah diuji. Hal ini membutuhkan suatu penjelasan yang hati-hati tentang solusi yang digunakan dan hubungannya dengan realitas. Suatu tahap kritis pada tahap ini adalah mempertemukan mereka yang ahli riset operasi dengan mereka yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan sistem.

Menurut Dimiyati (1999:4), jika riset operasi akan digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan, maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Memformulasikan persoalan, definisikan persoalan lengkap dengan spesifikasi tujuan dan bagian-bagian atau sistem yang bersangkutan.
2. Mengobservasi sistem, kumpulan data untuk mengestimasi besaran parameter yang berpengaruh terhadap persoalan yang dihadapi, estimasi ini digunakan untuk membangun dan mengevaluasi model matematis dari persoalan.
3. Memformulasikan model matematis dari persoalan yang dihadapi, dalam hal ini model matematis dalam bentuk persamaan atau pertidaksamaan linier.
4. Mengevaluasi model dan penggunaannya untuk prediksi, untuk mengevaluasi apakah langkah 3 telah menggambarkan keadaan nyata secara akurat atau belum.
5. Mengimplementasikan hasil studi, menerjemahkan hasil perhitungan dalam bahasa sehari-hari.

Salah satu pembahasan dalam riset operasi yaitu pada Analisa network dengan pendekatan program linear. Dalam Analisa network terdapat berbagai metode jaringan kerja, metode jaringan kerja yang sangat terkenal yaitu metode PERT. Sub bab tentang riset operasi sebagai berikut:

2.2.1 PERT

Metode PERT atau *Program Evaluation and Review Technique* adalah sebuah metode ilmu manajemen perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007:3). PERT dikembangkan oleh perusahaan konsultan Booz-Allen and Hamilton pada tahun 1958-1959 ketika mereka diminta oleh *Lockheed Aircraft Corporation* untuk menyusun model perencanaan dan pengendalian proyek *Polaris Weapons Sistem*, yaitu proyek khusus dari US navy. Ternyata metode PERT sebagai alat bantu proyek tersebut sukses luar biasa. Kehandalan PERT sebagai alat perencanaan yang efektif tercermin pula pada keputusan pemerintah Amerika (1962) yang menghendaki penggunaan PERT pada kontrak-kontrak pembangunan dan proyek-proyek penelitian yang disponsori oleh pemerintah.

Menurut Hillier & Lieberman (1990:371), PERT dirancang untuk menentukan peluang suatu pertemuan memenuhi batas akhir yang ditetapkan, mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang biasa macet sehingga harus diadakan suatu usaha untuk tetap sesuai dengan jadwal dan mengevaluasi pengaruh perubahan dalam program. PERT adalah sebuah model *Management Science* untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007:3).

PERT membahas persoalan dan pemecahan masalah manajemen proyek yang menyangkut perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek, antara lain: pembangunan rumah, jalan atau jembatan, kegiatan penelitian, kegiatan-kegiatan advertensi, pembuatan kapal, perbaikan, pembongkaran, dan pemasangan mesin pabrik, dan lain-lain(Taha, 1999:76).

Tahap perencanaan dimulai dengan memecahkan proyek ke dalam beberapa kegiatan yang berbeda. Estimasi waktu untuk kegiatan-kegiatan ini lalu ditentukan, dan sebuah diagram jaringan (diagram panah) dikembangkan dengan masing-masing busur (panah) mewakili suatu kegiatan. Keseluruhan diagram panah tersebut memberikan representasi grafik dari ketergantungan diantara kegiatan-kegiatan dalam proyek tersebut.

Tujuan akhir dari tahap penjadwalan adalah dikembangkannya sebuah bagan waktu yang memperlihatkan waktu awal dan akhir untuk setiap kegiatan disamping hubungannya dengan kegiatan-kegiatan yang lain dalam proyek tersebut. Disamping itu, jadwal tersebut harus menunjukkan lintasan kritis (dalam hal waktu) yang memerlukan perhatian khusus jika proyek tersebut ingin diselesaikan tepat pada waktunya. Untuk kegiatan-kegiatan yang tidak kritis, jadwal tersebut harus menunjukkan jumlah kesenggangan atau waktu yang mengambang yang dapat dipergunakan secara menguntungkan ketika kegiatan-kegiatan tersebut ditunda atau ketika sumber daya yang terbatas ingin dipergunakan secara efisien.

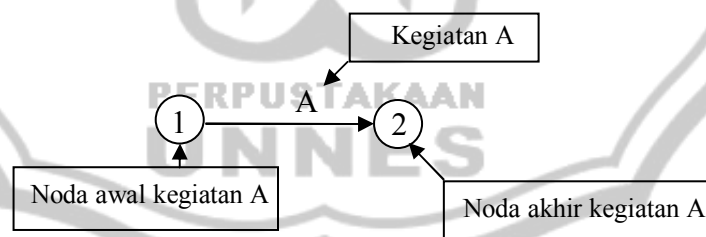
Simbol yang sering digunakan dalam menggambarkan suatu jaringan network adalah sebagai berikut:

1. Lingkaran kecil / node

Mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau *event*. Kejadian (*event*) didefinisikan sebagai permulaan atau akhir dari suatu atau beberapa kegiatan. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor.

2. Anak panah / busur

Mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan *duration* (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah *resources* (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini sama sekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala. Kita lihat gambar 2.2.1.



Gambar 2.2.1 Network suatu kegiatan

3. Anak panah terputus-putus

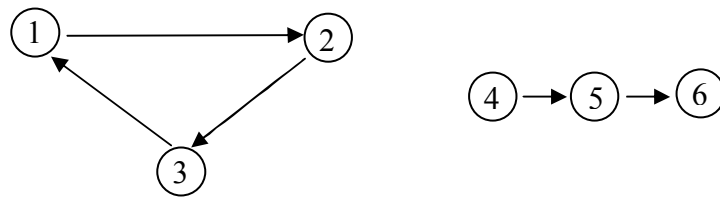
Menyatakan kegiatan semu atau *dummy activity*. *Dummy* di sini adalah sebuah notasi kegiatan yang secara visual berguna untuk menunjukkan hubungan waktu penyelesaian sebuah kegiatan dan waktu mulai kegiatan yang lain. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan *dummy* bukan kegiatan yang dianggap sebagai kegiatan dan tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.

4. Anak panah tebal

Merupakan kegiatan pada lintasan kritis. Waktu penyelesaian jalur ini akan menandai penyelesaian proyek.

Selain simbol-simbol diatas, dalam penyusunan *network* perlu memperhatikan beberapa hal untuk mempermudah pembuatan sketsa proyek, yaitu:

1. Sebelum kegiatan dimulai, semua kegiatan yang mendahuluinya harus sudah selesai dikerjakan.
2. Gambar anak panah hanya sekedar menunjukkan urutan didalam mengerjakan pekerjaan saja. Panjang anak panah dan arahnya tidak menunjukkan letak dari pekerjaan.
3. Nodes (lingkaran yang menunjukkan kejadian) diberi nomor sedemikian rupa, sehingga tidak terdapat nodes yang mempunyai nomor yang sama. Untuk menghindari arah anak panah yang berulang kembali (*circularity*), biasanya nomor yang lebih kecil diletakkan pada awal anak panah, sedang pada akhir anak panah diberi nomor yang lebih besar.



Gambar 2.2.2 circularity dan nomor nodes yang betul

4. Dua buah kejadian hanya bisa dihubungkan oleh satu kegiatan.
5. Network hanya dimulai dari satu kejadian awal (initial event) yang sebelumnya tidak ada pekerjaan yang mendahuluinya. Disamping itu network di akhiri oleh satu kejadian saja (*terminal event*).

Jaringan Kerja atau PERT adalah dua istilah yang tidak perlu dicampur aduk penggunaannya meskipun hal itu tidak berarti harus dipisahkan. PERT memang memerlukan bagan Jaringan Kerja guna memvisualisasikan sistem jaringan penyelesaian proyek yang terdiri dari rangkaian kegiatan-kegiatan yang terpadu. Visualisasi itu berguna bagi proses perencanaan dan pengendalian.

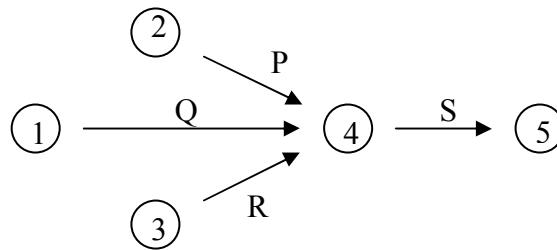
Adapun logika kebergantungan kegiatan-kegiatan itu dinyatakan sebagai berikut:

1. kegiatan B baru bisa mulai dikerjakan setelah kegiatan A selesai.



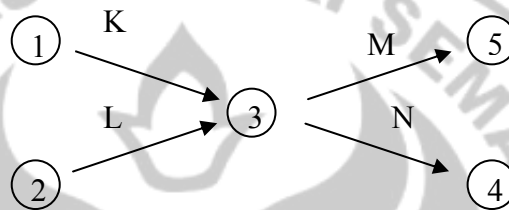
Gambar 2.2.3 kegiatan A juga bisa ditulis (1,2) dan kegiatan B (2,3)

2. Jika kegiatan P, Q, dan R harus selesai sebelum kegiatan S dapat dimulai.



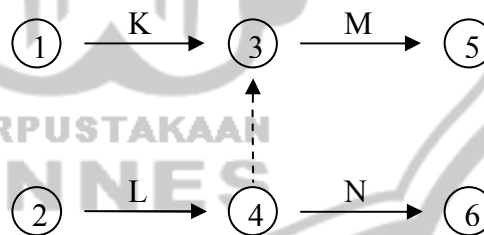
Gambar 2.2.4 kegiatan S ditulis (4,5)

3. Jika kegiatan K dan L harus selesai sebelum kegiatan M dan N.



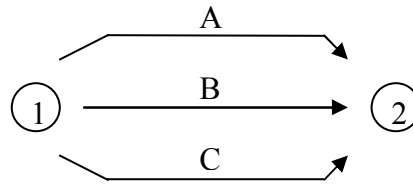
Gambar 2.2.5 kegiatan K bisa ditulis (1,3)

4. Jika kegiatan K dan L harus selesai sebelum kegiatan M dapat dimulai, tetapi kegiatan N sudah boleh dimulai bila kegiatan L sudah selesai.



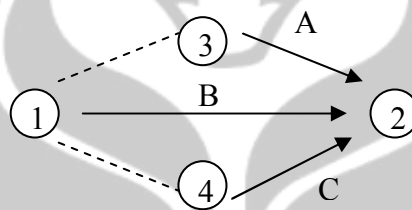
Gambar 2.2.6 kegiatan (4,3) merupakan dummy activities

5. Jika kegiatan A, B, dan C mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama, maka kita tidak boleh menggambarkan seperti dibawah ini:



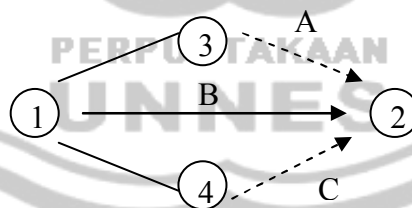
Gambar 2.2.7 kegiatan A dan C harus menggunakan dummy

Karena gambar di atas berarti bahwa kegiatan (1,2) itu adalah kegiatan A atau B atau C. Untuk dapat membedakan ketiga kegiatan masing-masing maka harus digunakan *dummy* seperti dibawah ini:



Gambar 2.2.8 network dengan bantuan dummy1

atau



Gambar 2.2.9 network dengan bantuan dummy2

Waktu penyelesaian rangkaian kegiatan-kegiatan di dalam sebuah proyek akan memberikan gambaran mengenai waktu menyelesaikan proyek itu. Namun,

karena sebuah proyek terdiri dari rangkaian kegiatan-kegiatan yang saling berhubungan, maka penentuan waktu penyelesaian sebuah proyek ditentukan oleh jalur kritis, yaitu jalur penyelesaian rangkaian kegiatan yang terpanjang.

Waktu penyelesaian jalur ini akan menandai penyelesaian proyek. Oleh karena itu, istilah jalur kritis juga menyiratkan bahwa perubahan waktu penyelesaian kegiatan-kegiatan pada jalur kritis akan mempengaruhi waktu penyelesaian proyek. Cara termudah untuk menunjukkan Jalur Kritis adalah dengan penguraian Jaringan Kerja menjadi kelompok jalur kegiatan berdasarkan rangkaian penyelesaiannya, dimana jalur penyelesaian rangkaian kegiatan yang terpanjang merupakan Jalur Kritis.

Kalau kegiatan-kegiatan suatu proyek tidak banyak dan network-nya sederhana, jalur kritis bisa dihitung dengan mudah. Tetapi kalau network-nya kompleks, maka sulit sekali menghitungnya dengan cara yang sederhana seperti tersebut diatas. Untuk itu bisa digunakan metode algorithm, metode matriks, metode program linear, dan metode labeling.

Ada beberapa istilah atau pengertian yang akan digunakan didalam analisa network adalah sebagai berikut:

1. Earliest event occurrence time (TE)

Earliest event occurrence time adalah saat tercepat terjadinya even.

2. Latest event occurrence time (TL)

Latest event occurrence time adalah saat paling lambat terjadinya even.

3. Earliest Start Time (ES)

Earliest Start time adalah waktu tercepat untuk bisa memulai suatu kegiatan dengan waktu normal, tanpa mengganggu kegiatan yang lain.

4. Earliest Finish Time (EF)

Earliest finish time adalah waktu paling cepat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan dengan menggunakan waktu normal, tanpa mengganggu kelancaran pekerjaan-pekerjaan yang lain.

5. Latest Start Time (LS)

Latest Start Time adalah waktu yang paling lambat untuk bisa memulai suatu kegiatan dengan waktu normal, tanpa mengganggu kelancaran kegiatan-kegiatan yang lain.

6. Latest Finish Time (LF)

Latest Finish Time adalah waktu paling lambat untuk bisa menyelesaikan suatu kegiatan dengan waktu normal, tanpa mengganggu kegiatan yang lain.

7. Total float

Total float adalah perbedaan latest dan earliest even time. Jadi merupakan perbedaan antara LF dengan ES.

$S = LF - (ES + t)$ dimana $t =$ durasi waktu aktivitas X_i , $i = 1, 2, \dots$

8. Free Float

Free Float adalah perbedaan latest dan earliest even time yang biasanya digunakan dalam network yang disusun berdasarkan kegiatan.

$SF = EF - (ES + t)$ dimana $t =$ durasi waktu aktivitas X_i , $i = 1, 2, \dots$

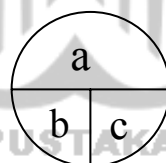
Dalam melakukan perhitungan penentuan waktu ini digunakan 3 asumsi dasar, yaitu:

1. Proyek hanya memiliki satu initial event dan satu terminal event.
2. Saat tercepat terjadinya initial event adalah hari ke-nol.
3. Saat paling lambat terjadinya terminal event adalah $TL = TE$ untuk event ini.

Adapun cara perhitungan yang harus dilakukan terdiri dari dua cara, yaitu cara perhitungan maju dan perhitungan mundur. Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak mulai dari initial event menuju ke terminal event. Maksudnya ialah menghitung saat paling cepat terjadinya event dan saat paling cepat dimulainya serta diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TE, ES, dan EF).

Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dari terminal event menuju initial event. Maksudnya ialah menghitung saat paling lambat terjadinya event dan saat paling lambat dimulainya serta diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TE, ES, dan EF).

Untuk melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur ini, lingkaran kejadian (event) dibagi atas tiga bagian sebagai berikut:



Gambar 2.2.10 event suatu kejadian

Keterangan :

- a : ruang untuk nomor event,
- b : ruang untuk menunjukkan saat paling cepat terjadinya event (TE),
yang juga merupakan hasil perhitungan maju,
- c : ruang untuk menunjukkan saat paling lambat terjadinya event (TL),
yang juga 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 di atas, maka mulailah member nomor pada masing-masing node. Setelah itu, cantumkan pada tiap anak panah (kegiatan) perkiraan waktu pelaksanaan masing-masing.

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

Algoritma penentuan solusi dengan menggunakan metode PERT untuk masalah penjadwalan proyek meliputi:

1. Perhitungan Maju

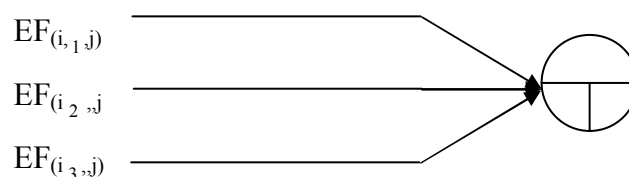
Ada tiga langkah yang harus dilakukan pada perhitungan maju, yaitu:

- a. Saat tercepat terjadinya *initial event* ditentukan pada hari ke nol sehingga untuk *initial event* berlaku $TE = 0$. (asumsi ini tidak benar untuk proyek yang tidak berhubungan dengan proyek-proyek lain).
- b. Kalau *initial event* tidak terjadi pada hari ke-nol, maka:

$$ES_{(i,j)} = TE_{(j)} = 0$$

$$\begin{aligned} EF_{(i,j)} &= ES_{(i,j)} + t_{(i,j)} \\ &= TE_{(j)} + t_{(i,j)} \end{aligned}$$

- c. Event yang digabungkan beberapa aktivitas (*merge event*).



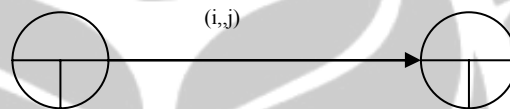
Sebuah event hanya dapat terjadi jika aktivitas-aktivitas yang mendahuluinya telah diselesaikan. Maka saat paling cepat terjadinya sebuah event sama dengan nilai terbesar dari saat tercepat untuk menyelesaikan aktivitas-aktivitas yang berakhir pada event tersebut.

$$TE_{(j)} = \max (EF_{(i_1, j)}, EF_{(i_2, j)}, \dots, EF_{(i_n, j)})$$

2. Perhitungan Mundur

Ada tiga langkah yang harus dilakukan pada perhitungan mundur, yaitu:

- Untuk terminal event berlaku $TL = TE$.
- Saat paling lambat untuk memulai suatu aktivitas (LS) sama dengan saat paling lambat untuk menyelesaikan aktivitas (LF) dikurangi dengan duration (t) aktivitas tersebut.

