

**MENENTUKAN LINTASAN KRITIS DAN PENJODOHAN MAKSIMAL  
PADA PENJADWALAN PROYEK**

**SKRIPSI**

**OLEH  
SITI ASYAH  
NIM. 10610033**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2016**

**MENENTUKAN LINTASAN KRITIS DAN PENJODOHAN MAKSIMAL  
PADA PENJADWALAN PROYEK**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh  
Siti Asyah  
NIM. 10610033**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2016**

**MENENTUKAN LINTASAN KRITIS DAN PENJODOHAN MAKSIMAL  
PADA PENJADWALAN PROYEK**

**SKRIPSI**

**Oleh  
Siti Asyah  
NIM. 10610033**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal 13 Januari 2016

Pembimbing I,

Pembimbing II,

yu H. Irawan, M.Pd  
NIP. 19710420 200003 1 003

Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd  
NIP. 19630502 198703 1 005

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd  
NIP. 19751006 200312 1 001

**MENENTUKAN LINTASAN KRITIS DAN PENJODOHAN MAKSIMAL  
PADA PENJADWALAN PROYEK**

**SKRIPSI**

Oleh  
**SITI ASYAH**  
**NIM. 10610033**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal 28 Januari 2016

Penguji Utama : Dr. Abdussakir, M.Pd .....

Ketua Penguji : Drs. H. Turmudzi, M.Si, Ph.D .....

Sekretaris Penguji : H. Wahyu H. Irawan, M.Pd .....

Anggota Penguji : Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd .....

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd  
NIP. 19751006 200312 1 001

## **PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Asyah

NIM : 10610033

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Menentukan Lintasan Kritis dan Penjadwalan Maksimal  
Pada Penjadwalan Proyek

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 13 Januari 2016  
Yang membuat pernyataan,

Siti Asyah  
NIM. 10610033

## MOTO

يُشْرِكُونَ عَمَّا وَعَلَىٰ سُبْحَانَهُ تَسْتَعْجِلُوهُ فَلَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ أَمْرًا تَىٰ

*“Telah pasti datangnya ketetapan Allah, maka janganlah kamu meminta agar disegerakan datangnya. Maha Suci Allah dan Maha Tinggi dari apa yang mereka persekutukan (An Nahl: 1)*

*“Ilmu bukan untuk dihafalkan, namun untuk diamalkan” (Imam Syafi’i)*



## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Bapak Ali Zen, Ibu Indasah, Wahidul Anam, Uswatun Hasanah, Abdul Majid, Durotun Nasihah, Badrul Munir Marzuki, dan seluruh teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan dan motivasi serta tak pernah lelah untuk selalu mendoakan penulis.



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah Swt. atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan terutama kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Abdussakir, M.Pd, selaku ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. H. Wahyu H. Irawan, M.Pd, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, saran, motivasi, dan berbagi pengalaman yang berharga kepada penulis.
5. Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan ilmu serta arahan yang sangat bermanfaat bagi penulis.

6. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.

7. Bapak dan Ibu, yang tak pernah lelah memberikandoa, kasih sayang, semangat, serta motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

8. KH. Nawawi Abdul Aziz sekalian, KH. Ahmad Masduqie Machfudz sekalian, KH. Abdul Manan Syukur sekalian, dan KH. Ali Ahmad sekalian yang selalu memberi cahaya, doa, motivasi, dan nasihat kepada penulis.

9. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2010, yang telah banyak membantu dan terima kasih atas kenangan-kenangan indah yang dirajut bersama dalam menggapai impian.

10. Seluruh teman-teman hufadz di PPSS Nurul Huda yang selalu memberikan semangat dan doa dalam menggapai impian menjadi penghafal al-Quran.

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini baik moril maupun materiil.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca dan khususnya bagi penulis secara pribadi.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Malang, Januari 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b>	
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b>	
<b>HALAMAN MOTO</b>	
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>ملخص .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Teori Graf .....	6
2.1.1 Graf .....	6
2.1.2 Derajat Titik .....	7

2.1.3 Graf Terhubung .....	9
2.1.4 Lintasan Terpendek .....	10
2.1.5 Subgraf.....	12
2.1.6 Graf Bipartisi .....	12
2.2 Penjadwalan Proyek dengan CPM ( <i>Critical Path Method</i> ) .....	13
2.2.1 Jaringan Kerja ( <i>Network</i> ) .....	15
2.2.2 Penentuan Durasi .....	18
2.2.3 Asumsi dan Cara Perhitungan Lintasan Kritis .....	19
2.2.4 Perhitungan Maju .....	21
2.2.5 Perhitungan Mundur .....	22
2.2.6 Lintasan Kritis .....	23
2.3 Penjadwalan ( <i>Matching</i> ) .....	25
2.3.1 Penjadwalan .....	25
2.3.2 Contoh Penjadwalan Maksimal pada Penjadwalan Proyek .....	26
2.3.2.1 Analisis Penjadwalan Proyek dengan Metode CPM.....	27
2.4 Kajian Agama tentang Penjadwalan Maksimal .....	33

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Pendekatan Penelitian .....	36
3.2 Data dan Sumber Data .....	37
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	37
3.4 Analisis Data.....	38

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian .....	39
4.2 Analisis Penjadwalan Proyek dengan Metode CPM .....	39
4.2.1 Perhitungan Maju .....	40
4.2.2 Perhitungan Mundur .....	41
4.2.3 Perhitungan Kelonggaran Durasi .....	42

4.3 Penjodohan ( <i>Matching</i> ) pada Graf.....	45
4.4 Kajian Agama tentang Penjodohan Maksimal .....	47

**BAB IV PENUTUP**

4.1 Kesimpulan .....	51
4.2 Saran .....	52

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	53
-----------------------------	----

**LAMPIRAN-LAMPIRAN**

**RIWAYAT HIDUP**



## DAFTARTABEL

Tabel 2.1 Daftar Kegiatan Pembangunan Proyek .....	25
Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Jaringan Proyek .....	29
Tabel 4.1 Penjadwalan Proyek Gedung UIN Malang .....	38
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Penjadwalan Proyek .....	43



## DAFTARGAMBAR

Gambar 2.1 Graf $G$ .....	6
Gambar 2.2 Graf $G$ dengan Derajat Titik.....	7
Gambar 2.3 Graf Terhubung $G$ dan Graf Tak Terhubung $H$ .....	9
Gambar 2.4 Graf Berbobot $G$ .....	11
Gambar 2.5 $H1$ Subgraf $G$ dan $H2$ Subgraf Perentang .....	11
Gambar 2.6 $G$ Graf Bipartisi dan $H$ Graf Bipartisi Lengkap .....	12
Gambar 2.7 Jaringan Kerja .....	15
Gambar 2.8 Kegiatan A Harus Diselesaikan Dahulu Sebelum Kegiatan B Dapat Dimulai.....	16
Gambar 2.9 Kegiatan C, D dan E Selesai Sebelum Kegiatan F Dimulai.....	16
Gambar 2.10 Kegiatan G Dimulai Sebelum Kegiatan I dan J .....	16
Gambar 2.11 Kegiatan K dan L Harus Selesai Sebelum Kegiatan M Dimulai ..	17
Gambar 2.12 Kegiatan P, Q, R Dimulai dan Selesai pada Satu Kegiatan .....	17
Gambar 2.13 Kegiatan P, Q, R Dimulai dan Selesai pada Satu Kegiatan .....	17
Gambar 2.14 Ruang Kegiatan .....	19
Gambar 2.15 Waktu Tercepat untuk Menyelesaikan Kegiatan .....	20
Gambar 2.16 <i>Merge Event</i> .....	20
Gambar 2.17 Waktu Terlambat untuk memulai Kegiatan .....	21
Gambar 2.18 <i>Burst Event</i> .....	21
Gambar 2.19 Penjodohan ( <i>Matching</i> ) .....	24
Gambar 2.20 Jaringan Kerja .....	28
Gambar 2.21 Lintasan Kritis .....	30
Gambar 2.22 Lintasan Kritis Pada Graf $G$ .....	30
Gambar 2.23 Graf $G$ dengan Penjodohan Maksimal .....	31
Gambar 4.1 Jaringan Kerja .....	46
Gambar 4.2 Graf $G$ .....	47

Gambar 4.3 Graf $G$ dengan Penjodohan Maksimal .....	47
Gambar 4.4 Graf $G$ dengan Penjodohan Maksimal .....	48
Gambar 5.1 Graf $G$ dengan Lintasan Kritis .....	50
Gambar 5.2 Graf $G$ dengan Penjodohan Maksimal .....	50



## ABSTRAK

Asyah, Siti. 2016. **Menentukan Lintasan Kritis dan Penjadwalan Maksimal pada Penjadwalan Proyek**. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) H. Wahyu H. Irawan, M.Pd. (II) Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd.