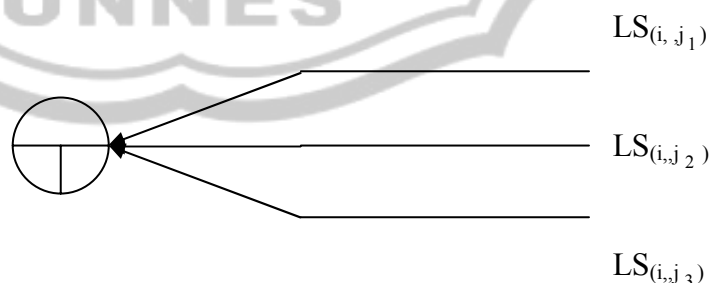


$$LS = LF - t$$

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

$$LS_{(i,j)} = TL_{(j)} - t_{(i,j)}$$

- Event yang digabungkan beberapa aktivitas (merge event).



- Sebuah aktivitas hanya dapat dimulai apabila event yang mendahului telah terjadi. Maka saat paling lambat terjadinya sebuah event sama

dengan nilai terkecil dari saat paling lambat untuk menyelesaikan aktivitas-aktivitas yang berakhir pada event tersebut.

$$TL_{(i)} = \min (EF_{(i, j_1)}, EF_{(i, j_2)}, \dots, EF_{(i, j_n)})$$

Berikut ini contoh permasalahan mengerjakan suatu proyek pembangunan dengan metode PERT:

Seorang kontraktor akan membangun sebuah rumah mewah yang terdiri dari sepuluh macam kegiatan. Perencanaan jangka waktu pelaksanaannya 24 minggu dengan anggaran biaya pembangunan termasuk barang, alat dan tenaga kerja Rp 5.032.560.000,00. Pemeliharaan proyek ini membutuhkan tenaga kerja yaitu 120 pekerja dengan upah Rp. 4.285,71 / jam , 25 tukang dengan upah Rp. 5.000,00 / jam dan 5 Mandor dengan upah Rp. 5.714,29/ jam. Tenaga kerja yang dibutuhkan 150 orang. Jam kerja dari tenaga kerja 10 jam per hari.

Dari permasalahan tersebut akan dicari lintasan kritisnya dengan metode PERT, maka langkah-langkahnya sebagai berikut:

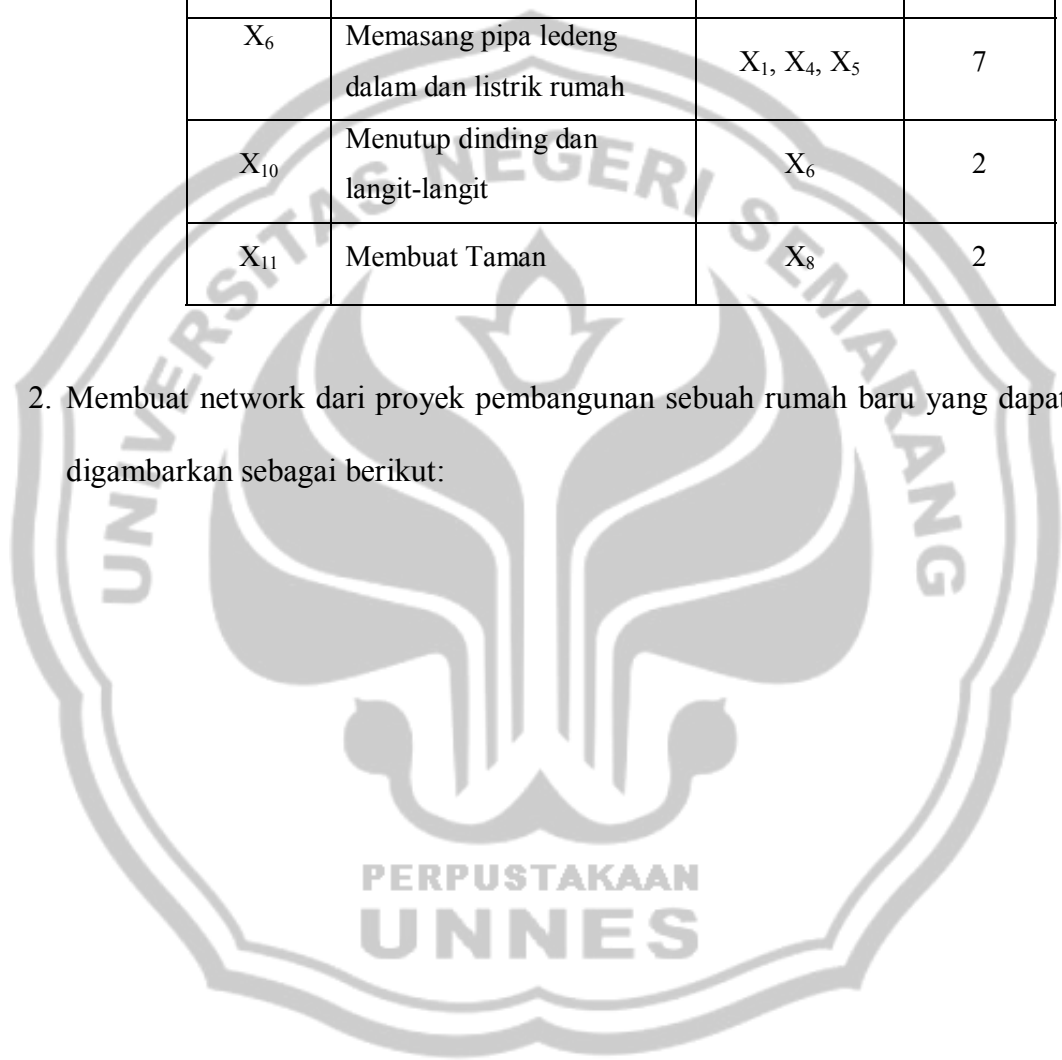
1. Menyusun dan menterjemahkan permasalahan yang ada ke dalam bentuk daftar rencana aktivitas.

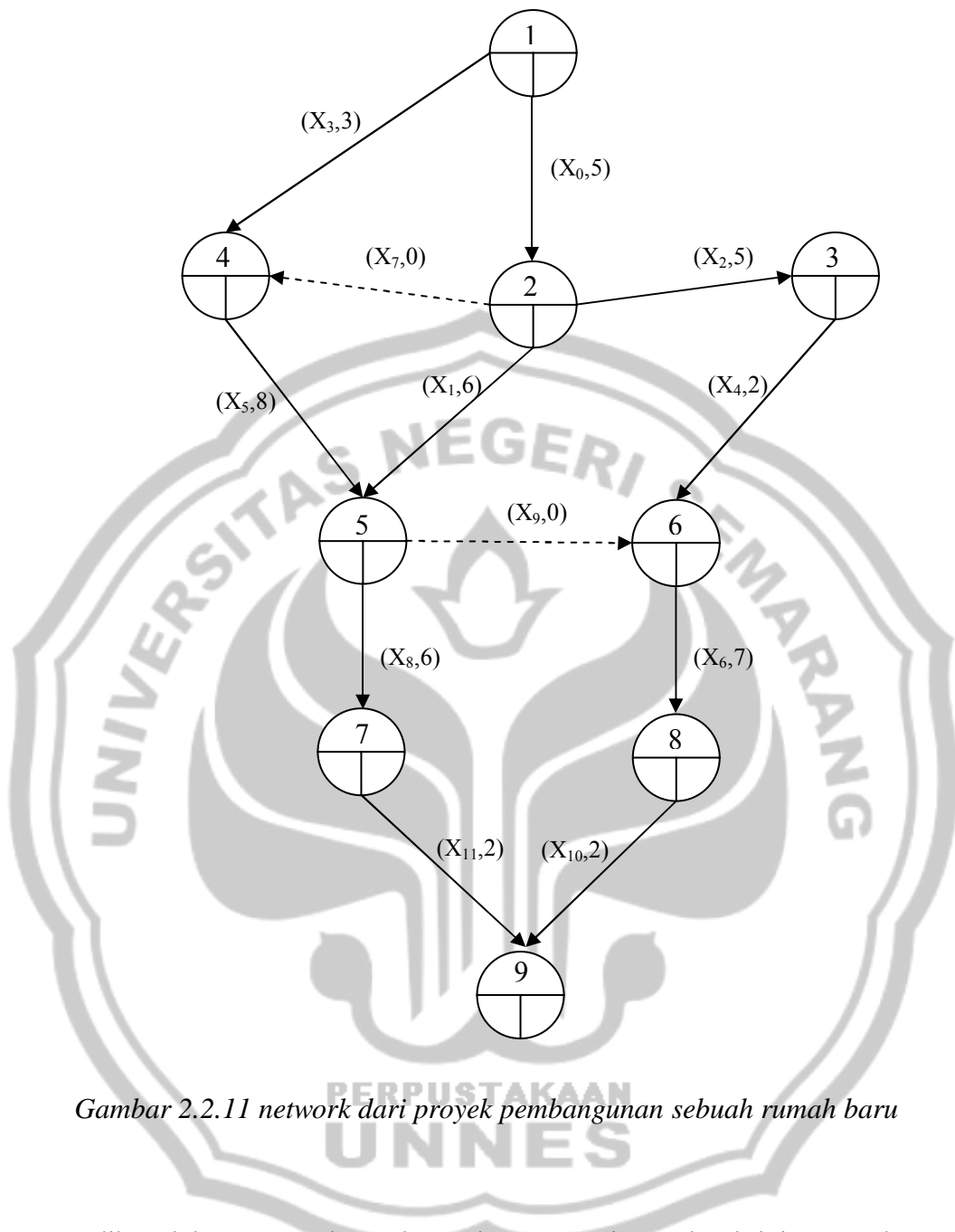
Tabel 2.2.1 Daftar Rencana Kegiatan Pembangunan sebuah rumah mewah

Kegiatan	Keterangan	Kegiatan yang mendahului	Waktu (minggu)
X ₀	Membuat pondasi	-	5
X ₁	Membangun tembok	X ₀	6
X ₂	Memasang lantai	X ₀	5

X ₃	Memasang pipa ledeng dari luar	-	3
X ₄	Memasang atap	X ₂	2
X ₅	Menyelesaikan interior	X ₃ , X ₀	8
X ₈	Menyelesaikan eksterior	X ₁ , X ₅	6
X ₆	Memasang pipa ledeng dalam dan listrik rumah	X ₁ , X ₄ , X ₅	7
X ₁₀	Menutup dinding dan langit-langit	X ₆	2
X ₁₁	Membuat Taman	X ₈	2

2. Membuat network dari proyek pembangunan sebuah rumah baru yang dapat digambarkan sebagai berikut:



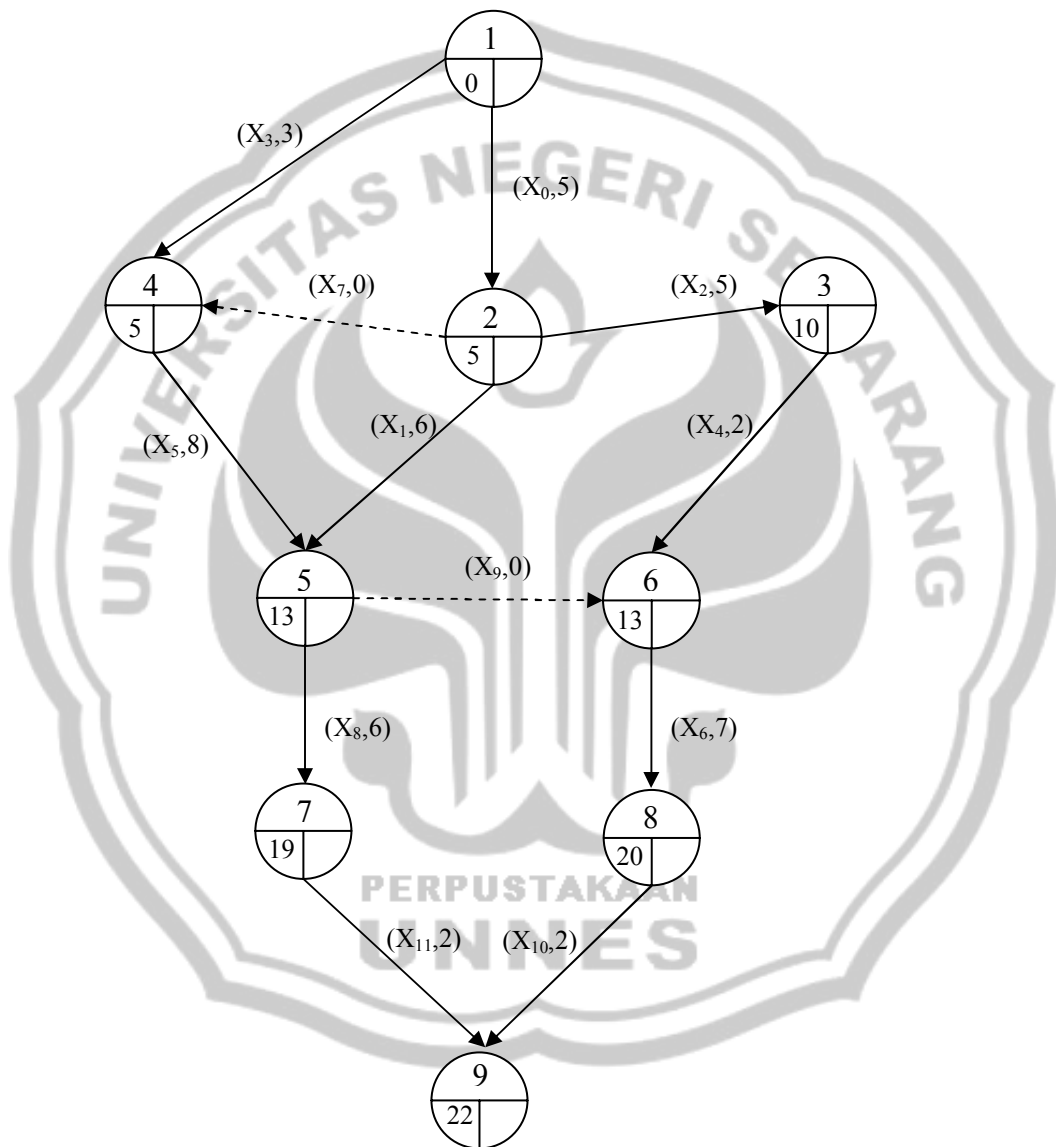


Gambar 2.2.11 network dari proyek pembangunan sebuah rumah baru

Terlihat dalam network, terdapat dummy yaitu pada aktivitas X_7 dan X_9 . Aktivitas X_5 mulai dilaksanakan sebelum aktivitas X_0 dan X_3 selesai, maka dibutuhkan *dummy* X_7 untuk menunjukkan hubungan waktu penyelesaian sebuah aktivitas dan waktu mulai aktivitas yang lain. Aktivitas X_6 mulai

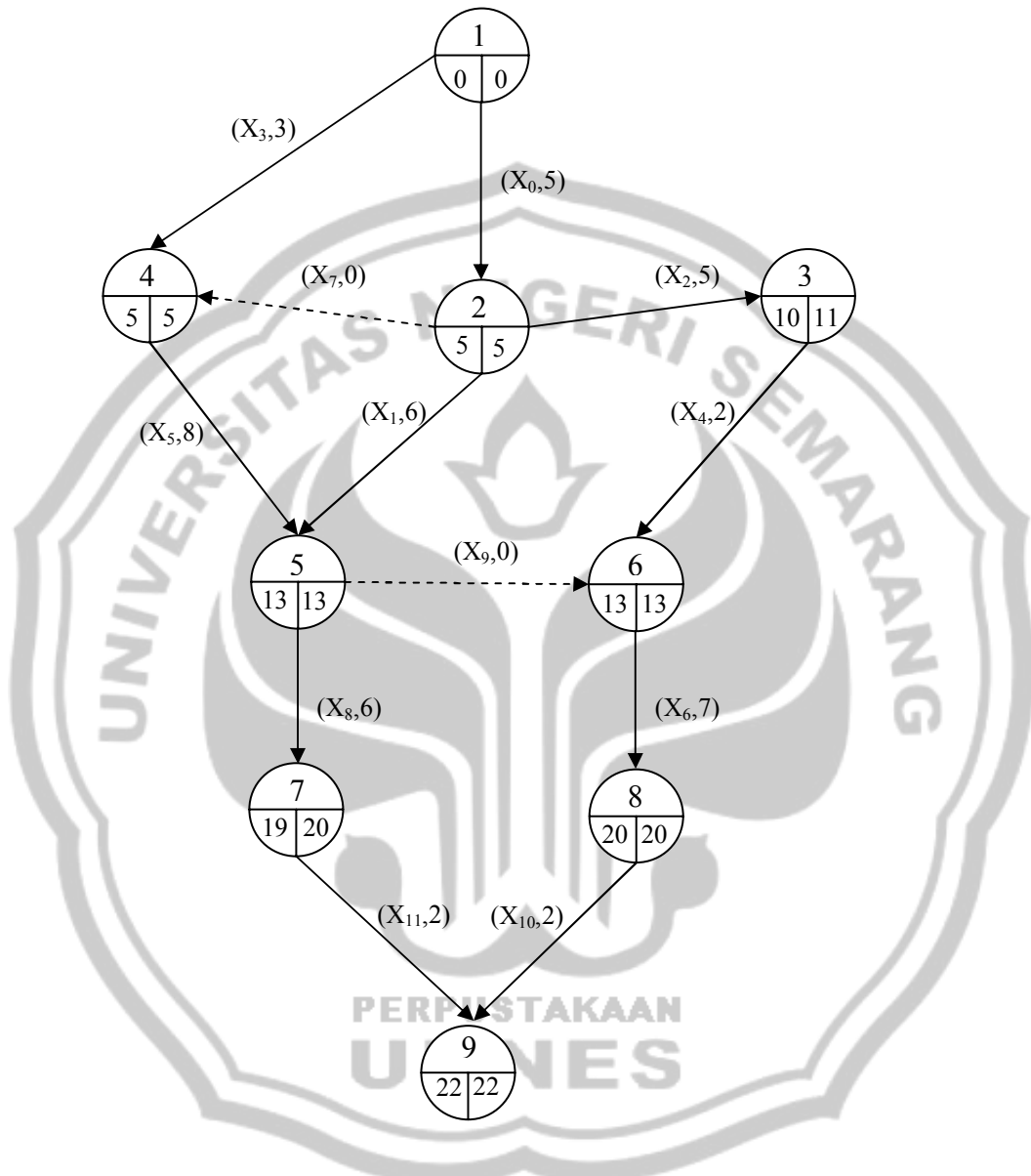
dilaksanakan sebelum aktivitas X_8 , X_4 dan X_1 selesai, maka dibutuhkan *dummy* X_9 .

- Melakukan perhitungan penentuan waktu dengan menggunakan perhitungan maju.



Gambar 2.2.12 perhitungan penentuan waktu menggunakan perhitungan maju

4. Setelah melakukan perhitungan penentuan waktu dengan menggunakan perhitungan maju maka dilakukan perhitungan mundur.



Gambar 2.2.13 perhitungan penentuan waktu menggunakan perhitungan mundur

Setelah melakukan perhitungan maju dan mundur selesai dilakukan, maka berikutnya harus dilakukan perhitungan kelonggaran waktu/ float dari aktivitas-aktivitas pada proyek tersebut yang terdiri atas *total float* dan *free float*.

$$\text{Aktivitas } X_0 = S = 5 - 0 - 5 = 0$$

$$\text{SF} = 5 - 0 - 5 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_1 = S = 13 - 5 - 6 = 2$$

$$\text{SF} = 13 - 5 - 6 = 2$$

$$\text{Aktivitas } X_2 = S = 11 - 5 - 5 = 1$$

$$\text{SF} = 10 - 5 - 5 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_3 = S = 5 - 0 - 3 = 2$$

$$\text{SF} = 5 - 0 - 3 = 2$$

$$\text{Aktivitas } X_4 = S = 13 - 10 - 2 = 1$$

$$\text{SF} = 13 - 10 - 2 = 1$$

$$\text{Aktivitas } X_5 = S = 13 - 5 - 8 = 0$$

$$\text{SF} = 13 - 5 - 8 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_6 = S = 20 - 13 - 7 = 0$$

$$\text{SF} = 20 - 13 - 7 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_7 = S = 5 - 5 - 0 = 0$$

$$\text{SF} = 5 - 5 - 0 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_8 = S = 20 - 13 - 6 = 1$$

$$\text{SF} = 19 - 13 - 6 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_9 = S = 13 - 13 - 0 = 0$$

$$\text{SF} = 13 - 13 - 0 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_{10} = S = 22 - 22 - 0 = 0$$

$$\text{SF} = 22 - 22 - 0 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_{11} = S = 22 - 19 - 2 = 1$$

$$SF = 22 - 19 - 2 = 1$$

Perhitungan untuk menentukan lintasan kritis ini dapat dirangkum dalam tabel 2.2.2 yang memuat seluruh informasi yang diperlukan untuk membuat peta waktu (*time-chart*) pelaksanaan proyek. Tabel tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2.2. Peta Waktu (*Time-Chart*) Pelaksanaan Proyek pembangunan sebuah rumah mewah

Aktivitas X_i	Waktu (minggu)	Paling cepat		Paling lambat		Total Float S	Free Float SF
		Mulai	Selesai	Mulai	Selesai		
		ES	EF	LS	LF		
X_0	5	0	5	0	5	0	0*
X_1	6	5	13	5	13	2	2
X_2	5	5	10	5	11	1	0
X_3	3	0	5	0	5	2	2
X_4	2	10	13	11	13	1	1
X_5	8	5	13	5	13	0	0*
X_6	7	13	20	13	20	0	0*
X_7	0	5	5	5	5	0	0*
X_8	6	13	19	13	20	1	0
X_9	0	13	13	13	13	0	0*
X_{10}	2	20	22	20	22	0	0*
X_{11}	2	19	22	20	22	1	1

Dari tabel tersebut diperoleh aktivitas-aktivitas kritis (aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran Total Float dan Free Float) sebagai berikut:

$$X_0 = 1 \rightarrow 2 = 5 \text{ hari}$$

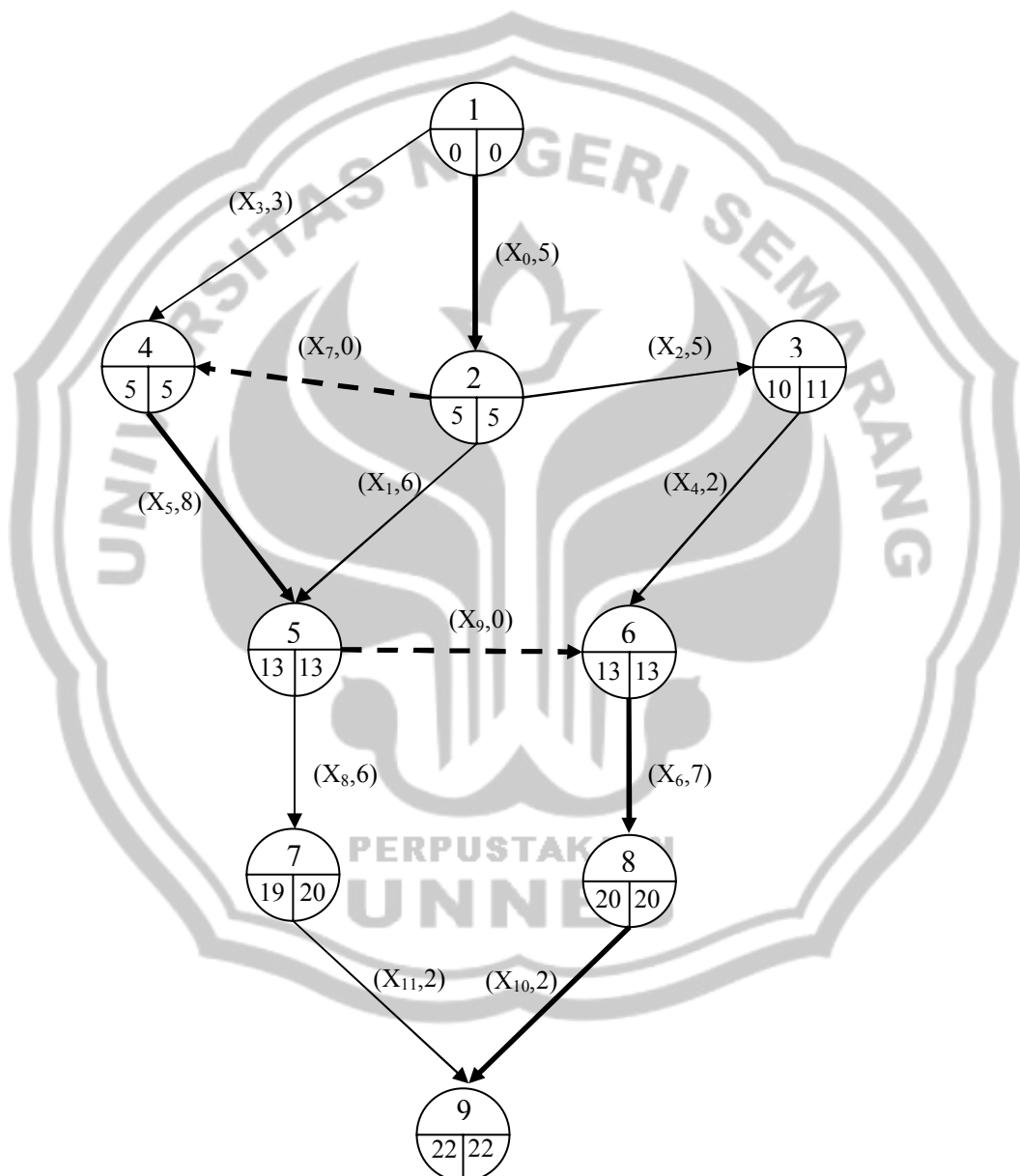
$$X_7 = 2 \rightarrow 4 = 0 \text{ hari}$$

$$X_5 = 4 \rightarrow 5 = 8 \text{ hari}$$

$$X_9 = 5 \rightarrow 6 = 0 \text{ hari}$$

$$X_6 = 6 \rightarrow 8 = 7 \text{ hari}$$

$$X_{10} = 8 \rightarrow 9 = 2 \text{ hari}$$



Gambar 2.2.14 lintasan kritis pyoyek pembangunan rumah baru

5. Jadi telah diperoleh lintasan kritisnya yaitu $X_0-X_7-X_5-X_9-X_6-X_{10}$ dengan waktu 22 minggu.
6. Melakukan perhitungan besar biaya yang optimum.
- a. Biaya pembangunan termasuk barang, alat dan tenaga kerja Rp 5.032.560.000,00 dengan waktu yang diperoleh dari metode PERT yaitu 22 minggu. Jadi diperoleh penghematan waktu 2 minggu atau 14 hari.
 - b. Jam kerja dari tenaga kerja selama 14 hari yaitu 140 jam.
 - c. Dengan PERT diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu:
 - 1) Penghematan upah pekerja: $120 \times 4285,71 \times 140 = 71999928$
Jadi Penghematan upah pekerja Rp 71.999.928,00.
 - 2) Penghematan upah tukang: $25 \times 5.000 \times 140 = 17500000$
Jadi Penghematan upah tukang Rp 17.500.000,00.
 - 3) Penghematan upah mandor: $5 \times 5.714,29 \times 140 = 4000003$
Jadi Penghematan upah mandor Rp 4.000.003,00.
 Jadi diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu Rp 93.449.931,00.
7. Jadi telah diperoleh biaya optimum :
- $$\text{Rp } 5.032.560.000,00 - \text{Rp } 93.449.931,00 = \text{Rp } 4.939.110.069,00.$$

2.2.2 Program Linear

Program linear merupakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Dalam memecahkan suatu masalah, program linear menggunakan model matematis. Sebutan “linear” berarti bahwa fungsi-fungsi matematis yang disajikan

dalam model ini haruslah fungsi-fungsi linear. Jadi, program linear mencakup perencanaan kegiatan-kegiatan untuk mencapai suatu hasil yang optimal, yaitu suatu hasil yang mencerminkan tercapainya sasaran tertentu yang paling baik menurut model matematis di antara alternatif-alternatif yang mungkin, dengan menggunakan fungsi linear (Subagyo, 2000:9).

Program linear adalah salah satu model riset operasi yang menggunakan teknik optimisasi matematika linear dimana seluruh fungsi harus berupa fungsi matematika linear. Dalam hal ini, seluruh dalil matematika yang berkaitan dengan pengoperasian teknik optimisasi linear berlaku bagi model pemrograman linear tanpa ada pengecualian (Siswanto, 2006:38).

Berikut suatu petunjuk untuk menyusun model matematika:

1. Menentukan tipe dari masalah:
 - a. Masalah maksimum atau minimum
 - b. Jika masalahnya menyangkut informasi tentang keuntungan, biasanya masalah memaksimumkan,
 - c. Jika masalahnya berkaitan dengan biaya, biasanya masalah meminimumkan. Dalam penelitian ini termasuk masalah meminimumkan jangka waktu penyelesaian dan besar biaya.
2. Mendefinisikan variabel keputusan

Apabila variabel keputusan sulit ditentukan, ingat bahwa setiap variabel harus mempunyai koefisien kontribusi. Bilangan dari koefisien kontribusi digunakan untuk menentukan tipe masalah dan untuk membantu mengidentifikasi variabel keputusan.

3. Merumuskan fungsi tujuan

Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan / sasaran di dalam permasalahan program linear yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya-sumber daya, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Pada umumnya nilai yang akan di optimalkan dinyatakan sebagai Z .

4. Merumuskan kendala

Bagian yang paling sulit dalam memformulasikan masalah pemrograman linear adalah merumuskan kendala. Fungsi kendala/batasan merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan di alokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan. Ada dua pendekatan dasar, yaitu:

a. Pendekatan ruas kanan

Nilai ruas kanan (b_i) dalam daftar informasi merupakan besar maksimum dari sumber daya yang tersedia dalam masalah maksimum dan merupakan besar minimum dari sumber daya yang tersedia dalam masalah minimum. Apabila kuantitas dari maksimum atau minimum ditempatkan, variabel keputusan dihubungkan ke nilai ruas kanan dapat ditentukan dengan koefisien teknis yang berkaitan. Arah tanda ketidaksamaan didasarkan pada nilai b_i maksimum sumber daya atau minimum sumber daya.

b. Pendekatan ruas kiri

Dalam beberapa situasi, koefisien teknis di daftar dalam tabel atau baris-

baris. Pada tipe ini situasinya mudah untuk merumuskan sisi kiri dari kendala. Ini dapat dilengkapi dengan meletakkan semua nilai sebagai koefisien teknis dan daftarnya dari baris dan kolom. Ingat bahwa baris-baris akan merupakan koefisien teknis dari satu variabel keputusan.

5. Persyaratan nonnegatif

Pada setiap variabel diberikan nilai nonnegatif. Persyaratan ini harus ada dalam model matematika. Tujuannya sangat logis, sebab variabel keputusan biasanya mewakili banyaknya unit dari beberapa produksi atau sesuatu untuk diproduksi atau suatu pelayanan tertentu.

Agar memudahkan pembahasan model matematis, digunakan simbol-simbol sebagai berikut:

m = macam batasan-batasan sumber atau fasilitas yang tersedia.

n = macam kegiatan-kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas tersebut.

i = nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia ($i = 1, 2, \dots, m$).

j = nomor setiap macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia ($j = 1, 2, \dots, n$).

x_j = tingkat kegiatan ke, j . ($j = 1, 2, \dots, n$).

a_{ij} = banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran (output) kegiatan j ($i = 1, 2, \dots, m$, dan $j = 1, 2, \dots, n$).

b_i = banyaknya sumber (fasilitas) i yang tersedia untuk

dialokasikan ke setiap unit kegiatan ($i = 1, 2, \dots, n$).

Z = nilai yang dioptimalkan (maksimum atau minimum).

C_j = kenaikan nilai Z apabila ada pertambahan tingkat kegiatan (x_j)

dengan satu satuan / unit; atau merupakan *sumbangan* setiap satuan keluaran kegiatan j terhadap nilai Z .

Kemudian dapat disusun model matematika yang digunakan untuk mengemukakan suatu permasalahan program linear sebagai berikut:

Fungsi tujuan

$$\text{Memaksimumkan } z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n$$

Batasan-batasan

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

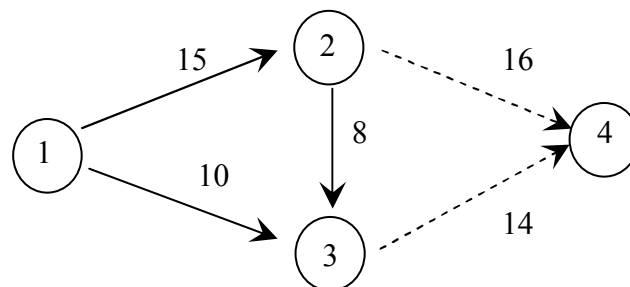
$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, \dots \dots \dots x_n \geq 0$$

Berikut ini contoh masalah perencanaan proyek dalam pencarian jalur kritis dengan menggunakan program linear. Pada contoh ini telah diketahui networknya seperti terlihat di bawah ini:



Gambar 2.2.15 Pembuatan network rumah

Cara penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

1. Tipe Masalah : Max
2. Mendefinisikan Variabel

Misal : x_{ij} = peluang aktivitas merupakan jalur kritis dari even i ke even j .

Dimana i = event awal dari aktivitas dan

j = event akhir dari aktivitas

$x_{ij} = 0$ atau 1.

3. Fungsi Tujuan

$$\text{Max : } Z = 15 x_{12} + 10 x_{13} + 8 x_{23} + 16 x_{24} + 14 x_{34}$$

4. Batasan-batasan

Peluang aktivitas merupakan jalur kritis yang masuk pada network melalui event 1 sebesar 1, yang aliran peluang ini akan dibagi ke kegiatan 1-2 dan kegiatan 1-3. Misalkan aliran yang melalui event 1 ke event 2 diberi simbol x_{12} dan aliran dari event 1 ke event 3 diberi simbol x_{13} , maka pembagian 1 unit aliran yang masuk dapat ditulis sebagai batasan, sebagai berikut:

$$x_{12} + x_{13} = 1$$

Aliran dari event 1 ke event 2 dibagi ke event 3 dan event 4, sehingga dapat kita tulis $x_{23} + x_{24} = x_{12}$ atau $-x_{12} + x_{23} + x_{24} = 0$. Di samping itu aliran dari event 1 ke event 3 dan dari event 2 ke event 3 bersama-sama disalurkan ke event 4, sehingga dapat kita tulis $x_{34} = x_{23} + x_{13}$ atau $-x_{13} - x_{23} + x_{34} = 0$. Untuk aliran peluang dari event 2 ke event 4 dan aliran dari event 3 ke event 4 sejumlah 1 dan keluar melalui event 4. Ini dapat ditulis $-x_{24} - x_{34} = -1$.

Jadi semua batasannya dapat kita tulis sebagai berikut:

$$x_{12} + x_{13} = 1$$

$$-x_{12} + x_{23} + x_{24} = 0$$

$$-x_{13} - x_{23} + x_{34} = 0$$

$$-x_{24} - x_{34} = -1$$

5. Syarat Non-negatif

$$x_{12}, x_{13}, x_{23}, x_{24}, x_{34} \geq 0$$

Kalau rumusan masalah dipecahkan dengan program linear maka akan menghasilkan nilai optimum sebagai berikut:

$$x_{12} = 1$$

$$x_{23} = 1$$

$$x_{34} = 1$$

$$z = 37$$

Jadi waktu penyelesaian proyeknya yaitu 37 minggu.