**Kata kunci:** Graf, Lintasan Kritis, Penjadwalan Maksimal (*maximum matching*), Penjadwalan Proyek

Perkembangan ilmu mengenai teori graf tidak hanya dalam matematika saja, namun teori graf dapat membantu manusia dalam menyelesaikan permasalahan kehidupan seperti pada telekomunikasi, transportasi dan juga penjadwalan dalam suatu proyek bangunan.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui lintasan kritis dan penjadwalan maksimal pada penjadwalan proyek. Penjadwalan proyek disajikan dalam bentuk jaringan kerja dan dinotasikan sebagai graf  $G$ . Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dimana data diambil dari rekonstruksi fisik bangunan asrama pendidikan Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dengan menggunakan metode *CPM (critical path method)* jaringan kerja pada penjadwalan proyek bangunan tersebut menghasilkan lintasan kritis yaitu pada titik A, B, C, D, G, M, O, P. Lintasan kritis menunjukkan kegiatan dari awal pada jaringan kerja sampai dengan kegiatan terakhir, dimana waktu pengerjaannya tidak boleh ditunda, karena jika ditunda akan mempengaruhi waktu penyelesaian pengerjaan proyek.

Adapun hasil penelitian ini, himpunan  $M_1 = \{ab, cd, ef, gm, kl, hi, jn, op\}$  dan  $M_2 = \{ak, bc, dg, ef, lm, op, hi, jn\}$  di graf  $G$  merupakan penjadwalan maksimal karena graf  $G$  tidak mempunyai penjadwalan yang lain dengan ukuran yang lebih besar ( $|M_{1,2}| \geq |M_{3,4,\dots,54}|$ ).  $M_1$  dan  $M_2$  dikatakan penjadwalan sempurna karena  $M_1$  dan  $M_2$  memuat semua titik di  $G$ .

Penjadwalan (*matching*) sangat membantu dalam menyusun penjadwalan proyek karena fungsi dari penjadwalan adalah menyelaraskan kegiatan-kegiatan proyek agar dapat berjalan dengan seimbang sehingga proyek dapat selesai tepat waktu.

Bagi penelitian selanjutnya diharapkan dapat menemukan pengaruh penjadwalan maksimal pada penjadwalan proyek dari segi keuntungan atau kerugian yang dilihat dari segi biaya, keefisienan waktu dan lain sebagainya.

## ABSTRACT

Asyah, Siti. 2016. **Determine Critical Path and Maximum Matching on Project Scheduling**. Thesis. Departement of Mathematics Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) H. Wahyu H. Irawan, M.Pd. (II) Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd.

**Keywords:** Graph, Critical Path, Maximum Matching, Project Scheduling

Science development concern to graph theory not only in mathematics but it can help humans in solving problems of lie such as on telecommunication, transportation and scheduling on a building project.

On purpose of this research is to detect critical path and maximum matching on project scheduling. The project scheduling is presented on form of net working and it is symbolized as graph  $G$ . this research used quantitative approximation where the data is taken from physical reconstruction of unemployed building (dormitory of education) State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

The result of this research is  $M_1 = \{ab, cd, ef, gm, kl, hi, jn, op\}$  and  $|M_2| = \{ak, bc, dg, ef, lm, op, hi, jn\}$  on graph  $G$  are maximum matching because graph  $G$  don't has another matching with bigger size and it is called perfect matching because  $M_1$  and  $M_2$  lade all the edges in  $G$ .

Matching is very helpful in arrange project scheduling because is determine pair or connection inter activity exact one. Perfect matching is a matching that lade all the edges on that graph so the critical path can be found because critical path consist from the beginning until the end of the activity.

For the next research is hoped it can find influence of maximum matching on project scheduling from advantage or disadvantage side, time efficiency and the others.

## ملخص

آسية, سبتي. 2016. تحديد المسارات الحرجة و التوافق الأقصى في جدولة المشاريع. البحث العلمي. قسم الرياضيات كلية العلوم و التكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانق. المشرف : (1) وحي إيراوان الحج الماجستير، (2) الدكتور إمام سوجاروو الحج الماجستير.

**الكلمات الرئيسية :** رسم بياني، المسار الحرج، التوافق الأقصى، جدولة المشروع.

تطوير المعرفة حول نظرية الرسم البياني ليس في الرياضيات فقط، بل نظرية الرسم البياني يمكن أن يساعد الناس في حل مشاكل الحياة مثل الاتصالات و النقل و الجدولة في مشروع البناء. و الهدف من هذه الدراسة هو معرفة المسار الحرج و التوافق الأقصى في جدولة المشروع. و جدولة المشروع المقدمة في شكل شبكات العمل و تدل على أنها الرسم البياني  $G$ . تستخدم هذه الدراسة المنهج الكمي حيث أخذ البيانات من إعادة الإعمار المادي المباني المتعثرة (المعهد التعليمي) جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانق.

باستخدام طريقة CPM من مشروع بناء شبكة جدولة يولد المسار الحرج الذي هو في نقطة  $A, B, C, D, G, M, O, P$ . المسارات الحرجة تظهر النشاط من البداية على الشبكة حتى النشاط الأخير، وهو الوقت عملية يجب أن لا يتأخر، لأنه إذا تأخر ستؤثر في وقت إنجاز المشروع.

نتائج هذه الدراسة  $M_1 = \{ab, cd, ef, gm, kl, hi, jn, op\}$  و

$M_2 = \{ak, bc, dg, ef, lm, op, hi, jn\}$  في الرسم البياني  $G$  و هو التوافق الأقصى بل ليس له التوافق الآخر مع حجم أكبر  $(|M_{1,2}| \geq |M_{3, 4, \dots, 54}|)$ . و يقال  $M_1$  و  $M_2$  أنهما التوافق المثالي لأنهما يحتويان على كافة نقاط في  $G$ .

التوافق مفيد جدا في إعداد جدولة المشاريع لأنها تحديد العلاقة بين شريك آخر أوفق واحد. التوافق الأقصى هو التوافق الذي يحتوي على كافة النقاط الواردة في الرسم البياني بحيث المسار الحرج يمكن أن يوجد لأنه يحدث من البداية حتى نهاية النشاط.

و ترجو الباحثة للبحث العلمي الآتي أن يوجد أثر التوافق الأقصى على جدولة المشروع من حيث المكاسب أو الخسائر حيث يرى من التكلفة و كفاءة الوقت و غير ذلك.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada dasarnya, ilmu pengetahuan lahir dan berkembang sebagai konsekuensi dari usaha manusia untuk memahami realita kehidupan dan juga untuk menyelesaikan pelbagai masalah yang begitu kompleks. Seiring berkembangnya zaman semakin berkembang pula ilmu-ilmu baru yang dapat menyelesaikan problematika kehidupan manusia. Salah satu ilmu yang sangat membantu manusia menyelesaikan problematikanya adalah ilmu matematika. Banyak orang menganggap ilmu matematika hanya merupakan ilmu hitung saja, namun sejatinya ilmu matematika dapat membaca suatu permasalahan dan mengemasnya secara lebih ringkas. Matematika mempunyai beberapa cabang keilmuan, salah satu cabang ilmu matematika adalah teori graf.

Teori graf pertama kali diperkenalkan oleh Leonhard Euler, seorang matematikawan berkebangsaan Swiss pada tahun 1736 melalui tulisannya yang berisi tentang upaya pemecahan masalah dari salah satu jembatan yang terkenal di Eropa yaitu jembatan Konigsberg. Kirchoff (1847) mengembangkan teori pohon untuk digunakan dalam masalah jaringan listrik. Sepuluh tahun kemudian A. Cayley juga menggunakan teori pohon untuk menjelaskan permasalahan kimia yaitu hidrokarbon (Sutarno, dkk., 2005:65).

Perkembangan ilmu mengenai teori graf tidak hanya dalam matematika saja, namun teori graf dapat membantu manusia dalam menyelesaikan permasalahan kehidupan seperti pada telekomunikasi, transportasi dan juga penjadwalan dalam suatu proyek bangunan.