Tentu saja dalam praktek tidak semua masalah program linear dapat persis mengikuti model di atas. Masalah tersebut yaitu masalah minimasi, di mana

seseorang dituntut untuk menentukan kombinasi (output) yang dapat meminimumkan pengorbanan (misal: biaya & waktu). Dalam hal ini, fungsi tujuan dinyatakan sebagai berikut:

Fungsi tujuan

$$\text{Memimumkan } z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n$$

Batasan-batasan

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, \dots \dots \dots x_n \geq 0$$

Pada contoh di atas telah diketahui networknya seperti terlihat pada gambar 2.15. Dalam pencarian jalur kritis dengan menggunakan program linear, penyelesaiannya sebagai berikut:

1. Tipe Masalah : Min
2. Mendefinisikan Variabel

Misal : w_i = waktu yang diselesaikan tiap kegiatan ke i .

$$i = 1,2,3,4$$

3. Fungsi tujuan

$$\text{Memimumkan } z = w_4 - w_1$$

4. Batasan-batasan

$$w_2 - w_1 \geq 15$$

$$w_3 - w_1 \geq 10$$

$$w_3 - w_2 \geq 8$$

$$w_4 - w_3 \geq 14$$

$$w_4 - w_2 \geq 16$$

5. Syarat Non-negatif

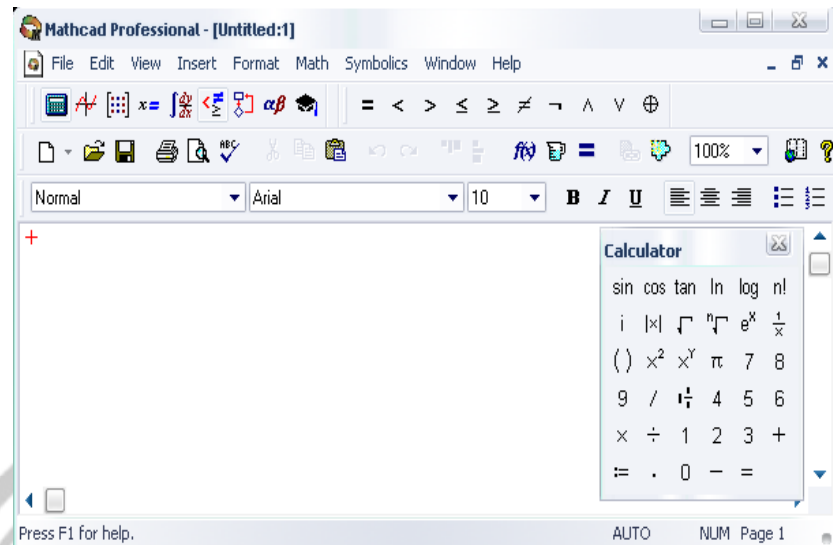
$$w_1, w_2, w_3, w_4 \geq 0$$

Dalam hal memecahkan masalah di atas selalu dimisalkan bahwa $w_1=0$. Akibatnya dari batasan pertama diketahui $w_2=15$. Dari batasan kedua dan ketiga kita peroleh masing-masing $w_3=10$ dan $w_3=23$. Kita pilih nilai yang paling besar, jadi $w_3=23$. Dari batasan ketiga dan keempat kita peroleh masing-masing $w_4=37$ dan $w_4=31$. Kita pilih nilai yang paling besar, jadi $w_4=37$. Jadi diperoleh nilai $z = w_4 - w_1 = 37-0=37$. Jadi waktu penyelesaian proyeknya yaitu 37 minggu.

2.3. MathCad

MathCad merupakan sebuah program keluaran dari MathSoft.Inc. yang dapat digunakan untuk menangani program numerik yang melibatkan fungsi-fungsi khusus maupun fungsi yang didefinisikan sendiri oleh pemakainya.

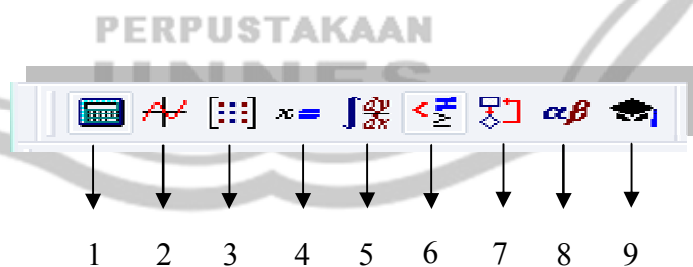
Tidak dapat dipungkiri bahwa telah banyak software yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan numerik dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing. Salah satu kelebihan MathCad terletak pada kemampuannya dalam mengolah data symbolic secara langsung. Apa yang tertulis dilembar kerja MathCad itu juga yang akan nampak sebagai hasil akhir (*What You See That What You Get*).



Gambar 2.3.1 lembar kerja MathCad

Main menu pada gambar di atas memuat pilihan File, Edit, View, dan seterusnya, yang memiliki fungsi yang sama seperti dengan program-program yang beroperasi dengan sistem operasi windows lainnya. Tanda + berwarna merah merupakan ujung pena yang akan digunakan sebagai alat tulis pada lembar kerja MathCad.

Bila kita klik pilihan Math maka akan muncul kotak berikut ini:

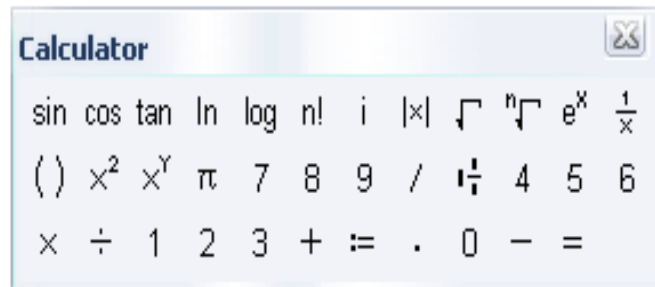


Gambar 2.3.2 kotak pilihan math

Keterangan dari masing-masing bagian adalah sebagai berikut:

1. Bagian 1

Jika bagian 1 di-klik maka akan muncul kotak kalkulator sebagai berikut:

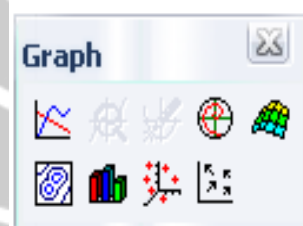


Gambar 2.3.3 bagian calculator

Klik tanda-tanda ini untuk perhitungan yang diperlukan.

2. Bagian 2

Jika bagian 2 di-klik maka akan muncul kotak Graph sebagai berikut:



Gambar 2.3.4 bagian graph

3. Bagian 3

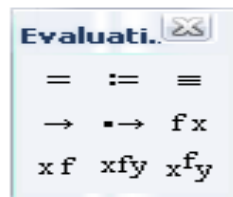
Jika bagian 3 di-klik maka akan muncul kotak Matrix sebagai berikut:



Gambar 2.3.5 bagian matrix

4. Bagian 4

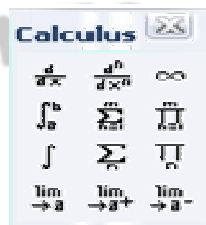
Jika bagian 4 di-klik maka akan muncul kotak Evaluation sebagai berikut:



Gambar 2.3.6 bagian evaluation

5. Bagian 5

Jika bagian 5 di-klik maka akan muncul kotak Calculus sebagai berikut:



Gambar 2.3.7 bagian calculus

6. Bagian 6

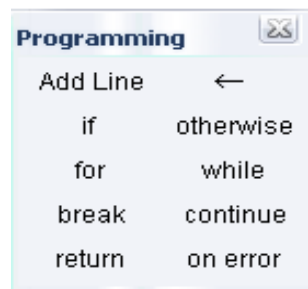
Jika bagian 6 di-klik maka akan muncul kotak Boolean sebagai berikut:



Gambar 2.3.8 bagian boolean

7. Bagian 7

Jika bagian 7 di-klik maka akan muncul kotak Programming sebagai berikut:



Gambar 2.3.9 bagian programming

8. Bagian 8

Jika bagian 8 di-klik maka akan muncul kotak Greek sebagai berikut:

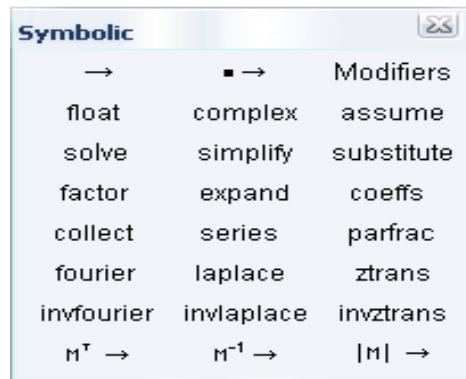


Gambar 2.3.10 bagian greek

Kotak ini berisi abjad Yunani yang sering dipakai sebagai notasi yang melambangkan besaran tertentu dalam fisika maupun matematika.

9. Bagian 9

Jika bagian 9 di-klik maka akan muncul kotak Symbolic sebagai berikut:



Gambar 2.3.11 bagian symbolic

Perhitungan symbolic adalah perhitungan yang melibatkan huruf dan atau bilangan di dalamnya. Untuk perhitungan seperti ini, perlu diperhatikan cara mendefinisikan fungsi yang akan dihitung. Untuk melihat hasil perhitungan yang diperoleh, tidak menggunakan =, tetapi menggunakan tanda panah yang diperoleh dari kotak symbolic. Seluruh perhitungan yang melibatkan bentuk symbolic selalu dimulai dengan menampilkan kotak symbolic.

Untuk menampilkan kotak simbolik, pilih :

View → Toolbars → Symbolic

Beberapa operator yang terdapat di dalam kotak symbolic, yang sering digunakan dalam pemrograman adalah:

→ : Tanda ini dipakai sebagai penutup dari suatu perhitungan simbolik. Tanda ini berfungsi sebagai tanda = (dari keyboard) pada perhitungan dengan data numerik.

Solve : Untuk menghitung harga variabel dalam suatu persamaan.

Simplify : Untuk menyederhanakan suatu bentuk fungsi.

Substitute : Untuk menggantikan suatu variabel dalam suatu fungsi.

Titik di ruas kiri diisi dengan fungsi yang akan diganti

dengan variabel dan nilai pengantinya.

Expand : Untuk mengalikan beberapa buah suku (diisikan di ruas kiri, sedangkan ruas kanan diisi dengan variabel yang terkandung).

$^T \rightarrow$: Untuk menghitung suatu transpos dari suatu matrik yang terdiri dari elemen yang masih mengandung huruf.

$^{-1} \rightarrow$: Untuk menghitung invers matriks yang masih memuat elemen berupa huruf atau variabel.

$|\cdot| \rightarrow$: Untuk menghitung determinan matriks yang masih memuat elemen berupa huruf atau variabel.

Berikut ini contoh permasalahan mengerjakan suatu proyek pembangunan dengan menggunakan MathCad.

Seorang kontraktor akan membangun sebuah rumah mewah yang terdiri dari sepuluh macam kegiatan. Perencanaan jangka waktu pelaksanaannya 24 minggu dengan anggaran biaya pembangunan termasuk barang, alat dan tenaga kerja Rp 5.032.560.000,00. Pemeliharaan proyek ini membutuhkan tenaga kerja yaitu 120 pekerja dengan upah Rp. 4.285,71 / jam , 25 tukang dengan upah Rp. 5.000,00 / jam dan 5 Mandor dengan upah Rp. 5.714,29/ jam. Tenaga kerja yang dibutuhkan 150 orang. Jam kerja dari tenaga kerja 10 jam per hari.

Maka langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Menyusun dan menterjemahkan permasalahan yang ada ke dalam bentuk daftar rencana aktivitas yang telah disajikan pada tabel 2.2.1.
2. Membuat network dari proyek pembangunan sebuah rumah baru yang telah disajikan pada gambar 2.2.11.
3. Menyusun model matematika penentuan waktu dari permasalahan di atas.

Fungsi tujuan

$$z = 5x_0 + 6x_1 + 5x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 8x_5 + 7x_6 + 0x_7 + 6x_8 + 0x_9 + 2x_{10} + 2x_{11}$$

Batasan-batasan

$$x_0 + x_3 = 1$$

$$-x_0 + x_1 + x_2 + x_7 = 0$$

$$-x_3 - x_7 + x_5 = 0$$

$$-x_2 + x_4 = 0$$

$$-x_1 - x_5 + x_8 + x_9 = 0$$

$$-x_4 - x_9 + x_6 = 0$$

$$-x_8 + x_{11} = 0$$

$$-x_6 + x_{10} = 0$$

$$-x_{10} - x_{11} = -1$$

$$x_0 \geq 0, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots \dots x_{11} \geq 0$$

4. Menyusun model matematikanya dalam MathCad.

Mathcad Professional - [2finish.mcd]

File Edit View Insert Format Math Symbolics Window Help

Normal Arial Black 9 B I U

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}) := 5x_0 + 6x_1 + 5x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 8x_5 + 7x_6 + 0x_7 + 6x_8 + 0x_9 + 2x_{10} + 2x_{11}$$

$x_0 = 1$

$x_1 = 1$

$x_2 = 1$

$x_3 = 1$

$x_4 = 1$

$x_5 = 1$

$x_6 = 1$

$x_7 = 1$

$x_8 = 1$

$x_9 = 1$

$x_{10} = 1$

$x_{11} = 1$

Given

$$x_0 + x_3 = 1$$

$$-1x_0 + x_1 + x_2 + x_7 = 0$$

$$-1x_3 - x_7 + x_5 = 0$$

$$-1x_2 + x_4 = 0$$

$$-1x_1 - x_5 + x_8 + x_9 = 0$$

$$-1x_4 - x_9 + x_6 = 0$$

$$-1x_8 + x_{11} = 0$$

$$-1x_6 + x_{10} = 0$$

$$-1x_{10} - x_{11} = -1$$

$$x_0 \geq 0$$

$$x_1 \geq 0$$

$$x_2 \geq 0$$

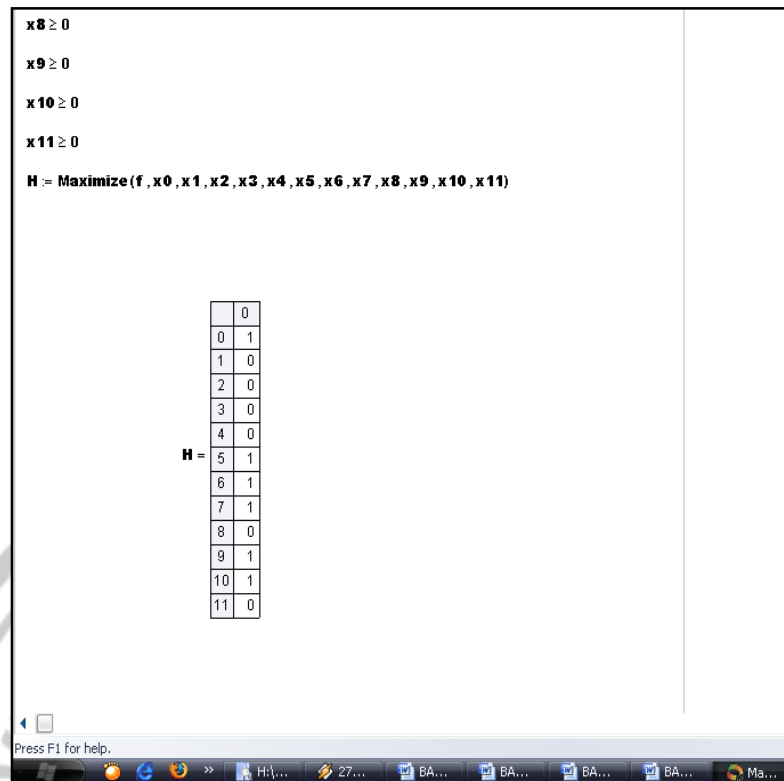
$$x_3 \geq 0$$

$$x_4 \geq 0$$

$$x_5 \geq 0$$

$$x_6 \geq 0$$

$$x_7 \geq 0$$



Gambar 2.3.12 penyelesaian proyek dalam MathCad

5. Jadi telah diperoleh jalur aktivitasnya yaitu x_0 - x_7 - x_5 - x_9 - x_6 - x_{10} , maka lintasan kritisnya yaitu 1-2-4-5-6-8-9.

Karena $x_0=1$, $x_7=1$, $x_5=1$, $x_9=1$, $x_6=1$, dan $x_{10}=1$ maka

$$z = 5x_0 + 6x_1 + 5x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 8x_5 + 7x_6 + 0x_7 + 6x_8 + 0x_9 + 2x_{10} + 2x_{11}$$

$$= 5.1 + 6.0 + 5.0 + 3.0 + 2.0 + 8.1 + 7.1 + 0.1 + 6.0 + 0.1 + 2.1$$

$$+ 2.0$$

$$= 22.$$

Jadi waktu penyelesaian proyek dengan menggunakan MathCad yaitu 22 minggu.

6. Melakukan perhitungan besar biaya yang optimum.

a. Biaya pembangunan termasuk barang, alat dan tenaga kerja Rp 5.032.560.000,00 dengan waktu yang diperoleh dari metode MathCad yaitu 22 minggu. Jadi diperoleh penghematan waktu 2 minggu atau 14 hari.

b. Jam kerja dari tenaga kerja selama 14 hari yaitu 140 jam.

c. Dengan MathCad diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu:

1) Penghematan upah pekerja: $120 \times 4285,71 \times 140 = 71999928$

Jadi Penghematan upah pekerja Rp 71.999.928,00.

2) Penghematan upah tukang: $25 \times 5.000 \times 140 = 17500000$

Jadi Penghematan upah tukang Rp 17.500.000,00.

3) Penghematan upah mandor: $5 \times 5.714,29 \times 140 = 4000003$

Jadi Penghematan upah mandor Rp 4.000.003,00.

Jadi diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu Rp 93.449.931,00.

7. Jadi telah diperoleh biaya optimum :

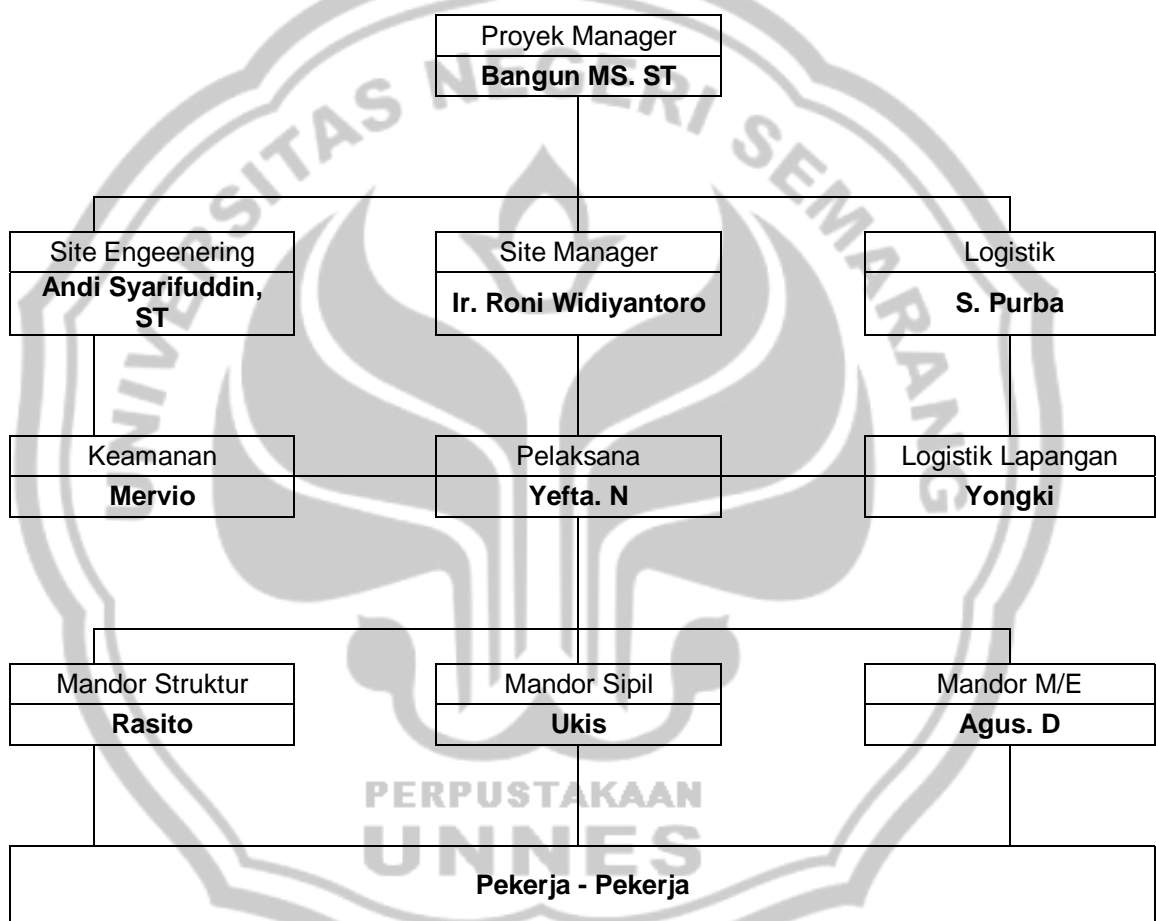
$\text{Rp } 5.032.560.000,00 - \text{Rp } 93.449.931,00 = \text{Rp } 4.939.110.069,00.$

2.4. Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES

Penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES merupakan kegiatan yang harus dilaksanakan untuk membangun sebuah rumah susun sederhana sewa di Universitas Negeri Semarang. Proyek yang direncanakan oleh PT. PADIMUN GOLDEN yang merupakan anggaran tahun 2009 yang baru

dilaksanakan pada Desember tahun 2008 dan diperkirakan Akhir Juli tahun 2009 sudah selesai.

**STRUKTUR ORGANISASI LAPANGAN
PROYEK PEMBANGUNAN RUSUNAWA
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**



Skema 2.3 Struktur Organisasi Proyek Pembangunan Rusunawa UNNES

PT. PADIMUN GOLDEN memperhitungkan pembangunan memakan waktu 240 hari dengan perkiraan biaya Rp. 9.068.780.000,00 (sembilan milyar enam puluh delapan juta tujuh ratus delapan puluh ribu rupiah). Biaya tersebut

merupakan biaya langsung yang meliputi biaya total alat, bahan, dan gaji pekerja yang diperlukan untuk menjalankan kegiatan, tetapi tidak memperhitungkan biaya proyek tak langsung seperti biaya supervisi dan biaya tetap, ongkos keuntungan dan sebagainya. Biaya alat dan bahan Rp 8.018.150.480,00 sedangkan biaya pekerja Rp 1.050.629.520,00. Pada perencanaan perhitungan dalam mencari lintasan kritis menggunakan Kurva S. Schedule.

Pemeliharaan proyek ini membutuhkan tenaga kerja yaitu mandor, tukang gali tanah, tukang batu, tukang kayu, tukang besi, tukang cat, tukang aspal, tukang plitur, pembantu tukang cat, pembantu tukang besi, pembantu tukang listrik, sopir truk, pejaga api, pejaga malam, dll. Tenaga kerja yang dibutuhkan berkisar 80 orang.

Macam-macam aktivitas proyek yang penting meliputi 5 aktivitas pokok antara lain: Pekerjaan Persiapan (tahap 1, tahap 2, dan tahap 3), Pekerjaan Struktur (pekerjaan struktur atas (*upper structure*) dan pekerjaan struktur bawah), Pekerjaan Arsitektur, Pekerjaan Mekanikal Elektrikal Plumbing (pekerjaan instalasi elektrikal, pekerjaan instalasi elektronik 1, pekerjaan instalasi elektronik 2, pekerjaan mekanikal, dan Pekerjaan Instalasi Plumbing, Pekerjaan Pemadam Kebakaran), dan Pekerjaan Groundtank-Septitank.

Dalam penelitian ini, penjadwalan proyek yang akan dibahas adalah mencari lintasan kritis, jangka waktu pelaksanaan pekerjaan dan besar biaya proyek yang optimum dari Penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES serta keuntungan biaya yang akan diperoleh apabila waktu yang didapat lebih cepat dari perhitungan perencanaan PT. PADIMUN GOLDEN.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

Dalam tahap awal, peneliti membaca, memahami, mengkaji, dan menelaah sumber-sumber pustaka antara lain buku-buku mata kuliah, jurnal, dan makalah serta kajian situs internet yang berhubungan tentang penelitian yang peneliti kaji, sehingga dapat memberikan ide atau gagasan-gagasan yang akan dikaji oleh peneliti.

3.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah diperlukan agar permasalahan dalam penelitian ini jelas arah dan tujuannya dan tidak melebar sehingga mempermudah dalam memecahkan masalah yang ada demi tercapainya tujuan dari penelitian ini. Berdasarkan ide atau gagasan-gagasan yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya, dapat dirumuskan masalah dari penelitian ini yaitu tentang Manajemen Penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan Metode Pert Dan MathCad.

3.3 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan telaah pustaka yaitu pengkajian terhadap sumber-sumber pustaka yang relevan dan berhubungan dengan permasalahan yang ada dalam penelitian ini. Peneliti juga mencari informasi melalui Teknologi Informasi

guna mendorong bahan-bahan sebagai teori pendukung dalam pemecahan masalah.

3.4 Observasi

Pada tahap ini dilakukan survei dan pengumpulan data pada PT. PADIMUN GOLDEN selaku kontraktor penjadwalan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES. Fokus dari penelitian ini adalah time schedule dan aktivitas-aktivitas pada proyek tersebut.

3.5 Analisis

Dalam tahap ini dilakukan pengkajian data berdasarkan sistem manajemen proyek yang berlangsung dengan hasil analisis optimasi proyek dengan menggunakan metode PERT dan MathCad, khususnya yang berkaitan dengan mencari lintasan kritis, lama waktu dan besar biaya pada penjadwalan pemeliharaan proyek tersebut.

Penentuan solusi dengan menggunakan metode PERT untuk masalah penjadwalan proyek meliputi delapan langkah yaitu:

1. Menyusun dan menterjemahkan permasalahan yang ada ke dalam bentuk daftar rencana aktifitas.
2. Membuat network dari proyek tersebut.
3. Melakukan perhitungan penentuan waktu dengan menggunakan perhitungan maju.

4. Setelah melakukan perhitungan penentuan waktu dengan menggunakan perhitungan maju maka dilakukan perhitungan mundur.
5. Membaca dan menterjemahkan hasil atau solusi waktu yang diperoleh dari network yang telah dilakukan perhitungan maju dan mundur untuk menjawab permasalahan yang ada.
6. Melakukan perhitungan biaya optimum tenaga kerja.
7. Melakukan perhitungan biaya optimum keseluruhan untuk menjawab permasalahan yang ada.

Penentuan solusi dengan menggunakan MathCad untuk masalah penjadwalan proyek meliputi delapan langkah yaitu:

1. Menyusun dan menterjemahkan permasalahan yang ada ke dalam bentuk daftar rencana aktifitas.
2. Membuat network dari proyek tersebut.
3. Menyusun model matematika penentuan waktu dari permasalahan di atas.
4. Menyusun model matematikanya dalam MathCad.
5. Membaca dan menterjemahkan hasil atau solusi waktu yang diperoleh dari keluaran MathCad untuk menjawab permasalahan yang ada.
6. Melakukan perhitungan biaya optimum tenaga kerja.
7. Melakukan perhitungan biaya optimum keseluruhan untuk menjawab permasalahan yang ada.

3.6 Penarikan Simpulan

Dilakukan penarikan simpulan berdasarkan hasil analisis penelitian dengan cara membandingkan Penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES oleh PT. PADIMUN GOLDEN dengan kurva S dengan metode PERT dan MathCad.



BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Pada penelitian ini akan ditentukan lintasan kritis dalam penjadwalan Proyek Pembangunan Rumah Susun Sederhana sewa (RUSUNAWA) Universitas Negeri Semarang dengan metode PERT dan MathCad. Selain itu akan dicari besar biaya penghematan gaji tenaga kerja apabila waktu yang dianalisis telah optimal, sehingga besar total dari proyek tersebut menjadi optimal.

Berdasarkan data yang ada pada PT. PADIMUN GOLDEN dalam penjadwalan Proyek Pembangunan Rumah Susun Sederhana sewa (RUSUNAWA) Universitas Negeri Semarang meliputi data *Time Schedule*, Rencana Anggaran Biaya, dan Gambar Gedung. Dari data tersebut akan disusun gambar *network* dari Proyek Pembangunan Rumah Susun Sederhana sewa (RUSUNAWA) Universitas Negeri Semarang disajikan dalam lampiran dan disusun daftar rencana aktivitas pelaksanaan pembangunan Rumah Susun Sederhana sewa (RUSUNAWA) Universitas Negeri Semarang yang disajikan dalam tabel 4.1.

Proyek tersebut melibatkan berbagai macam kegiatan/ aktivitas pokok. Aktivitas pokok yaitu aktivitas yang dibuat dari berbagai aktivitas yang sejenis atau berkaitan sehingga model menjadi tidak rumit dan membingungkan agar mempermudah dan mengefektifkan pengawasan proyek. Adapun aktivitas-aktivitas pokok dari Proyek Pembangunan Rumah Susun Sederhana sewa

(RUSUNAWA) Universitas Negeri Semarang meliputi 5 aktivitas pokok antara lain: Pekerjaan Persiapan (tahap 1, tahap 2, dan tahap 3), Pekerjaan Struktur (pekerjaan struktur atas (*upper structure*) dan pekerjaan struktur bawah), Pekerjaan Arsitektur, Pekerjaan Mekanikal Elektrikal Plumbing (pekerjaan instalasi elektrikal, pekerjaan instalasi elektronik 1, pekerjaan instalasi elektronik 2, pekerjaan mekanikal, dan Pekerjaan Instalasi Plumbing, Pekerjaan Pemadam Kebakaran), dan Pekerjaan Groundtank-Septitank. Penjabaran aktivitas pokok disajikan pada lampiran.

Untuk mempermudah dan mengefektifkan pengawasan tahap pembangunan, maka masing-masing tahap disusun daftar rencana kegiatan serta disusun gambar *networknya*. Hal ini dilakukan dalam rangka menyusun suatu model dari permasalahan kongkret. Model dibuat sesederhana mungkin tetapi harus dapat mewakili suatu permasalahan kongkret. Semua kegiatan yang dilakukan perlu diketahui waktu masing-masing serta syarat kegiatan tersebut dapat dilakukan.

4.1.1. Hasil Penelitian Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan Menggunakan Metode PERT.

Perhitungan Manajemen Proyek Penjadwalan Pembangunan Rumah Susun Sederhana sewa (RUSUNAWA) Universitas Negeri Semarang dengan menggunakan metode PERT dapat dilakukan dalam beberapa tahap.

Tahap pertama, menyusun dan menterjemahkan pekerjaan membangun Rumah Susun Sederhana sewa (RUSUNAWA) UNNES ke dalam bentuk daftar rencana aktivitas yang disajikan pada tabel 4.1. berikut ini.

Tabel 4.1. Daftar Rencana aktivitas pelaksanaan pembangunan Rumah Susun Sederhana sewa (RUSUNAWA) Universitas Negeri Semarang

No.	Nama Pekerjaan	Aktivitas	Aktivitas yang mendahului	Waktu (hari)	Notasi
Pekerjaan Persiapan					
1.	Persiapan Tahap I	X ₁	-	84	1-2
2.	Persiapan Tahap II	X ₄	X ₁	7	2-3
3.	Persiapan Tahap III	X ₁₁	X ₁₅ , X ₉	7	7-8
Pekerjaan Struktur					
4.	Struktur Bawah	X ₂	-	56	1-4
5.	Struktur Atas (<i>Upper Structure</i>)	X ₃	-	133	1-9
Pekerjaan Arsitektur					
6.	Arsitektur	X ₇	X ₁₄ , X ₂	119	4-11
Pekerjaan Mekanikal, Elektrikal Dan Plumbing					
7.	Pekerjaan Instalasi Elektrikal	X ₅	X ₄	112	3-11
8.	Pekerjaan Instalasi Elektronik I	X ₁₂	X ₁₅ , X ₉	21	7-9
9.	Pekerjaan Instalasi Elektronik II	X ₁₃	X ₃ , X ₁₂ , X ₁₆	35	9-11
10.	Pekerjaan Instalasi Plumbing	X ₆	X ₄	105	3-10
11.	Pekerjaan Pemadam Kebakaran	X ₈	X ₁₄ , X ₂	84	4-6
Pekerjaan Groundtank-Septitank					
12.	Pekerjaan Groundtank	X ₉	X ₁₄ , X ₂	35	4-7
13.	Pekerjaan Septitank	X ₁₀	X ₁₄ , X ₂	35	4-5
14.	<i>dummy</i>	X ₁₄	X ₄	0	3-4
15.	<i>dummy</i>	X ₁₅	X ₁₀	0	5-7
16.	<i>dummy</i>	X ₁₆	X ₁₁	0	8-9
17.	<i>dummy</i>	X ₁₇	X ₈	0	6-11
18.	<i>dummy</i>	X ₁₈	X ₆	0	10-11

Tahap kedua, menyusun sebuah *network* berdasarkan data rencana waktu pelaksanaan yang disajikan dalam lampiran 1.

Tahap ketiga, melakukan perhitungan penentuan waktu pada sebuah *network* dengan menggunakan perhitungan maju yang disajikan dalam lampiran 2.

Tahap keempat, melakukan perhitungan penentuan waktu pada sebuah *network* dengan menggunakan perhitungan mundur yang disajikan dalam lampiran 3.