Membahas tentang ilmu pengetahuan, al-Quran telah memberikan penjelasan bahwasanya kandungan-kandungan ayat dalam al-Quran memberikan penjelasan tentang berbagai ilmu pengetahuan yang memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Sebagaimana firman Allah dalam surat an-Nahl ayat 79 yang berbunyi

﴿يُؤْمِنُونَ لِقَوْمٍ لَّا يَسْتَدْلِكُ فِي إِنْ اللَّهَ إِلَّا يُمْسِكُهُنَّ مَا السَّمَاءُ جَوْفِي مُسَخَّرَاتِ الطَّيْرِ إِلَى يَرْوَأَلْمَ﴾

*Artinya: “Tidakkah mereka memperhatikan burung-burung yang dimudahkan terbang diangkasa bebas. Tidak ada yang menahannya selain daripada Allah. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang beriman”.*

Ayat di atas menjelaskan tentang kebesaran atas kuasa Allah. Dari itu dapat diambil suatu pelajaran yang dapat membuat kaum muslimin berpikir. Sesungguhnya Allah menyerukan atau memerintahkan kepada kaumnya untuk berpikir atas segala sesuatu yang terjadi di dunia ini. Karena dari berpikir itulah akan muncul ilmu pengetahuan baru yang dapat menyelesaikan suatu masalah yang terus berganti.

Salah satu materi yang dibahas dalam teori graf adalah tentang penjadwalan (*matching*) maksimal. Di sini, penulis akan meneliti penjadwalan (*matching*) maksimal melalui skripsi yang berjudul “Penjadwalan Maksimal pada Penjadwalan Proyek”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, terdapat dua rumusan masalah dalam penulisan skripsi ini yaitu:

1. Bagaimana penjadwalan maksimal pada penjadwalan proyek?

2. Bagaimana integrasi penjadwalan maksimal dengan kajian agama Islam?

### **1.3 Tujuan penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian skripsi ini adalah untuk mengetahui penjadwalan maksimal pada penjadwalan proyek dan mengetahui integrasi penjadwalan maksimal dengan kajian agama Islam.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Bagi peneliti

Penulis skripsi ini diharapkan mampu memberikan tambahan ilmu baru sehingga dapat memperluas wawasan yang dimiliki penulis.

2. Bagi pembaca

Sebagai tambahan pengetahuan bidang matematika, khususnya Teori Graf mengenai penjadwalan maksimal pada penjadwalan proyek.

3. Bagi lembaga

Untuk bahan kepustakaan yang dijadikan saran pengembangan wawasan keilmuan khususnya di jurusan matematika untuk mata kuliah Teori Graf.

### **1.5 Batasan Masalah**

Pembahasan mengenai teori graf dalam matematika sangat luas. Agar tidak melampaui apa yang telah menjadi tujuan dari penulisan skripsi ini maka dibutuhkan suatu batasan masalah yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penulisan lebih lanjut. Penulisan ini akan dibatasi pada masalah teori graf yaitu penjadwalan maksimal pada penjadwalan proyek tepat pada durasi yang telah ditentukan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam memahami skripsi ini secara keseluruhan maka penulis menggunakan sistematika penulisan yang terdiri dari 4 bab dan masing-masing akan dijelaskan sebagai berikut:

### Bab I Pendahuluan

Pada bab ini akan dipaparkan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

### Bab II Kajian Pustaka

Dalam bab dua ini akan dikemukakan tentang teori-teori yang sesuai dengan masalah yang dibahas, di antaranya adalah definisi graf, derajat titik, graf terhubung, subgraf, graf bipartisi, dan penjadwalan maksimal (*maximum matching*).

### Bab III Pembahasan

Pada bab ini akan diuraikan bagaimana cara mendapatkan penjadwalan maksimal dari penjadwalan pada suatu proyek dan integrasi kajian agama Islam.

### Bab IV Penutup

Pada bab ini dijabarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah diperoleh dari pembahasan dan saran bagi peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang masalah yang terkait.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Teori Graf

##### 2.1.1. Graf

###### Definisi 1

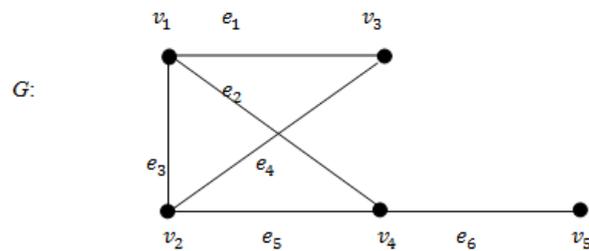
Graf  $G$  adalah pasangan  $(V(G), E(G))$  dengan  $V(G)$  adalah himpunan tidak kosong dan berhingga dari objek-objek yang disebut titik, dan  $E(G)$  adalah himpunan (mungkin kosong) pasangan tak berurutan dari titik-titik berbeda di  $V(G)$  yang disebut sisi. Banyaknya unsur di  $V(G)$  disebut order dari  $G$  dan dilambangkan dengan  $p(G)$ , dan banyaknya unsur di  $E(G)$  disebut ukuran dari  $G$  dan dilambangkan dengan  $q(G)$ . Jika graf yang dibicarakan hanya graf  $G$ , maka order dan ukuran dari  $G$  masing-masing cukup ditulis  $p$  dan  $q$ . Graf dengan order  $p$  dan ukuran  $q$  dapat disebut graf- $(p, q)$  (Abdussakir, dkk., 2009:4).

Perhatikan graf  $G$  yang memuat himpunan titik  $V(G)$  dan himpunan sisi  $E(G)$  seperti berikut

$$V(G) = \{a, b, c, d, e\}$$

$$E(G) = \{(a, b), (a, c), (a, d), (b, d), (b, c), (d, e)\}.$$

Graf  $G$  tersebut secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 graf  $G$

Graf  $G$  mempunyai 5 titik sehingga order  $G$  adalah  $p = 5$ . Graf  $G$  mempunyai 6 sisi sehingga ukuran graf  $G$  adalah  $q = 6$  (Abdussakir, dkk., 2009:5).

### Definisi 2

Sebuah sisi  $e = uv$  dikatakan menghubungkan titik  $u$  dan  $v$ . Jika  $e = uv$  adalah sisi di graf  $G$ , maka  $u$  dan  $v$  disebut terhubung langsung (*adjacent*),  $v$  dan  $e$  serta  $u$  dan  $e$  disebut terkait langsung (*incident*), titik  $u$  dan  $v$  disebut ujung dari  $e$  (Abdussakir, dkk., 2009:6).

Pada graf  $G$  di atas titik yang terhubung langsung adalah  $v_1$  dan  $v_2$ ,  $v_1$  dan  $v_3$ ,  $v_1$  dan  $v_4$ ,  $v_2$  dan  $v_3$ ,  $v_2$  dan  $v_4$ ,  $v_4$  dan  $v_5$ . Sedangkan titik yang terkait langsung adalah titik  $v_1$  dan  $v_2$  terkait langsung dengan sisi  $e_3$ , titik  $v_1$  dan  $v_3$  terkait langsung dengan sisi  $e_1$ , titik  $v_1$  dan  $v_4$  terkait langsung dengan sisi  $e_2$ , titik  $v_2$  dan  $v_3$  terkait langsung dengan sisi  $e_4$ , titik  $v_2$  dan  $v_4$  terkait langsung dengan sisi  $e_5$ , titik  $v_4$  dan  $v_5$  terkait langsung dengan sisi  $e_6$ .

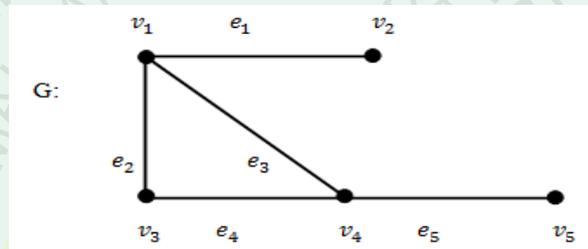
### 2.1.2 Derajat Titik

#### Definisi 3

Derajat titik  $v$  pada graf  $G$  adalah banyaknya sisi dari graf  $G$  yang terkait langsung dengan  $v$ . Derajat titik  $v$  pada graf  $G$  dinotasikan dengan  $degG$  atau dapat juga dinotasikan dengan  $deg(v)$  (Chatrand and Lesniak, 1986: 7).

Titik yang berderajat 0 disebut titik terasing atau titik terisolasi. Titik yang berderajat 1 disebut titik ujung atau titik akhir. Titik yang berderajat genap disebut titik genap dan titik yang berderajat ganjil disebut titik ganjil. Derajat maksimum titik di  $G$  dilambangkan dengan  $D(G)$  dan derajat minimum titik di  $G$  dilambangkan dengan  $d(G)$  (Abdussakir, dkk., 2009:9).

Perhatikan graf  $G$  berikut yang mempunyai himpunan titik  $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$  dan mempunyai himpunan sisi  $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$ .



Gambar 2.2 graf  $G$  dengan derajat titik

Dari graf  $G$  di atas diperoleh  $deg(v_1) = 3, deg(v_2) = 1, deg(v_3) = 2, deg(v_4) = 3, deg(v_5) = 1$ .  $v_3$  merupakan titik genap dan titik yang merupakan titik ganjil adalah  $v_1, v_4$  sedangkan  $v_2, v_5$  merupakan titik ujung. Derajat maksimum dari graf  $G$  di atas adalah  $D(G) = 3$  dan derajat minimum dari graf  $G$  di atas adalah  $d(G) = 1$ . Dalam graf  $G$  di atas tidak ada titik yang terisolasi karena tidak terdapat titik yang berderajat 0.

### Teorema 2.1

Misalkan  $G$  graf dengan order  $p$  dan ukuran  $q$ , dengan

$V(G) = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_p\}$  Maka

$$\sum_{i=1}^p deg(v_i) = 2q$$

## Bukti

Setiap menghitung derajat suatu titik di  $G$ , maka suatu sisi dihitung satu kali. Karena setiap sisi menghubungkan dua titik berbeda maka ketika menghitung derajat semua titik, sisi akan terhitung dua kali. Dengan demikian diperoleh bahwa jumlah semua derajat titik di  $G$  sama dengan 2 kali jumlah sisi di  $G$ .  
terbukti bahwa

$$\sum_{i=1}^p \deg(v_i) = 2q$$

Berdasarkan teorema di atas jumlah derajat titik pada graf  $G$  adalah

$$\sum_{i=1}^5 \deg(v_i) = 2q$$

$$\deg(v_1) + \deg(v_2) + \deg(v_3) + \deg(v_4) + \deg(v_5) = 2q$$

$$3 + 1 + 2 + 3 + 1 = 2q$$

$$10 = 2 \times 5$$

$$10 = 10$$

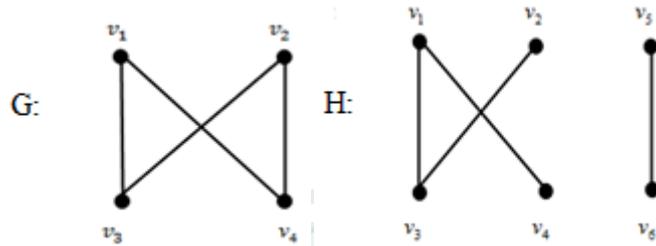
### 2.1.3 Graf Terhubung

#### Definisi 4

Sebuah graf  $G$  dikatakan terhubung jika dan hanya jika untuk setiap dua titik  $G$  yang berbeda terdapat sebuah lintasan yang menghubungkan kedua titik tersebut (Budayasa, 2007:8).

Dalam graf terhubung  $G$ , untuk setiap pasang titik sembarang  $v_1$  dan  $v_2$  di  $G$ , terdapat suatu lintasan dari titik  $v_1$  menuju titik  $v_2$ .

Contoh:



Gambar 2.3 Graf terhubung  $G$  dan graf tak terhubung  $H$

Pada gambar di atas graf  $G$  merupakan graf terhubung karena graf  $G$  terdiri dari satu komponen sedangkan graf  $H$  merupakan graf tak terhubung karena graf  $H$  terdiri dari dua komponen.

#### 2.1.4 Lintasan Terpendek

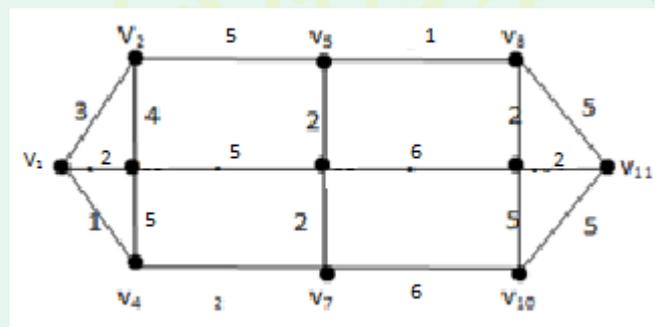
##### Definisi 5

Lintasan terpendek di dalam graf merupakan salah satu persoalan optimasi. Graf yang digunakan dalam pencarian lintasan terpendek adalah graf berbobot, yaitu graf yang setiap sisinya diberikan nilai atau bobot. Bobot pada sisi graf dapat menyatakan jarak antarkota, durasi pengiriman pesan, ongkos pembangunan dan sebagainya. Asumsi yang kita pakai disini adalah bahwa semua bobot bernilai positif (Munir, 2012:412).

Namun secara umum kata terpendek berarti meminimalkan bobot pada suatu lintasan graf. Misalkan titik pada graf merupakan kota sedangkan sisi menyatakan jalan yang menghubungkan antara dua kota atau rata-rata durasi tempuh antara dua kota. Apabila terdapat lebih dari satu lintasan dari kota A ke kota B, maka persoalan lintasan terpendek disini adalah menentukan jarak terpendek atau durasi tersingkat dari kota A ke kota B. Dalam masalah ini, bobot yang dimaksud berupa jarak dan durasi kemacetan terjadi. Ada beberapa macam persoalan lintasan terpendek seperti:

1. Lintasan terpendek antara dua buah titik tertentu.
2. Lintasan terpendek antara semua pasangan titik.
3. Lintasan terpendek dari titik tertentu ke semua titik yang lain.
4. Lintasan terpendek antara dua buah titik yang melalui beberapa titik tertentu.

Panjang lintasan dalam sebuah graf berbobot adalah jumlah bobot semua sisi pada lintasan tersebut. Misalkan  $u$  dan  $v$  dua titik di graf  $G$ . Lintasan  $(u, v)$  di  $G$  dengan panjang minimum disebut lintasan terpendek antara  $u$  dan  $v$ . Sedangkan jarak dari  $u$  ke  $v$  dinotasikan dengan  $d_G(u, v)$ , didefinisikan sebagai panjang lintasan terpendek antara titik  $u$  dan titik  $v$  di  $G$ . Sebagai contoh lihat pada Gambar 2.4 dibawah ini:



Gambar 2.4 graf bobot  $G$

Lintasan terpendek yang menghubungkan titik  $v_1$  dan  $v_5$  pada graf  $G$  di atas adalah lintasan  $(v_1, v_4, v_7, v_6, v_5)$  dengan panjang  $1 + 2 + 2 + 2 = 7$ . Dengan demikian  $d(v_1, v_5) = 7$ . Begitu juga lintasan terpendek dari titik  $v_1$  ke titik  $v_{10}$  adalah lintasan  $(v_1, v_4, v_7, v_{10})$  dengan panjang  $1 + 2 + 6 = 9$ . Sehingga jarak titik  $v_1$  dan  $v_{10}$  di graf  $G$  adalah 9

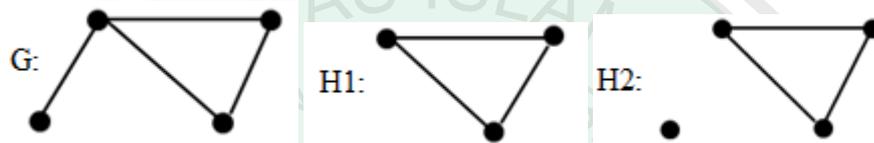
## 2.1.5 Subgraf

### Definisi 6

Graf  $H$  dikatakan subgraf dari graf  $G$  jika  $V(H) \subset V(G)$  dan  $E(H) \subset E(G)$

. Jika  $H \subset G$  dan  $V(H) = V(G)$ , maka  $H$  disebut subgraf perentang dari  $G$  (Budayasa, 2007:5).