Tahap kelima, membaca dan menterjemahkan hasil atau solusi waktu yang diperoleh dari *network* yang telah dilakukan perhitungan maju dan mundur disajikan pada lampiran 4. Setelah melakukan perhitungan maju dan mundur selesai dilakukan, maka berikutnya harus dilakukan perhitungan kelonggaran waktu/ float dari aktivitas-aktivitas pada proyek tersebut yang terdiri atas *total float* dan *free float*.

$$\text{Aktivitas } X_1 = S = 84 - 0 - 84 = 0$$

$$SF = 84 - 0 - 84 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_2 = S = 91 - 0 - 56 = 35$$

$$SF = 91 - 0 - 56 = 35$$

$$\text{Aktivitas } X_3 = S = 175 - 0 - 133 = 42$$

$$SF = 147 - 0 - 133 = 14$$

$$\text{Aktivitas } X_4 = S = 91 - 84 - 7 = 0$$

$$SF = 91 - 84 - 7 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_5 = S = 210 - 91 - 112 = 7$$

$$SF = 210 - 91 - 112 = 7$$

$$\text{Aktivitas } X_6 = S = 210 - 91 - 105 = 14$$

$$SF = 196 - 91 - 105 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_7 = S = 210 - 91 - 119 = 0$$

$$SF = 210 - 91 - 119 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_8 = S = 210 - 91 - 84 = 35$$

$$SF = 175 - 91 - 84 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_9 = S = 154 - 91 - 35 = 28$$

$$SF = 126 - 91 - 35 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_{10} = S = 154 - 91 - 35 = 28$$

$$SF = 126 - 91 - 35 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_{11} = S = 175 - 126 - 7 = 42$$

$$SF = 133 - 126 - 7 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_{12} = S = 175 - 126 - 21 = 28$$

$$SF = 147 - 126 - 21 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_{13} = S = 210 - 147 - 35 = 28$$

$$SF = 210 - 147 - 35 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_{14} = S = 91 - 91 - 0 = 0$$

$$SF = 91 - 91 - 0 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_{15} = S = 154 - 126 - 0 = 28$$

$$SF = 126 - 126 - 0 = 0$$

$$\text{Aktivitas } X_{16} = S = 175 - 133 - 0 = 42$$

$$SF = 147 - 133 - 0 = 14$$

$$\text{Aktivitas } X_{17} = S = 210 - 175 - 0 = 35$$

$$SF = 210 - 175 - 0 = 35$$

$$\text{Aktivitas } X_{18} = S = 210 - 196 - 0 = 14$$

$$SF = 210 - 196 - 0 = 14$$

Perhitungan untuk menentukan lintasan kritis ini dapat dirangkum dalam tabel 4.2. yang memuat seluruh informasi yang diperlukan untuk membuat peta waktu (*time-chart*) pelaksanaan proyek. Tabel tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2. Peta Waktu (*Time-Chart*) Pelaksanaan Proyek pembangunan
RUSUNAWA UNNES

Aktivitas X_i	Waktu (hari)	Paling cepat		Paling lambat		Total Float S	Free Float SF0
		Mulai	Selesai	Mulai	Selesai		
		ES	EF	LS	LF		
X_1	84	0	84	0	84	0	0*
X_2	56	0	91	0	91	35	35
X_3	133	0	147	0	175	42	14
X_4	7	84	91	84	91	0	0*
X_5	112	91	210	91	210	7	7
X_6	105	91	196	91	210	14	0
X_7	119	91	210	91	210	0	0*
X_8	84	91	175	91	210	35	0
X_9	35	91	126	91	154	28	0
X_{10}	35	91	126	91	154	28	0
X_{11}	7	126	133	154	175	42	0
X_{12}	21	126	147	154	175	28	0
X_{13}	35	147	210	175	210	28	0
X_{14}	0	91	91	91	91	0	0*
X_{15}	0	126	126	154	154	28	0
X_{16}	0	133	147	175	175	42	14
X_{17}	0	175	210	175	210	35	35
X_{18}	0	196	210	175	210	14	14

Dari tabel tersebut diperoleh aktivitas-aktivitas kritis (aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran Total Float dan Free Float) sebagai berikut:

$$X_1 = 1 \rightarrow 2 = 84 \text{ hari}$$

$$X_4 = 2 \rightarrow 3 = 7 \text{ hari}$$

$$X_{14} = 3 \rightarrow 4 = 0 \text{ hari}$$

$$X_7 = 4 \rightarrow 11 = 119 \text{ hari}$$

Jadi lintasan kritisnya adalah $X_1 \rightarrow X_4 \rightarrow X_{14} \rightarrow X_7$ dengan waktu 210 diketahui pada terminal event sebuah *network* yang telah dilakukan perhitungan penentuan waktu dengan menggunakan perhitungan maju dan mundur pada lampiran.

Adapun yang dimaksud lintasan kritis pada proyek pembangunan Rumah Susun Sederhana sewa Universitas Negeri Semarang sebagai berikut:

1. X_1 yaitu pekerjaan persiapan tahap I yang meliputi persiapan alat dan bahan, pekerjaan pengukuran dan pemasangan bowplank, pekerjaan pembersihan lokasi, pembuatan papan nama proyek dan pagar pengaman proyek, pengadaan air dan listrik kerja, foto proyek, dan pekerjaan jalan masuk. Dilaksanakan pada saat memulai pekerjaan proyek dan selesai pada hari ke-84.
2. X_4 yaitu pekerjaan persiapan tahap II yang meliputi pekerjaan pemantapan, pekerjaan alat dan bahan. Pekerjaan ini dimulai pada hari ke-84 yaitu setelah pekerjaan persiapan tahap I (X_1) selesai dan selesai pada hari ke-91.

3. X_{14} merupakan dummy activity. Pekerjaan ini dimulai pada hari ke-91 yaitu setelah pekerjaan persiapan tahap II (X_2) selesai dan selesai pada hari ke-91.
4. X_7 yaitu pekerjaan arsitektur yang meliputi pekerjaan pemasangan dan plesteran, pekerjaan pintu dan jendela, pekerjaan accessories dan railing, pekerjaan cat, pekerjaan atap, canopy dan plafond, dan pekerjaan saluran. Pekerjaan ini dimulai pada hari ke-91 yaitu setelah pekerjaan Struktur Bawah (X_2) selesai dan X_{14} selesai dan pekerjaan ini selesai pada hari ke-210.

Akhir aktivitas menunjukkan lamanya waktu penyelesaian proyek tersebut, yaitu pada hari ke-210.

Dilihat dari *time chart* pada tabel 4.2 kita bisa membuat *grant chart* yang disajikan dalam lampiran 7, dalam lampiran tersebut kita bisa mengetahui aktivitas-aktivitas mana dan kapan aktivitas-aktivitas tersebut dilaksanakan sehingga jelas dalam perencanaannya, antara lain sebagai berikut:

1. X_1 yaitu pekerjaan persiapan tahap I, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 84 hari. Jadi pekerjaan ini dapat mulai dikerjakan pada hari ke-0 dan diselesaikan pada hari ke-84.
2. X_2 yaitu pekerjaan struktur bawah, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 56 hari. Pekerjaan ini mempunyai total float (S) selama 35 hari, pekerjaan ini sebelumnya juga tidak ada yang mendahului, jadi paling lambat pekerjaan ini bisa di mulai pada hari ke-35 dan paling lambat dapat diselesaikan pada hari ke-91.

3. X_3 yaitu pekerjaan struktur atas, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 133 hari. Pekerjaan ini mempunyai total float (S) selama 42 hari dan sebelumnya pekerjaan ini tidak ada yang mendahului. Jadi paling lambat pekerjaan ini bisa di mulai pada hari ke-42 dan paling lambat dapat diselesaikan pada hari ke-175.
4. X_4 yaitu pekerjaan persiapan tahap II, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 7 hari. Pekerjaan ini tidak mempunyai total float (S). Jadi pekerjaan ini dapat dimulai pada hari ke-84 dan selesai pada hari ke-91.
5. X_5 yaitu pekerjaan instalasi elektrikal, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 112 hari. Pekerjaan ini mempunyai total float (S) selama 7 hari. Jadi pekerjaan ini paling lambat dapat mulai dikerjakan pada hari ke-98 dan paling lambat dapat diselesaikan pada hari ke-210.
6. X_6 yaitu pekerjaan instalasi plumbing, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 105 hari. Pekerjaan ini mempunyai total float (S) selama 14 hari. Jadi pekerjaan ini paling lambat dapat di mulai pada hari ke-105 dan paling lambat dapat diselesaikan pada hari ke-210.
7. X_7 yaitu pekerjaan arsitektur, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 119 hari. Pekerjaan ini tidak mempunyai total float (S). Jadi pekerjaan ini dapat dimulai pada hari ke-91 dan selesai pada hari ke-210.
8. X_8 yaitu pekerjaan pemadam kebakaran, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 84 hari. Pekerjaan ini mempunyai total float (S)

selama 35 hari. Jadi pekerjaan ini dapat dimulai pada hari ke-126 dan selesai pada hari ke-210.

9. X_9 yaitu pekerjaan groundtank, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 35 hari. Pekerjaan ini mempunyai total float (S) selama 28 hari. Jadi pekerjaan ini dapat dimulai pada hari ke-119 dan selesai pada hari ke-154.
10. X_{10} yaitu pekerjaan septitank, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 35 hari. Pekerjaan ini mempunyai total float (S) selama 28 hari. Jadi pekerjaan ini dapat dimulai pada hari ke-119 dan selesai pada hari ke-154.
11. X_{11} yaitu persiapan tahap III, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 7 hari. Pekerjaan ini mempunyai total float (S) selama 42 hari. Jadi pekerjaan ini dapat dimulai pada hari ke-168 dan selesai pada hari ke-175.
12. X_{12} yaitu pekerjaan instalasi elektronik I, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 21 hari. Pekerjaan ini mempunyai total float (S) selama 28 hari. Jadi pekerjaan ini dapat dimulai pada hari ke-154 dan selesai pada hari ke-175.
13. X_{13} yaitu pekerjaan instalasi elektronik II, pekerjaan ini mempunyai durasi waktu pengerjaan selama 35 hari. Pekerjaan ini mempunyai total float (S) selama 28 hari. Jadi pekerjaan ini dapat dimulai pada hari ke-175 dan selesai pada hari ke-210.

Tahap terakhir adalah perhitungan biaya optimum tenaga kerja dan melakukan perhitungan biaya optimum keseluruhan.

- 1) Hasil analisis manajemen penjadwalan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES yang dilakukan oleh PT. PADIMUN GOLDEN berdasarkan data *time scedule* diperoleh keterangan bahwa proyek tersebut memakan waktu 240 hari dengan perkiraan biaya Rp. 9.068.780.000,00 yang dimulai bulan Desember tahun 2008 dan selesai bulan Juli tahun 2009. Biaya tersebut merupakan biaya langsung yang meliputi biaya total alat, bahan, dan gaji pekerja. Hasil analisis manajemen penjadwalan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan menggunakan metode PERT diperoleh waktu penyelesaian proyek 210 hari. Jadi diperoleh penghematan waktu 30 hari.
- 2) Pemeliharaan proyek ini membutuhkan tenaga kerja yang diuraikan pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3. Uraian Upah tenaga kerja Proyek pembangunan RUSUNAWA Mahasiswa UNNES

NO.	URAIAN TENAGA	Upah (orang/hari)
1	Mandor	Rp 75.089,00
2	Kepala Tukang Gali Tanah	Rp 66.378,00
3	Kepala Tukang Batu	Rp 66.378,00
4	Kepala Tukang Kayu	Rp 66.378,00
5	Kepala Tukang Besi	Rp 66.378,00
6	Kepala Tukang Cat	Rp 66.378,00
7	Kepala Tukang Listrik	Rp 66.378,00
8	Tukang Gali Tanah	Rp 57.662,00
9	Tukang Batu	Rp 57.662,00
10	Tukang Kayu	Rp 57.662,00
11	Tukang Besi	Rp 57.662,00

12	Tukang Cat	Rp 57.662,00
13	Tukang Aspal	Rp 57.662,00
14	Tukang Plitur	Rp 57.662,00
15	Tukang Listrik	Rp 57.662,00
16	Pekerja Tukang Gali Tanah.	Rp 48.946,00
17	Pembantu Tukang Batu	Rp 48.946,00
18	Pembantu Tukang Kayu	Rp 48.946,00
19	Pembantu Tukang Cat	Rp 48.946,00
20	Pembantu Tukang Besi	Rp 48.946,00
21	Pembantu Tukang Listrik	Rp 48.946,00
22	Sopir truk.	Rp 48.946,00
23	Pejaga Api	Rp 48.946,00
24	Pejaga Malam	Rp 48.946,00

Tenaga kerja yang dibutuhkan 80 orang dengan waktu penghematan selama 30 hari. Jadi diperoleh penghematan tenaga kerja pada tabel 4.4 yaitu sebagai berikut yaitu:

Tabel 4.4. Penghematan upah tenaga kerja Proyek pembangunan RUSUNAWA Mahasiswa UNNES

NO.	URAIAN TENAGA	Banyak (orang)	Total upah (Rp/hari)	Penghematan (Rp/ 30 hari)
1	Mandor	1	75.089,00	2.252.670,00
2	Kepala Tukang Gali Tanah	1	66.378,00	1.991.340,00
3	Kepala Tukang Batu	1	66.378,00	1.991.340,00
4	Kepala Tukang Kayu	1	66.378,00	1.991.340,00
5	Kepala Tukang Besi	1	66.378,00	1.991.340,00
6	Kepala Tukang Cat	1	66.378,00	1.991.340,00
7	Kepala Tukang Listrik	1	66.378,00	1.991.340,00
8	Tukang Gali Tanah	5	288.310,00	8.649.300,00
9	Tukang Batu	5	288.310,00	8.649.300,00
10	Tukang Kayu	5	288.310,00	8.649.300,00
11	Tukang Besi	5	288.310,00	8.649.300,00
12	Tukang Cat	3	172.986,00	5.189.580,00
13	Tukang Aspal	5	288.310,00	8.649.300,00
14	Tukang Plitur	5	288.310,00	8.649.300,00
15	Tukang Listrik	5	288.310,00	8.649.300,00
16	Pekerja Tukang Gali Tanah.	5	244.730,00	7.341.900,00

17	Pembantu Tukang Batu	5	244.730,00	7.341.900,00
18	Pembantu Tukang Kayu	5	244.730,00	7.341.900,00
19	Pembantu Tukang Cat	3	146.838,00	4.405.140,00
20	Pembantu Tukang Besi	5	244.730,00	7.341.900,00
21	Pembantu Tukang Listrik	5	244.730,00	7.341.900,00
22	Sopir truk.	2	97.892,00	2.936.760,00
23	Pejaga Api	2	97.892,00	2.936.760,00
24	Pejaga Malam	3	146.838,00	4.405.140,00
Jumlah Total penghematan tenaga kerja selama 30 hari				131.328.690,00

Jadi diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu Rp 131.328.690,00.

Jadi telah diperoleh biaya optimum:

$\text{Rp } 9.068.780.000,00 - \text{Rp } 131.328.690,00 = \text{Rp } 8.937.451.310,00.$

4.1.2. Hasil Penelitian Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan Menggunakan MathCad.

Untuk menentukan lintasan kritis dalam manajemen penjadwalan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan menggunakan MathCad dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

Tahap pertama, menyusun dan menterjemahkan pekerjaan membangun Rumah Susun Sederhana sewa (RUSUNAWA) UNNES ke dalam bentuk daftar rencana aktivitas yang disajikan pada tabel 4.1.

Tahap kedua, menyusun sebuah *network* berdasarkan data rencana waktu pelaksanaan yang disajikan dalam lampiran 1.

Tahap ketiga, menyusun model matematika penentuan waktu dari permasalahan tersebut.

Misal : x_i = peluang aktivitas merupakan jalur kritis.

Dimana $i = 1, 2, \dots, 18$

$x_i = 0$ atau 1.

Fungsi tujuan

$$z = 84x_1 + 56x_2 + 113x_3 + 7x_4 + 112x_5 + 105x_6 + 119x_7 + 84x_8 + 35x_9 + 35x_{10} + 7x_{11} + 21x_{12} + 35x_{13} + 0x_{14} + 0x_{15} + 0x_{16} + 0x_{17} + 0x_{18}$$

Batasan-batasan

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$-x_1 + x_4 = 0$$

$$-x_4 + x_5 + x_6 + x_{14} = 0$$

$$-x_2 - x_{14} + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} = 0$$

$$-x_{10} + x_{15} = 0$$

$$-x_8 + x_{17} = 0$$

$$-x_{15} - x_9 + x_{11} + x_{12} = 0$$

$$-x_{11} + x_{16} = 0$$

$$-x_3 - x_{12} - x_{16} + x_{13} = 0$$

$$-x_6 + x_{18} = 0$$

$$-x_{18} - x_5 - x_7 - x_{17} - x_{13} = -1$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_{18} \geq 0$$

Tahap keempat, menyusun model matematika penentuan waktu dari permasalahan tersebut dalam MathCad.

Mathcad Professional - [skripsi_finishrevisi1.mcd]

File Edit View Insert Format Math Symbolics Window Help

$x =$ \int \sum α β

Normal Arial 10 B I U

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}) := 84.x_1 + 56.x_2 + 133.x_3 + 7.x_4 + 112.x_5 + 105.x_6 +$$

$$119.x_7 + 84.x_8 + 35.x_9 + 35.x_{10} + 7.x_{11} + 21.x_{12} +$$

$$35.x_{13} + 0.x_{14} + 0.x_{15} + 0.x_{16} + 0.x_{17} + 0.x_{18}$$

+

 $x_1 := 1$
 $x_2 := 1$
 $x_3 := 1$
 $x_4 := 1$
 $x_5 := 1$
 $x_6 := 1$
 $x_7 := 1$
 $x_8 := 1$
 $x_9 := 1$
 $x_{10} := 1$
 $x_{11} := 1$
 $x_{12} := 1$

 $x_{13} := 1$
 $x_{14} := 1$
 $x_{15} := 1$
 $x_{16} := 1$
 $x_{17} := 1$
 $x_{18} := 1$

Given

 $x_1 + x_2 + x_3 = 1$
 $-x_1 + x_4 = 0$
 $-x_4 + x_5 + x_6 + x_{14} = 0$

 $-x_2 - x_{14} + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} = 0$

$$-x_{10} + x_{15} = 0$$

$$-x_8 + x_{17} = 0$$

$$-x_{15} - x_9 + x_{11} + x_{12} = 0$$

$$-x_{11} + x_{16} = 0$$

$$-x_3 - x_{12} + x_{16} + x_{13} = 0$$

$$-x_6 + x_{18} = 0$$

$$-x_{18} - x_5 - x_7 - x_{17} - x_{13} = -1$$

$$x_1 \geq 0$$

$$x_2 \geq 0$$

$$x_3 \geq 0$$

$$x_4 \geq 0$$

$$x_5 \geq 0$$

$$x_6 \geq 0$$

$$x_7 \geq 0$$

$$x_8 \geq 0$$

$$x_9 \geq 0$$

$$x_{10} \geq 0$$

$$x_{11} \geq 0$$

$$x_{12} \geq 0$$

$$x_{13} \geq 0$$

$$x_{14} \geq 0$$

$$x_{15} \geq 0$$

$$x_{16} \geq 0$$

$$x_{17} \geq 0$$

$$x_{18} \geq 0$$

$$H = \text{Maximize}(f, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18})$$

H =

	0
0	1
1	0
2	0
3	1
4	0
5	0
6	1
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	1
14	0
15	0
16	0
17	0

Press F1 for help.

D:\SKRIPSI RIZQ... lampiranfinish1.do... BAB IV27juli.docx ... Mathc

Gambar 4.1.2 Output Dari MathCad

Pada MathCad, no. 0 sampai no. 17 yang dimaksud adalah variabel x_1 sampai x_{18} .

Misal : x_i = peluang aktivitas merupakan jalur kritis.

Dimana $i = 1, 2, \dots, 18$

$x_i = 0$ atau 1.