Contoh:



Gambar 2.5 H1 subgraf G dan H2 subgraf perentang G

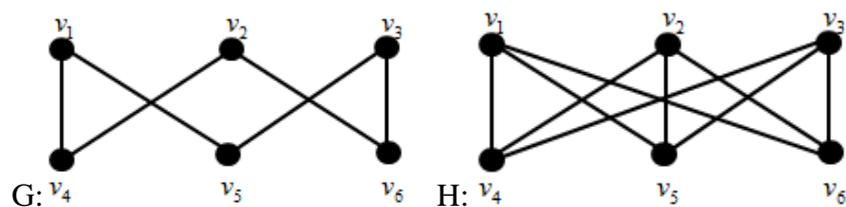
## 2.1.6 Graf Bipartisi

### Definisi 7

Graf  $G$  dikatakan graf bipartisi jika titik dari graf  $G$ ,  $V(G)$  dapat dipartisi menjadi 2 sub himpunan tidak kosong  $V_1$  dan  $V_2$  dimana sisi dari  $G$  *incident* dengan titik  $V_1$  dan titik  $V_2$ . Graf bipartisi lengkap adalah graf bipartisi dimana setiap titik dari  $V_1$  *adjacent* dengan semua titik dari  $V_2$ . Jika  $|V_1| = m$  dan  $|V_2| = n$ , maka graf bipartisi lengkap dinotasikan dengan  $K_{m,n}$ .

Jika setiap sisi dari graf  $G$  diberi nilai atau bobot, maka disebut graf berbobot.

Contoh:



Gambar 2.6 G graf bipartit dan H graf bipartite lengkap

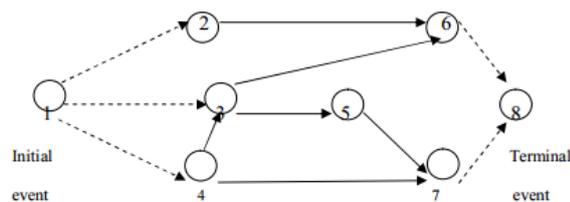
## 2.2 Riset operasi

### Definisi 8

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, pemerintah dan pertahanan. Pendekatan ini tujuannya adalah membantu mengambil keputusan menentukan kebijakan dan indikasi secara ilmiah (Operational Research society of Great Britain)(Mulyono, 2007:2).

#### 2.2.1 Jaringan Kerja (*network*)

Tim riset operasi mengembangkan sistem pengambilan keputusan yang didasarkan pada optimasi dengan menggunakan metode jaringan kerja. Jaringan kerja adalah suatu diagram agar menjadi lebih sederhana dan digunakan untuk membantu menyelesaikan masalah matematika yang cukup rumit menjadi lebih sederhana dan mudah diamati. Masalah-masalah yang dapat diatasi dengan jaringan kerja antara lain masalah penjadwalan (*network planing*), transportasi, penugasan, dan lintasan terpendek. Jaringan kerja pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan atau variabel yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram jaringan kerja dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan.



Gambar 2.7 Jaringan kerja

Menurut Dimiyati(1999:177) dalam menggambarkan suatu jaringan kerja digunakan simbol sebagai berikut:

1.  $\longrightarrow$  Anak panah= *arrow(arc)* menyatakan arah sebuah kegiatan. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan durasi (jangka waktu tertentu). Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini sama sekali tidak mempunyai arti. Kepala anak panah menjadi pedoman arah tiap kegiatan.
2.  $\bigcirc$  Lingkaran kecil= *node*, menyatakan sebagai kegiatan. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan.
3.  $\dashrightarrow$  Anak panah terputus-putus menyatakan kejadian semu atau *dummy*. *Dummy* digunakan untuk membatasi mulainya kegiatan. Panjang dan kemiringan tidak memiliki arti, namun pada *dummy* tidak mempunyai durasi.
4.  $\blackrightarrow$  Anak panah tebal merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

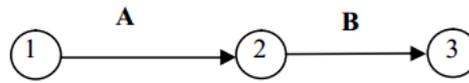
Dalam penggunaan simbol-simbol di atas mengikuti aturan sebagai berikut:

1. Diantara dua kegiatan yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
2. Nama suatu kegiatan dinyatakan dengan huruf atau nomor kegiatan.
3. Kegiatan harus mengalir dari kegiatan bernomor rendah menuju kegiatan bernomor tinggi.
4. Diagram hanya memiliki satu kegiatan paling cepat dimulainya kegiatan dan satu saat paling cepat diselesaikannya kegiatan.

Adapun logika kebergantungan kegiatan-kegiatan dinyatakan sebagai berikut:

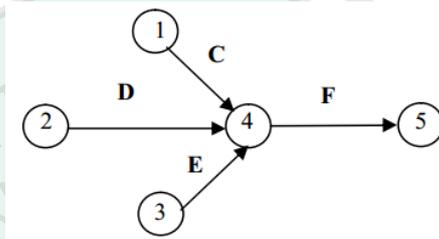
1. Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai.

Maka hubungan antara dua kegiatan dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut:



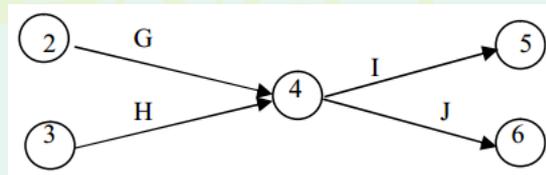
Gambar 2.8 Logika I

2. Jika kegiatan C, D dan E harus selesai sebelum kegiatan F dimulai, maka dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut:



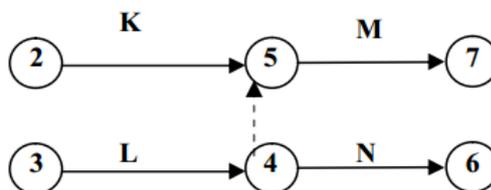
Gambar 2.9 Logika II

3. Jika kegiatan G dan H harus dimulai sebelum kegiatan I dan J maka dapat dilihat dalam Gambar 2.10 berikut:



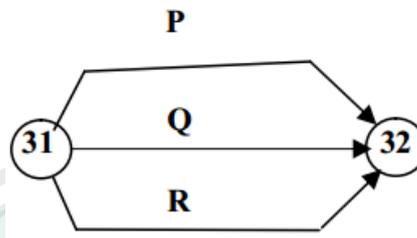
Gambar 2.10 Logika III

4. Jika kegiatan K dan L harus selesai sebelum kegiatan M dapat dimulai, tetapi N sudah dapat dimulai bila kegiatan L sudah selesai, maka dapat dilihat dalam Gambar 2.11 berikut:



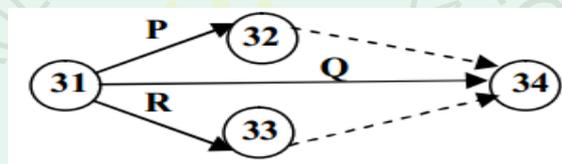
Gambar 2.11 Logika IV

5. Jika kegiatan P, Q dan R mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama, maka kita tidak boleh menggambarannya seperti Gambar 2.12 berikut:



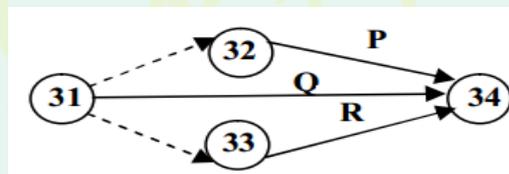
Gambar 2.12 Logika V

Namun untuk membedakan ketiga kegiatan itu, maka masing-masing harus digambarkan *dummy* seperti pada Gambar 2.13 berikut:



Gambar 2.13 Logika VI

Atau



Gambar 2.14 Logika VII

Pada gambar ini, posisi *dummy* tidak menjadi permasalahan, baik diletakkan di awal atau di akhir kegiatan.

### 2.2.2 Penentuan Durasi

Dalam mengestimasi dan menganalisis durasi kegiatan pada jaringan kerja, akan didapatkan satu atau beberapa lintasan yang menunjukkan jangka waktu penyelesaian seluruh proyek. Lintasan ini disebut lintasan kritis. Selain lintasan kritis, terdapat pula lintasan-lintasan yang mempunyai jangka yang lebih pendek dibandingkan lintasan kritis, lintasan ini disebut *float*.

*Float* memberikan kelonggaran durasi dan elastisitas pada sebuah jaringan kerja dan ini dipakai pada durasi penggunaan jaringan kerja dalam praktek atau digunakan pada durasi menentukan jumlah material, peralatan ataupun tenaga kerja. *Float* terbagi menjadi dua yaitu *total float* dan *free float* (Dimiyati, 1999:180).

Untuk memudahkan perhitungan durasi digunakan notasi-notasi sebagai berikut

TE: saat tercepat terjadinya kegiatan

TL: saat paling lambat terjadinya kegiatan

ES: saat tercepat dimulainya kegiatan

EF: saat tercepat diselesaikannya kegiatan

LS: saat paling lambat dimulainya kegiatan

LF: saat paling lambat diselesaikannya kegiatan

T : durasi yang diperlukannya suatu kegiatan

S : *total float*

SF: *free float*

### **2.2.3 Asumsi dan Cara Perhitungan**

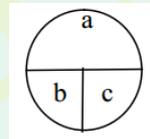
Dalam melakukan perhitungan penentuan durasi ini, menggunakan tiga buah asumsi dasar yaitu sebagai berikut:

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

Adapun perhitungan yang harus dilakukan terdiri dari dua cara yaitu cara perhitungan maju dan perhitungan mundur. Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak mulai dari awal kegiatan (*initial event*) menuju akhir kegiatan (*terminal event*) yang bertujuan untuk menghitung waktu tercepat terjadinya kegiatan dan waktu paling cepat dimulainya serta diselesaikannya kegiatan (TE, ES dan EF).

Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dari akhir kegiatan (*terminal event*) menuju ke awal kegiatan (*initial event*). Perhitungan ini bertujuan untuk menghitung saat paling lambat terjadinya kegiatan dan saat paling lambat dimulainya serta diselesaikannya kegiatan (TL, LS, dan LF).

Setelah kedua perhitungan di atas selesai, barulah *float* dapat dihitung. Untuk melakukan perhitungan maju dan mundur, lingkaran kejadian dibagi menjadi tiga. Dapat dilihat pada Gambar 2.15 berikut:



Gambar 2.15 Ruang Kegiatan

Keterangan:

A = ruang untuk nomor kegiatan

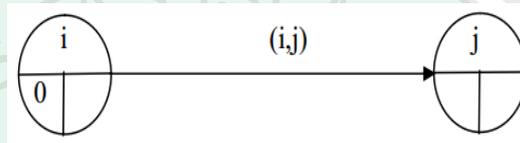
B = ruang untuk menunjukkan saat paling cepat terjadinya kegiatan (TE), merupakan hasil perhitungan maju.

C = ruang untuk menunjukkan saat paling lambat terjadinya kegiatan, yang merupakan hasil perhitungan mundur.

### 2.2.4 Perhitungan Maju

Ada tiga langkah yang dilakukan pada perhitungan maju, yaitu sebagai berikut:

- Jika awal kegiatan ditentukan pada hari ke-nol maka berlaku  $TE=0$
- Jika awal kegiatan (*initial event*) terjadi pada hari yang ke-nol, maka jaringan kerja dapat dilihat pada Gambar 2.16 berikut:



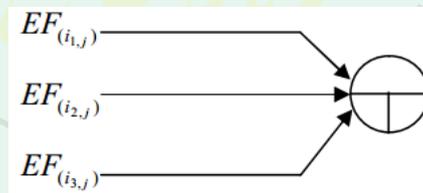
Gambar 2.16 Kegiatan Ke-Nol

$$ES = TE = 0$$

$$EF = ES + t$$

$$= TE + t$$

- Kegiatan yang menggabungkan beberapa kegiatan, dapat dilihat pada Gambar 2.17 berikut:



Gambar 2.17 Logika Beberapa Kegiatan

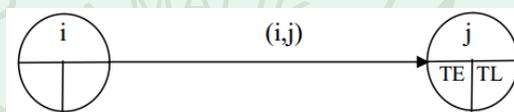
Sebuah kegiatan hanya dapat terjadi jika kegiatan-kegiatan yang mendahuluinya telah diselesaikan. Maka waktu paling cepat terjadinya sebuah kegiatan sama dengan nilai terbesar dari waktu tercepat untuk menyelesaikan kegiatan yang berakhir pada kegiatan tersebut.

$$TE = \max(EF_{(i_1,j)}, EF_{(i_2,j)}, EF_{(i_3,j)})$$

### 2.2.5 Perhitungan Mundur

Seperti pada perhitungan maju, pada perhitungan mundur juga terdapat tiga langkah yaitu sebagai berikut:

- Pada akhir kegiatan berlaku  $TL = TE$
- Waktu paling lambat dimulainya suatu kegiatan sama dengan waktu paling lambat diselesaikannya kegiatan dikurangi dengan durasi kegiatan tersebut, dapat dilihat pada Gambar 2.18 berikut:



Gambar 2.18 Kegiatan  $TL=TE$

$$LS = LF - t$$

$$LF = TL \text{ dimana } TL = TE \text{ maka}$$

$$LS = TL - t$$

- Kegiatan yang mengeluarkan beberapa kegiatan, dapat dilihat pada Gambar 2.19 berikut:



Gambar 2.19 Logika beberapa Kegiatan

Setiap kegiatan hanya dimulai apabila kegiatan yang mendahuluinya telah terjadi. Oleh karena itu, saat paling lambat terjadinya sebuah kegiatan sama dengan nilai terkecil dari saat paling lambat untuk memulai kegiatan yang berpangkal pada kegiatan tersebut.

$$TL = \min(LS, LS, LS)$$

### 2.2.6 Lintasan Kritis

Dalam menganalisis dan mengestimasi durasi akan didapatkan satu atau beberapa lintasan tertentu dari kegiatan-kegiatan pada jaringan kerja tersebut yang menentukan jangka durasi penyelesaian seluruh proyek. Lintasan ini disebut lintasan kritis (Dimiyati dan Dimiyati, 1999:180).

Lintasan kritis merupakan jalur yang melintasi kegiatan-kegiatan yang paling menentukan berhasil atau gagalnya suatu pekerjaan. Dengan kata lain lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Langkah-langkah menentukan lintasan kritis sebagai berikut:

a. Perhitungan maju

Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak mulai dari awal menuju ke akhir kegiatan. Tujuannya ialah untuk menghitung waktu paling cepat terjadinya kegiatan dan waktu paling cepat mulainya serta diselesaikannya kegiatan-kegiatan.

b. Perhitungan mundur

Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dari akhir menuju ke awal kegiatan. Tujuannya untuk menghitung waktu paling lambat terjadinya kegiatan dan waktu paling lambat dimulainya dan diselesaikannya kegiatan-kegiatan.

c. Perhitungan kelonggaran durasi (*float*)

*Float* memberikan sejumlah kelonggaran durasi dan elastisitas pada sebuah jaringan kerja. *Float* digunakan pada jaringan kerja dalam praktek dan memungkinkan digunakan pada waktu mengerjakan penentuan jumlah material,

peralatan dan tenaga kerja. *Float* ini terbagi menjadi dua jenis yaitu *total float* dan *free float*.

*Total float* adalah jumlah durasi dimana durasi penyelesaian suatu kegiatan dapat diundur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dari penyelesaian proyek secara keseluruhan. Karena itu, *total float* dihitung dengan cara mencari selisih antara saat paling lambat dimulai dengan saat paling cepat dimulainya kegiatan.

*Float* memberikan sejumlah kelonggaran durasi dan elastisitas pada kegiatan (LS - ES), atau dapat pula dengan mencari selisih antara saat paling lambat diselesaikannya kegiatan dan saat paling cepat diselesaikannya kegiatan (LF-EF). Dalam hal ini cukup pilih salah satu saja.

Jika akan menggunakan persamaan  $S=LS-ES$ , maka *total float* kegiatan (i,j) adalah  $S_{(i,j)} = LS_{(i,j)} - ES_{(i,j)}$ . Dari perhitungan mundur diketahui bahwa  $LS_{(i,j)} = TL_{(i,j)} - t_{(i,j)}$ , sedangkan dari perhitungan maju  $ES_{(i,j)} = TE_{(i)}$ . Maka  $S_{(i,j)} = TL_{(i,j)} - t_{(i,j)} - TE_{(i)}$ . Jika menggunakan persamaan  $S=LF- EF$ , maka *total float* kegiatan (i,j) adalah  $S_{(i,j)} = LF_{(i,j)} - EF_{(i,j)}$ . Dari perhitungan maju diketahui bahwa  $EF_{(i,j)} = TE_{(i,j)} + EF_{(i,j)}$ , sedangkan dari perhitungan mundur diperoleh  $LF_{(i,j)} = TL_{(i,j)}$ , maka  $S_{(i,j)} = TL_{(i,j)} - TE_{(i)} - t_{(i,j)}$ .

*Free float* adalah jumlah durasi dimana penyelesaian suatu kegiatan dapat diukur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dimulainya kegiatan yang lain atau saat paling cepat terjadinya kejadian lain pada jaringan kerja. *Free float* kegiatan dihitung dengan cara mencari selisih antara waktu tercepat terjadinya kegiatan diujung kegiatan dengan waktu tercepat diselesaikannya kegiatan tersebut. Atau  $SF_{(i,j)} = TE_{(i,j)} - EF_{(i,j)}$ . Dari perhitungan maju diperoleh  $EF_{(i,j)} = TE_{(i)} + t_{(i,j)}$ . Maka  $SF_{(i,j)} = TE_{(i,j)} - TE_{(i)} - t_{(i,j)}$  (Dimiyati, 1999:187).