Dari hasil output MathCad tersebut didapat $x_1=1$, $x_4=1$, $x_7=1$, dan $x_{14}=1$ maka diperoleh lintasan kritisnya $X_1 \rightarrow X_4 \rightarrow X_{14} \rightarrow X_7$.

$$\begin{aligned}
 z &= 84x_1 + 56x_2 + 113x_3 + 7x_4 + 112x_5 + 105x_6 + 119x_7 + \\
 &84x_8 + 35x_9 + 35x_{10} + 7x_{11} + 21x_{12} + 35x_{13} + 0x_{14} + \\
 &0x_{15} + 0x_{16} + 0x_{17} + 0x_{18} \\
 z &= 84 \cdot 1 + 56 \cdot 0 + 113 \cdot 0 + 7 \cdot 1 + 112 \cdot 0 + 105 \cdot 0 + \\
 &119 \cdot 1 + 84 \cdot 0 + 35 \cdot 0 + 35 \cdot 0 + 7 \cdot 0 + 21 \cdot 0 + 35 \cdot 0 + \\
 &0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 \\
 z &= 210
 \end{aligned}$$

Jadi waktu penyelesaian proyek dengan menggunakan MathCad yaitu 210hari.

Tahap terakhir adalah perhitungan biaya optimum tenaga kerja dan melakukan perhitungan biaya optimum keseluruhan.

1. Hasil analisis manajemen penjadwalan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES yang dilakukan oleh PT. PADIMUN GOLDEN berdasarkan data *time scedule* diperoleh keterangan bahwa proyek tersebut memakan waktu 240 hari dengan perkiraan biaya Rp. 9.068.780.000,00 yang dimulai bulan Desember tahun 2008 dan selesai bulan Juli tahun 2009. Biaya tersebut merupakan biaya langsung yang meliputi biaya total alat, bahan, dan gaji pekerja. Hasil analisis manajemen penjadwalan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan menggunakan MathCad diperoleh waktu penyelesaian proyek 210 hari. Jadi diperoleh penghematan waktu 30 hari.

2. Pemeliharaan proyek ini membutuhkan tenaga kerja yang diuraikan pada tabel 4.3 dan Tenaga kerja yang dibutuhkan 80 orang dengan waktu penghematan selama 30 hari. Jadi diperoleh penghematan tenaga kerja yang disajikan pada tabel 4.4.

Jadi diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu Rp 131.328.690,00.

Jadi telah diperoleh biaya optimum:

Rp 9.068.780.000,00 - Rp 131.328.690,00 = Rp 8.937.451.310,00.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Analisis Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES yang dilakukan oleh PT. PADIMUN GOLDEN.

Hasil analisis manajemen penjadwalan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES yang dilakukan oleh PT. PADIMUN GOLDEN berdasarkan data *time schedule* diperoleh keterangan bahwa proyek tersebut memakan waktu 240 hari dengan perkiraan biaya Rp. 9.068.780.000,00 yang dimulai bulan Desember 2008 dan selesai bulan Juli tahun 2009. Biaya tersebut merupakan biaya langsung yang meliputi biaya total alat, bahan, dan gaji pekerja. Hasil analisis manajemen penjadwalan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES yang dilakukan oleh PT. PADIMUN GOLDEN disajikan pada lampiran.

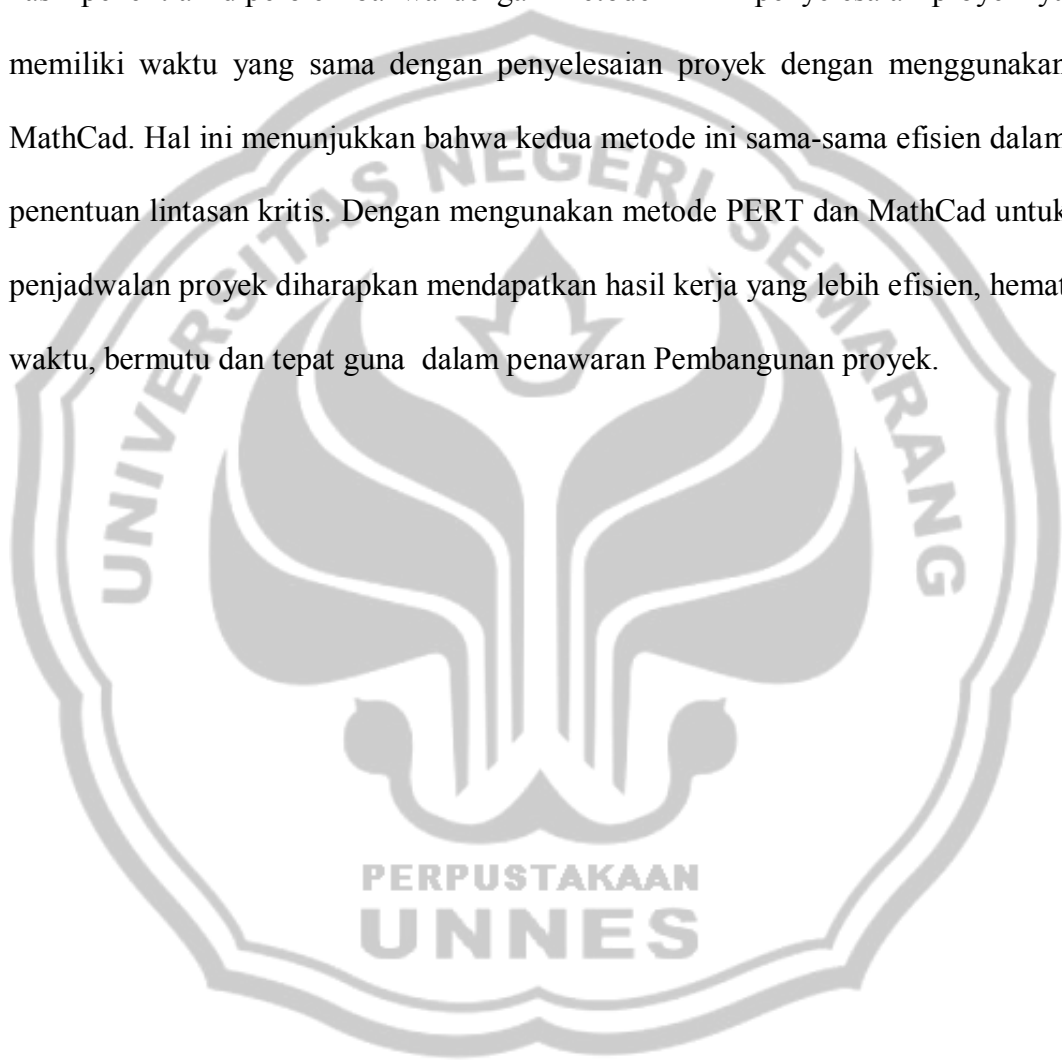
4.2.2. Analisis Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan Menggunakan Metode PERT dan MathCad .

Pada perhitungan dengan metode PERT dan MathCad sama-sama diperoleh waktu penyelesaian proyek adalah 210 hari. Jika dibandingkan antara hasil perhitungan yang dilakukan oleh PT. PADIMUN GOLDEN, secara teoritis diperoleh hasil yang lebih menguntungkan dengan menggunakan metode PERT atau MathCad.

Perhitungan PT. PADIMUN GOLDEN menjadwalkan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES selesai dalam waktu 240 hari dengan perkiraan biaya Rp. 9.068.780.000,00 (sembilan milyar enam puluh delapan juta tujuh ratus delapan puluh ribu rupiah), yang dilaksanakan pada Desember tahun 2008 dan diperkirakan akhir Juli tahun 2009 sudah selesai, tetapi pada kenyataannya akhir Agustus baru selesai, jadi disimpulkan PT. PADIMUN GOLDEN juga menjadwalkan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan perhitungan secara teoritis dalam waktu 240 hari dengan mengabaikan kendala dari fakta riil yang ada. Sedangkan dengan perhitungan secara teoritis menggunakan metode PERT dan MathCad diperoleh waktu 210 hari dan diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu Rp 131.328.690,00 dari biaya total pekerja Rp 1.050.629.520,00 sehingga diperoleh biaya keseluruhan yang meliputi biaya total pekerja dan biaya alat dan bahan menjadi Rp 8.937.451.310,00. Dari segi waktu, secara teoritis penyelesaian proyek akan menjadi lebih cepat 30 hari untuk proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES. Semakin cepat penyelesaian proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES maka lebih cepat pula mendapatkan banyak mahasiswa yang ingin tinggal di RUSUNAWA tersebut. Dari segi biaya

tentunya akan berakibat pada penghematan anggaran biaya yaitu pada tenaga kerja yang berpengaruh terhadap anggaran biaya total.

MathCad yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk membandingkan antara hasil perhitungan metode PERT dengan MathCad. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa dengan metode PERT penyelesaian proyeknya memiliki waktu yang sama dengan penyelesaian proyek dengan menggunakan MathCad. Hal ini menunjukkan bahwa kedua metode ini sama-sama efisien dalam penentuan lintasan kritis. Dengan menggunakan metode PERT dan MathCad untuk penjadwalan proyek diharapkan mendapatkan hasil kerja yang lebih efisien, hemat waktu, bermutu dan tepat guna dalam penawaran Pembangunan proyek.



BAB 5

PENUTUP

5.1. Simpulan

Simpulan dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Penentuan optimasi lintasan kritis dan besar biaya pada penjadwalan proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES dengan menggunakan metode PERT dan MathCad.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa dengan metode PERT penyelesaian proyek memiliki waktu dan biaya yang sama dengan penyelesaian proyek dengan menggunakan MathCad. Penyelesaian proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES diperoleh waktu 210 hari dan diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu Rp 131.328.690,00 dari biaya total pekerja Rp 1.050.629.520,00 sehingga diperoleh biaya keseluruhan yang meliputi biaya total pekerja dan biaya alat dan bahan menjadi Rp 8.937.451.310,00. Adapun aktivitas-aktivitas kritisnya meliputi pekerjaan persiapan tahap I (X_1), pekerjaan persiapan tahap II (X_4), dummy activity (X_{14}), pekerjaan arsitektur (X_7).

2. Managemen Penjadwalan Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES.

Perhitungan PT. PADIMUN GOLDEN menjadwalkan proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES selesai dalam waktu 240 hari dengan perkiraan biaya Rp. 9.068.780.000,00 (sembilan milyar enam

puluh delapan juta tujuh ratus delapan puluh ribu rupiah), sedangkan dengan perhitungan menggunakan metode PERT dan MathCad diperoleh waktu 210 hari dan diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu Rp 131.328.690,00 sehingga diperoleh biaya total menjadi Rp 8.937.451.310,00 (delapan milyar Sembilan ratus tiga puluh tujuh juta empat ratus lima puluh satu ribu tiga ratus sepuluh rupiah).

Meskipun hasil analisis penelitian dengan metode PERT dan MathCad penyelesaian proyek memiliki waktu yang lebih cepat dan biaya yang lebih kecil dari perhitungan PT.PADIMUN GOLDEN akan tetapi hasil teoritis dari metode PERT dan MathCad mungkin belum sesuai dengan fakta riil yang ada. Jadi masih terdapat beberapa batasan-batasan konkret seperti kendala cuaca, hari libur, dll. Dengan menggunakan metode PERT dan MathCad untuk penjadwalan proyek diharapkan mendapatkan hasil kerja yang lebih efisien, hemat waktu, bermutu dan tepat guna dalam penawaran pembangunan proyek. Kedua metode ini sama-sama efisien dalam penentuan lintasan kritis.

5.2. Saran

Pada penelitian skripsi ini terdapat beberapa saran sebagai berikut:

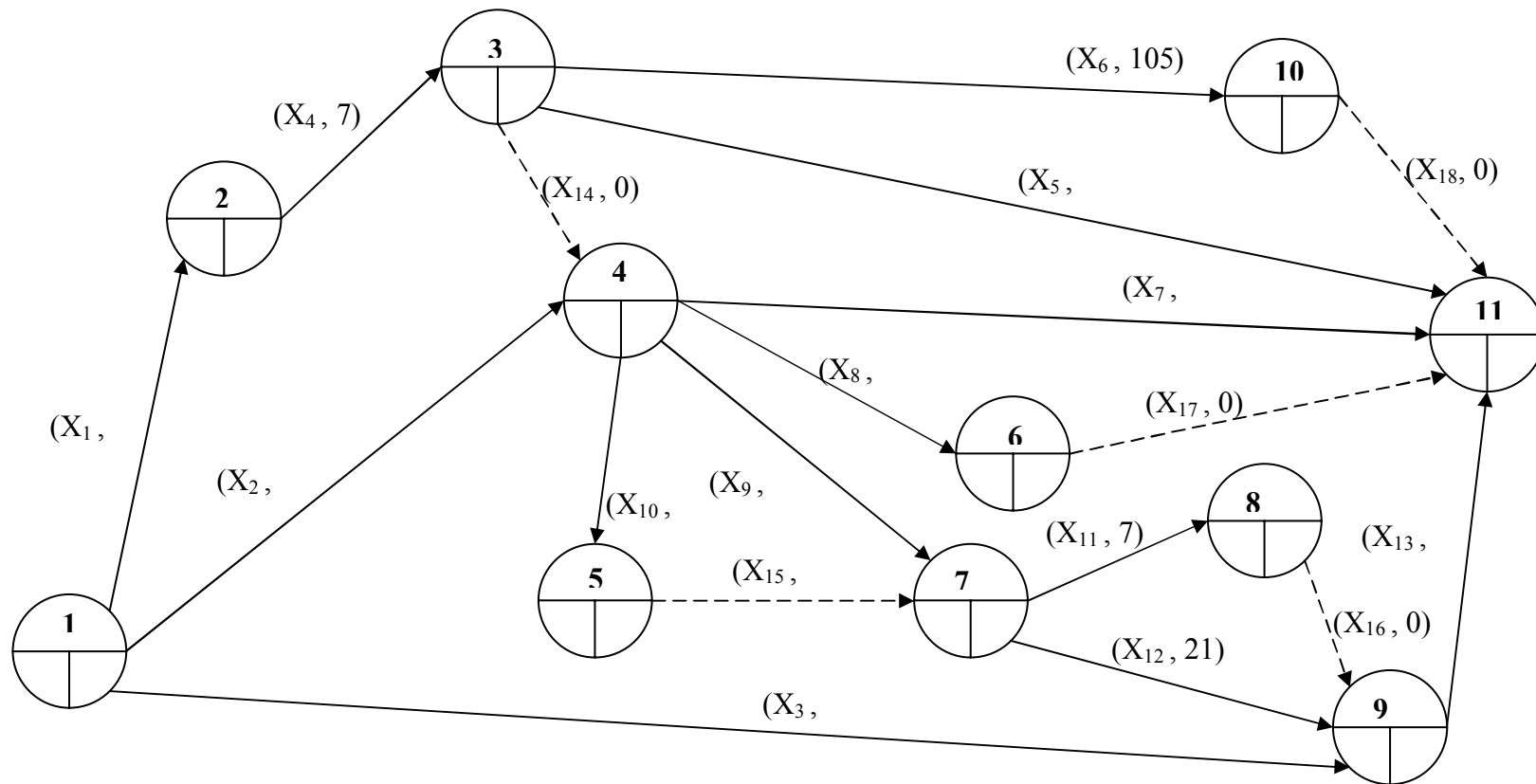
Dengan hasil analisis penelitian ini yang memiliki waktu yang lebih cepat dan biaya yang lebih kecil dari perhitungan PT.PADIMUN GOLDEN dengan mengabaikan kendala dari fakta riil yang ada dan batasan-batasan konkret, sebagai alternatif perhitungan PT.PADIMUN GOLDEN dapat

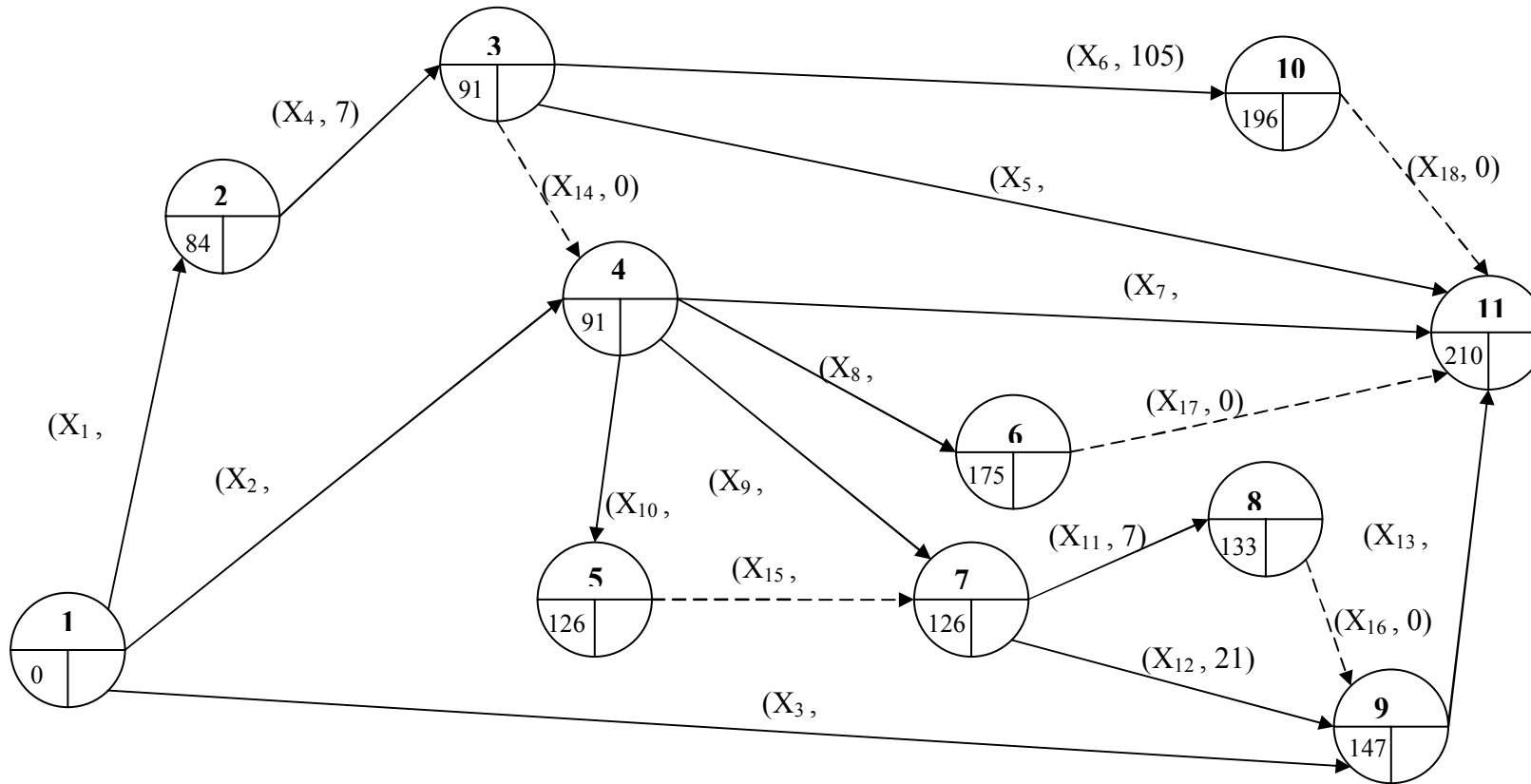
mempertimbangkan untuk menggunakan metode PERT dan MathCad dalam menganalisis manajemen penjadwalan proyek pembangunan sehingga dapat menghemat waktu dan biaya.