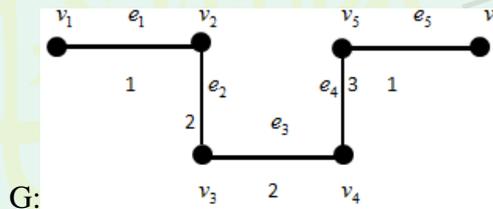
## 2.3 Penjodohan (*matching*)

### 2.3.1 Penjodohan

#### Definisi 9

*Matching* dalam graf  $G$  adalah 1-reguler subgraf dari  $G$ , merupakan subgraf yang diambil dari himpunan pasangan sisi yang tidak *adjacent*, dengan notasi  $M$ . Sisi dari  $G$  yang termasuk dalam  $M$  disebut *edge matching*, sedang sisi dari  $G$  yang bukan termasuk dalam *matching* disebut bukan *edge matching*. Sebuah titik  $v$  dalam  $G$  adalah titik *matching* jika  $v$  *incident* dengan sisi dalam  $M$ , jika tidak maka  $v$  adalah titik tunggal dalam  $M$ .

Contoh:



Gambar 2.19 *Matching*

Pada gambar diatas, menunjukkan *matching*  $M_1 = \{e_2, e_4\}$ , dimana  $e_2$  dan  $e_4$  merupakan *edge matching* dari  $M_1$ , sedang  $e_1, e_3, e_5$  bukan *edge matching* dari  $M_1$ . Titik *matching*  $M_1$  adalah  $v_2, v_3, v_4, v_5$  sedang  $v_1$  dan  $v_6$  adalah titik tunggal.

#### Definisi 10

*Matching* yang anggotanya memiliki anggota yang maksimal dalam graf  $G$  disebut *matching* maksimal (*maximum matching*) dari  $G$ . *Matching* maksimal pada graf berbobot adalah *matching* yang memiliki jumlah bobot sisi maksimal. Graf  $G$  adalah graf berorder  $p$  yang mempunyai *matching* dengan jumlah  $\frac{p}{2}$  sisi maka *matching* tersebut adalah sempurna.

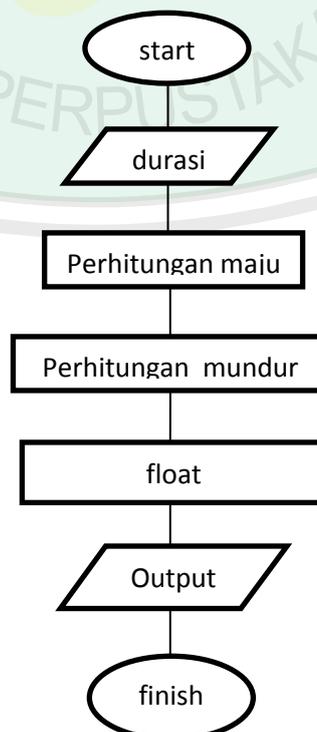
### 2.3.2 Contoh Penjadohan Maksimal pada Penjadwalan Proyek

Dalam contoh ini, penulis akan menganalisis contoh studi kasus yang terjadi di kota Semarang yaitu perencanaan pemasangan instalasi pengolah air baru. Adapun rincian kegiatan dan durasi yang diperlukan untuk menyelesaikannya proyek tersebut dapat dilihat dalam Tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1 Daftar kegiatan Pembangunan Proyek

kegiatan	Nama kegiatan	Pendahulu	pekerja	durasi
A	Perencanaan sistem		4	12
B	Pembuatan saluran air	A	7	10
C	Pembuatan pondasi	A	9	11
D	Pemesanan mesin	A	2	14
E	Pembuatan instalasi listrik	C	3	8
F	Pemasangan pipa	B,E	7	9
G	Pemasangan mesin	C,D	4	7
H	<i>Finishing dan start up</i>	F,G	4	6

Perhitungan yang dilakukan untuk menggambarkan jaringan kerja yaitu perhitungan maju, perhitungan mundur dan perhitungan kelonggaran durasi. Adapun tahap-tahap dalam penyelesaian masalah penjadwalan proyek dapat dilihat dalam *flowchart* berikut ini



### 2.3.2.1 Analisis Penjadwalan Proyek dengan Metode CPM

#### A. Perhitungan Maju

Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak dari awal kegiatan (*initial event*) menuju akhir kegiatan (*terminal event*), yang bertujuan untuk menghitung durasi tercepat terjadinya kegiatan, dimulainya serta diselesaikannya suatu kegiatan (TE, ES, dan EF).

Durasi kegiatan A adalah 12 hari, maka durasi tercepat diselesaikannya kegiatan (EF) A adalah 12 hari. Karena kegiatan A adalah awal dari suatu proyek maka kegiatan A terletak pada node 1 maka dari itu  $TE = 12$ . Adapun perhitungan selanjutnya sebagai berikut

$$TE_{(2)} = EF_{(1,2)} = EF_{(0,1)} + \text{durasi} = TE_{(1)} + 10 = 12 + 10 = 22$$

$$TE_{(3)} = EF_{(1,3)} = EF_{(0,1)} + \text{durasi} = TE_{(1)} + 11 = 12 + 11 = 23$$

$$TE_{(4)} = EF_{(1,4)} = EF_{(0,1)} + \text{durasi} = TE_{(1)} + 14 = 12 + 14 = 26$$

$$TE_{(5)} = EF_{(3,5)} = EF_{(1,3)} + \text{durasi} = TE_{(3)} + 8 = 23 + 8 = 31$$

Pada *node* 6 merupakan *merge* kegiatan,  $EF_{(2,6)} = 22 + 9 = 31$  dan  $EF_{(5,6)} = 31 + 9 = 40$  maka  $TE_{(6)} = \max(31,40) = 40$ .

Begitu pula pada *node* 7,  $EF_{(3,7)} = 23 + 7 = 30$  dan  $EF_{(4,7)} = 26 + 7 = 33$  maka  $TE_{(7)} = \max(30,33) = 33$ .

Dan juga pada *node* 8,  $EF_{(6,8)} = 40 + 6 = 46$  dan  $EF_{(7,8)} = 33 + 6 = 43$ , maka  $TE_{(8)} = \max(46,43) = 46$ .

## B. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur bergerak dari akhir kegiatan (*terminal event*) menuju ke awal kegiatan (*initial event*), yang bertujuan untuk menghitung durasi terlambat terjadinya kegiatan, dimulainya serta diselesaikannya suatu kegiatan (TL, LS, dan LF).

Dari hasil perhitungan maju, didapatkan  $TE_{(8)} = 46$ , maka secara otomatis  $TL_{(8)} = 46$ . Kegiatan 1 dapat diselesaikan paling lambat pada hari ke 46 dengan durasi 6 hari, maka kegiatan 1 dapat dimulai pelaksanaannya paling lambat setelah hari ke  $46 - 6 = 40$  sehingga  $TL_{(7)} = 40$ .

$$TL_{(6)} = 46 - \text{durasi} = 46 - 6 = 40$$

$$TL_{(5)} = 40 - \text{durasi} = 40 - 9 = 31$$

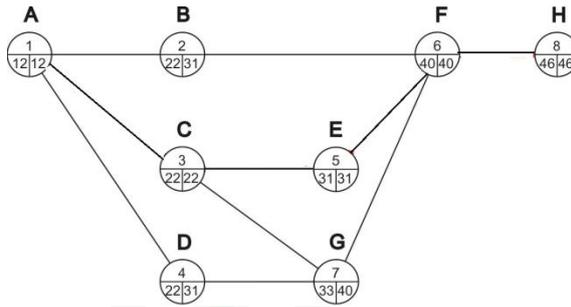
$$TL_{(4)} = 40 - \text{durasi} = 40 - 7 = 33$$

Node 3 merupakan *burst* kegiatan,  $LS_{(3,7)} = 40 - 7 = 33$  dan  $EF_{(3,5)} = 31 - 8 = 23$ , maka  $TL_{(3)} = \min(33, 23) = 23$

$$TL_{(2)} = 40 - \text{durasi} = 40 - 9 = 31$$

Node 1 merupakan *burst* kegiatan,  $LS_{(1,2)} = 31 - 10 = 21$  dan  $EF_{(1,3)} = 23 - 11 = 12$  dan  $LS_{(1,4)} = 33 - 14 = 19$ , maka  $TL_{(1)} = \min(21, 12, 19) = 12$

Untuk mempermudah melihat hasil perhitungan maju maupun perhitungan mundur penulis menyajikan dalam bentuk jaringan kerja, adapun gambar jaringan kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 2.20 Jaringan kerja

### C. Perhitungan Kelonggaran Durasi

Setelah diselesaikannya perhitungan maju dan perhitungan mundur, selanjutnya akan dilakukan perhitungan kelonggaran durasi (*float*) dari kegiatan(i,j), yang terdiri dari *total float* dan *free float*.