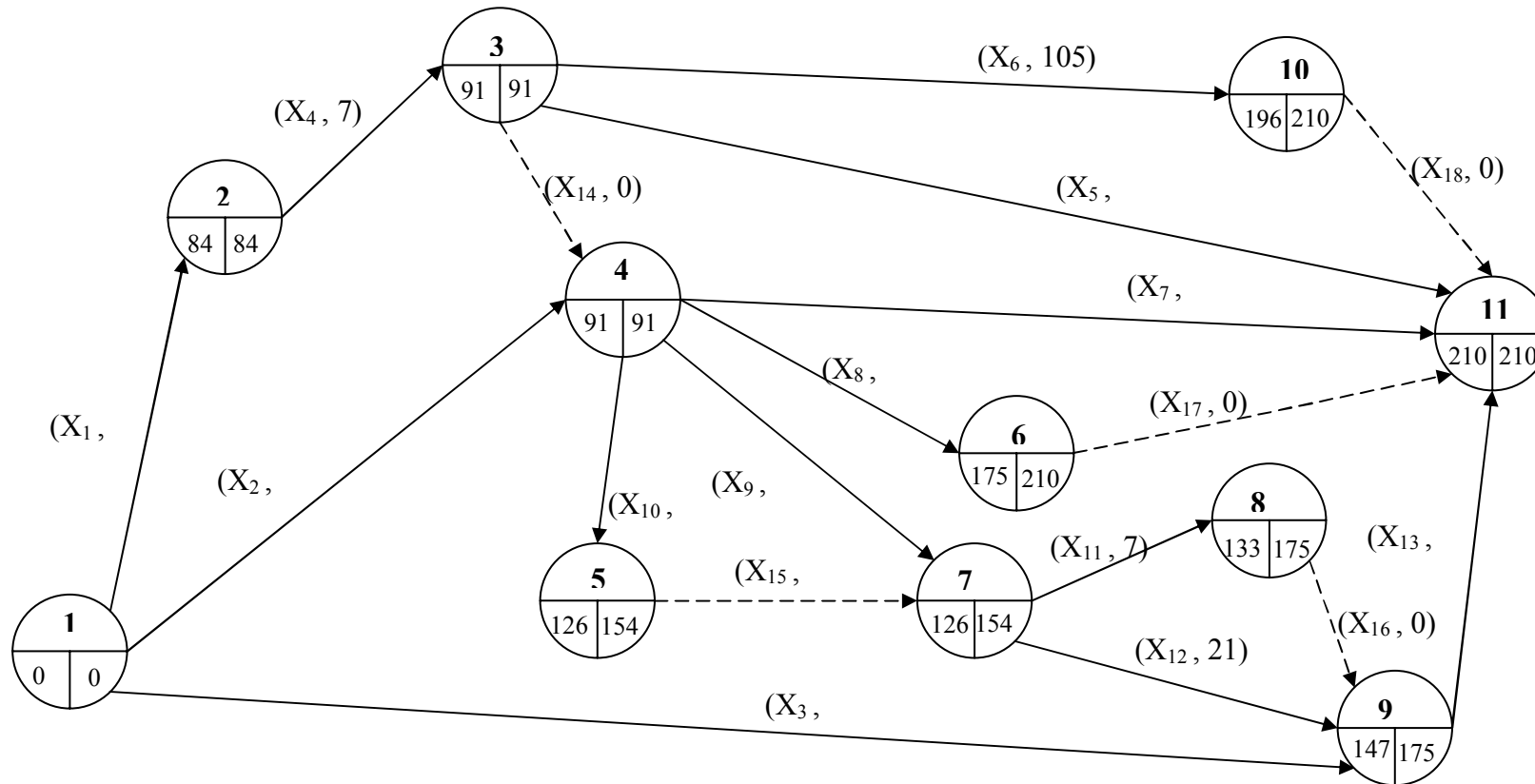


DAFTAR PUSTAKA

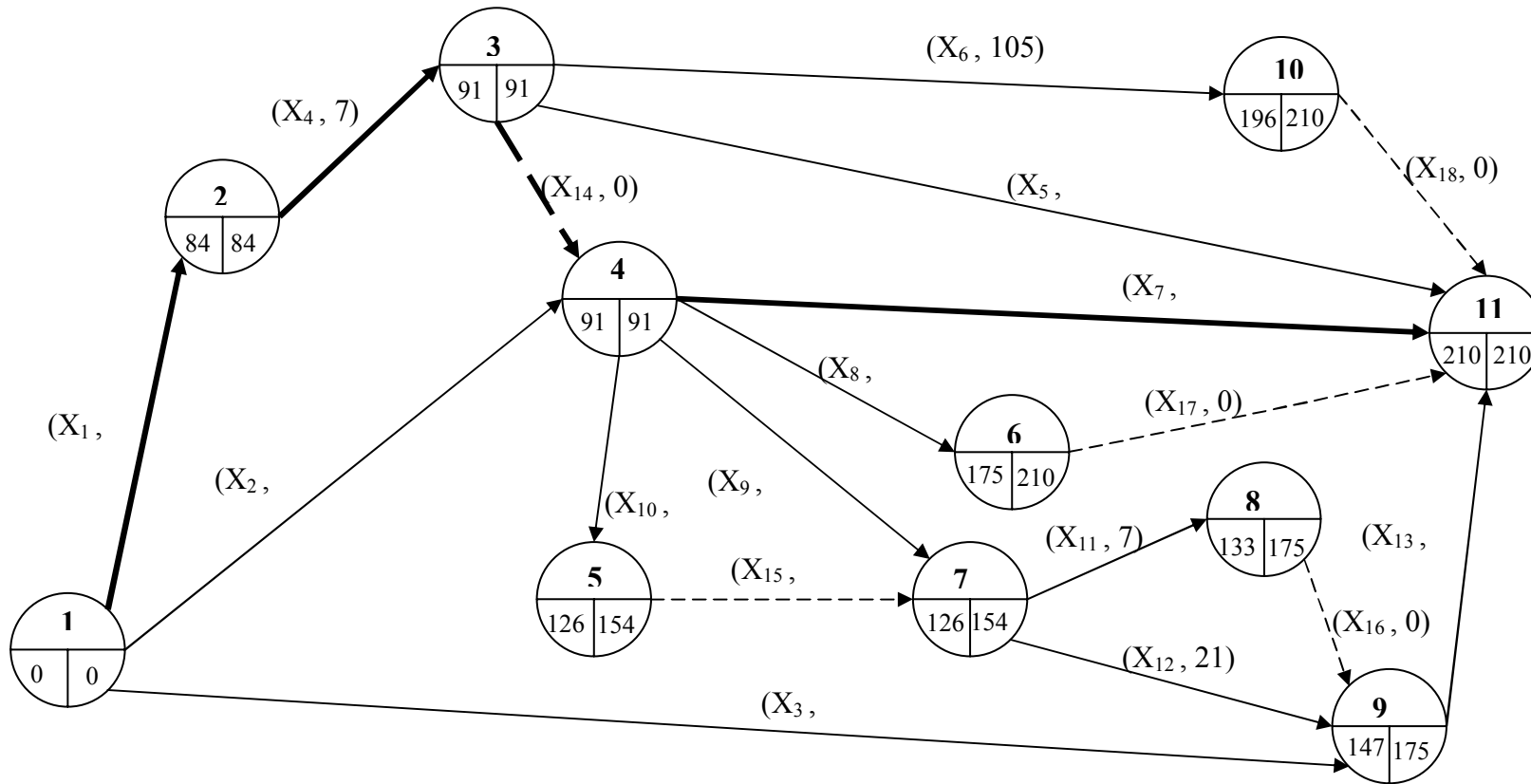
- Dimiyati, T.T. & D. Ahmad. 2003. *Operations Research Model-Model Pengembalian Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Hiller, F.S. & Lieberman. 1990. *Pengantar Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga.
- Husnan, S. & Muhamad. 2000. *Studi kelayakan proyek*. Yogyakarta: UGM
- Mulyono, S. 2004. *Riset Operasi*. Lembaga Penerbit : Fakultas Ekonomi UI.
- Siagian, P. 1987. *Penelitian Operasional*. Jakarta : UI Press.
- Siswanto. 2006. *Operations Research Jilid Pertama*. Jakarta : Erlangga.
- Siswanto. 2007. *Operations Research Jilid kedua*. Jakarta : Erlangga.
- Subagyo, P. dkk. 2000. *Dasar-dasar Operations Research*. Yogyakarta : BTFE.
- Susatio, Y. 2005. *Metode Numerik Berbasis MathCad*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Susatio, Y. 2006. *MatdCAD: Solusi Problematika Matematika dan Fisika*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Taha, H. A. 1999. *Riset Operasi Jilid Kedua*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Wulfram, I.E. 2004. *Teori – aplikasi Managemen Proyek Kontruksi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Lampiran I. *Network* Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES

Lampiran 2. *Network* Perhitungan Penentuan Waktu RUSUNAWA UNNES Dengan Menggunakan Perhitungan Maju

Lampiran 3. *Network* Perhitungan Penentuan Waktu RUSUNAWA UNNES Dengan Menggunakan Perhitungan Mundur

Lampiran 4. Lintasan Kritis Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES



Lampiran 5

Perhitungan Penentuan Waktu RUSUNAWA UNNES dengan Menggunakan

Perhitungan Maju

Aktivitas	Durasi	No. Event	EF= ES + waktu aktivitas	EF terbesar
-	-	1	0	0
X ₁	84	2	0 + 84	84
X ₄	7	3	84 + 7	91
X ₂	56	4	0 + 56	91
X ₁₄	0		91 + 0	
X ₁₀	35	5	91 + 35	126
X ₈	84	6	91 + 84	175
X ₉	35	7	91 + 35	126
X ₁₅	0		126 + 0	
X ₁₁	7	8	126 + 7	133
X ₃	133	9	0 + 133	147
X ₁₂	21		126 + 21	
X ₁₆	0		133 + 0	
X ₆	105	10	91 + 105	196
X ₅	112	11	91 + 112	210
X ₇	119		91 + 119	
X ₁₆	0		147 + 0	
X ₁₇	0		175 + 0	
X ₁₈	0		196 + 0	

Lampiran 6

Perhitungan Penentuan Waktu RUSUNAWA UNNES dengan Menggunakan
Perhitungan Mundur

Aktivitas	Durasi	No. Event	ES = EF - waktu aktivitas	ES terkecil
-	-	11	210	210
X ₁₈	0	10	210 - 0	210
X ₁₃	35	9	210 - 35	175
X ₁₆	0	8	175 - 0	175
X ₁₁	7	7	175 - 7	154
X ₁₂	21		175 - 21	
X ₁₇	0	6	210 - 0	210
X ₁₅	0	5	154 - 0	154
X ₇	119	4	210 - 119	91
X ₈	84		210 - 84	
X ₉	35		154 - 35	
X ₁₀	35		154 - 35	
X ₅	112	3	210 - 112	91
X ₆	105		210 - 105	
X ₁₄	0		91 - 0	
X ₄	7	2	91 - 7	84
X ₁	84	1	84 - 84	0
X ₂	56		91 - 56	
X ₃	133		175 - 133	

Lampiran 7

Uraian Pekerjaan / Aktivitas pokok dari proyek pembangunan rumah susun sederhana sewa (RUSUNAWA) Universitas Negeri Semarang

No.	Aktivitas Pokok	Uraian Pekerjaan
1.	Pekerjaan Persiapan 1	Pekerjaan pengukuran dan pemasangan bowplank serta pekerjaan alat dan bahan.
		Pekerjaan pembersihan lokasi
		Direksikeet uk. 4 x 8 = 32 m ²
		Papan nama proyek
		Pagar pengaman proyek
		Air kerja
		Listrik kerja
		Foto proyek
2.	Pekerjaan Persiapan 2	Pekerjaan Jalan Masuk ke Site
		pekerjaan pemantapan
3.	Pekerjaan Persiapan 3	pekerjaan persiapan alat dan bahan
		pekerjaan persiapan material
4.	Pekerjaan Struktur Atas	pekerjaan persiapan alat
		pekerjaan entrance
		Pekerjaan struktur lt.dasar (pekerjaan struktur kolom lantai, pekerjaan tie beam / sloof, pekerjaan struktur pelat lantai, pekerjaan struktur dinding geser, pekerjaan struktur tangga)
		Pekerjaan struktur lt. 2 (pekerjaan struktur kolom lantai, pekerjaan struktur balok lantai, pekerjaan struktur pelat lantai, pekerjaan struktur tangga, pekerjaan struktur dinding geser)
		Pekerjaan struktur lt. 3 (pekerjaan struktur kolom lantai, pekerjaan struktur balok lantai, pekerjaan struktur pelat lantai, pekerjaan struktur tangga, pekerjaan struktur dinding geser)
4.	Pekerjaan Struktur Atas	Pekerjaan struktur lt. 4 (pekerjaan struktur kolom lantai, pekerjaan struktur balok lantai, pekerjaan struktur pelat lantai, pekerjaan struktur tangga)
		Sub total pekerjaan lt. 5 (pekerjaan struktur kolom lantai, pekerjaan struktur balok lantai, pekerjaan struktur pelat lantai, pekerjaan struktur tangga)

		Pekerjaan struktur lt. ringbalk (pekerjaan struktur balok lantai dan pekerjaan struktur pelat lantai)
5.	Pekerjaan Struktur Bawah	Pekerjaan pondasi
		Pondasi sumuran
		Pekerjaan pilecap/pc
		Pekerjaan kolom pedestal
6.	Pekerjaan Arsitektur	Pekerjaan tanah
		Pekerjaan pasangan dan plesteran
		Pekerjaan pintu dan jendela
		Pekerjaan accessories & railing
		Pekerjaan cat
7.	Pekerjaan Instalasi Elektrikal	Pekerjaan atap, canopy & plafond
		Pekerjaan saluran
		Penyambungan daya pln
		Pekerjaan panel
		Pekerjaan putr
		P-air bersih
		P-kebakaran
		Pekerjaan instalasi kabel feeder
		Pekerjaan kabel ladder
		Pekerjaan armatur lampu, saklar & stop kontak
		Pekerjaan instalasi final
		Pekerjaan sistem pentanahan
Pekerjaan penangkal petir		
8.	Pekerjaan Instalasi Elektronik 1	Pengadaan dan pemasangan genset
		Pekerjaan system telepon
		Instalasi kabel feeder telepon
		Instalasi outlet telepon
		Pekerjaan system tv
9.	Pekerjaan Instalasi Elektronik 2	Instalasi kabel feeder splitter tv
		Instalasi outlet tv
		Pekerjaan fire alarm
		Instalasi kabel feeder fire alarm
10.	Pekerjaan Mekanikal	Instalasi feeder melalui riser / shaft
11.	Pekerjaan Instalasi Plumbing	Peralatan pengindera dan penanda kebakaran
		Instalasi air bersih
		Instalasi air kotor & air bekas
		Instalasi air hujan
		Instalasi vent
12.	Pekerjaan Pemadam Kebakaran	Testing commissioning
		Instalasi pemipaan hydrant
		Pemipaan sprinkler
		Material bantu

		Testing commissioning
13.	Pekerjaan Groundtank	Pekerjaan Tanah, Pasir, Lantai Kerja
		Pekerjaan Struktur Beton
		Pekerjaan Arsitektur & Sarana
14.	Pekerjaan Septitank	Pekerjaan pembuatan Septictank
		Pekerjaan pembuatan Resapan Septictank

Lampiran 8

Gambar-gambar kegiatan/aktivitas pada Proyek Pembangunan RUSUNAWA

UNNES



Pekerjaan Persiapan



Pekerjaan Struktur Bawah



Pekerjaan Struktur Atas



Pekerjaan Arsitektur



Pekerjaan Instalasi Elektrikal, Elektronik, dan Plambing



Pekerjaan Groundtank dan Septitank



Site Engineering RUSUNAWA



Pembangunan RUSUNAWA UNNES

Filename: 6068
Directory: D:\AJIEK Digilib
Template: C:\Users\Pak
DEDE\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title:
Subject:
Author: ANRIZ_ANGEL
Keywords:
Comments:
Creation Date: 20/03/2011 1:31:00
Change Number: 2
Last Saved On: 20/03/2011 1:31:00
Last Saved By: pakdede
Total Editing Time: 6 Minutes
Last Printed On: 21/03/2011 7:42:00
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 108
Number of Words: 15.909 (approx.)
Number of Characters: 90.682 (approx.)