*Total float* dihitung dengan cara mencari selisih antara durasi paling lambat dengan durasi tercepat diselesaikannya kegiatan (LF - ES).

$$\text{Kegiatan A}(0,1) = S_{(0,1)} = 12 - 12 = 0$$

$$\text{Kegiatan B}(1,2) = S_{(1,2)} = 31 - 22 = 9$$

$$\text{Kegiatan C}(1,3) = S_{(1,3)} = 23 - 23 = 0$$

$$\text{Kegiatan D}(1,4) = S_{(1,4)} = 33 - 26 = 7$$

$$\text{Kegiatan E}(3,5) = S_{(3,5)} = 31 - 31 = 0$$

$$\text{Kegiatan F}(2,6) = S_{(2,6)} = 40 - 40 = 0$$

$$\text{Kegiatan G}(4,7) = S_{(4,7)} = 40 - 33 = 7$$

$$\text{Kegiatan H}(7,8) = S_{(7,8)} = 46 - 46 = 0$$

Dari perhitungan kelonggaran durasi di atas, dapat diketahui kegiatan mana yang mempunyai *float* atau tidak. Kegiatan yang tidak mempunyai kelonggaran durasi yaitu kegiatan yang memiliki nilai  $S = SF = 0$ , dan kegiatan ini disebut kegiatan kritis. Kegiatan-kegiatan kritis ini akan membentuk lintasan kritis yang dimulai dari awal kegiatan sampai pada akhir kegiatan. Dalam kasus ini

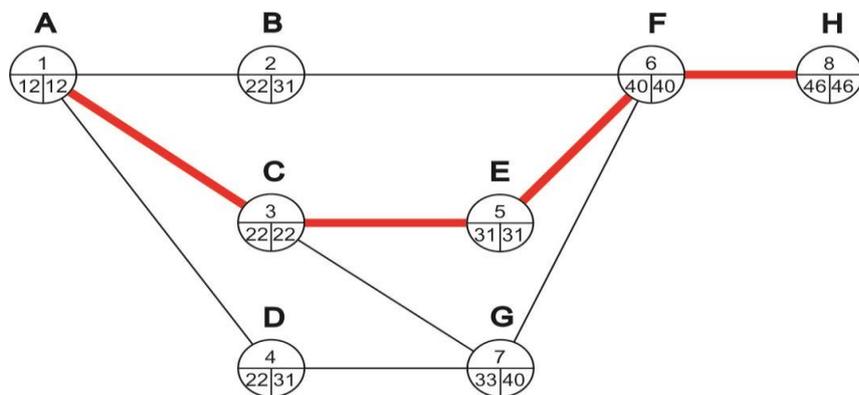
kegiatan kritis terjadi pada kegiatan A, C, E, F, dan H. Dengan demikian kegiatan A, C, E, F, dan H tidak boleh terlambat dalam pengerjaannya.

Untuk lebih memudahkan memahami, penulis merangkum semua informasi atau hasil perhitungan ke dalam tabel. Dan hasil perhitungan ini merupakan informasi penting yang diperlukan dalam membuat peta durasi pelaksanaannya sebuah proyek.

Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Jaringan kerja

No	Kegiatan	Pendahulu	Durasi	Maju		Mundur		Slack	Jalur Kritis
				ES	EF	LS	LF		
1	A		12	0	12	23	12	0	Yes
2	B	A	10	12	22	40	31	9	No
3	C	A	11	12	23	31	23	0	Yes
4	D	A	14	12	26	40	33	7	No
5	E	C	8	23	31	40	31	0	Yes
6	F	B,E	9	31	40	46	40	0	Yes
7	G	C,D	7	26	33	46	40	7	No
8	H	F,G	6	40	46	0	46	0	Yes

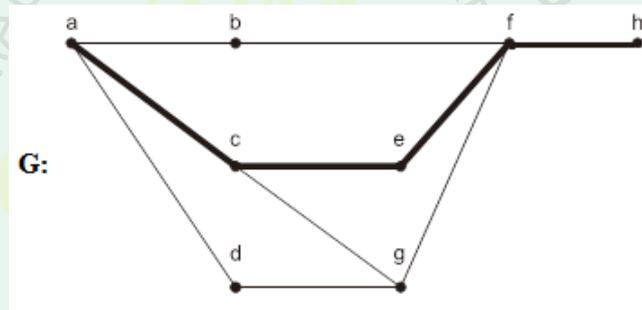
Dari tabel di atas dapat digambarkan dalam bentuk diagram. Dimana *node* pada diagram dibagi atas tiga bagian, yaitu bagian atas merupakan ruang nomor suatu kegiatan dan bagian kiri merupakan ruang hasil dari perhitungan maju sedangkan bagian kanan merupakan hasil dari perhitungan mundur. Adapun jaringan kerja dapat dilihat pada Gambar 2.21 berikut:



Gambar 2.21 Lintasan Kritis

Dari gambar diagram diatas terlihat bahwa lintasan berwarna merah A, C, E, F dan H merupakan lintasan kritis. Lintasan kritis menunjukkan kegiatan dari awal diagram jaringan kerja sampai dengan kegiatan akhir dari diagram tersebut, dimana waktu pengerjaannya tidak boleh ditunda, karena jika ditunda akan mempengaruhi waktu penyelesaian pengerjaan proyek.

Setelah mengetahui lintasan kritis dari sebuah jaringan kerja, langkah selanjutnya menjadikan jaringan kerja sebagai graf dimana *node* terjadinya kegiatan dianggap sebagai titik, seperti pada Gambar 2.22 berikut:

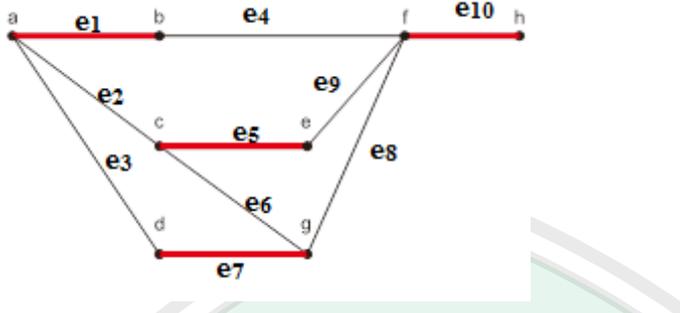
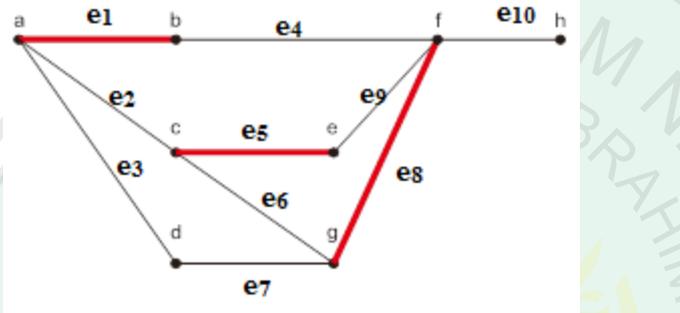
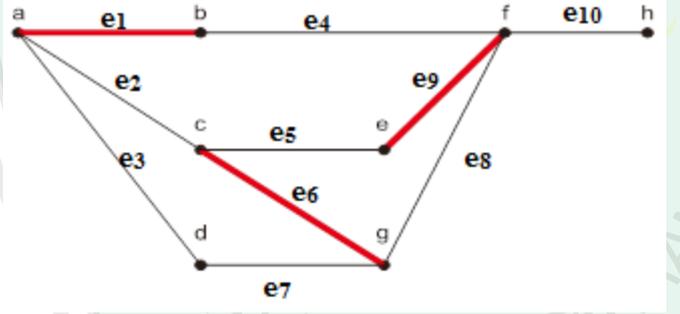
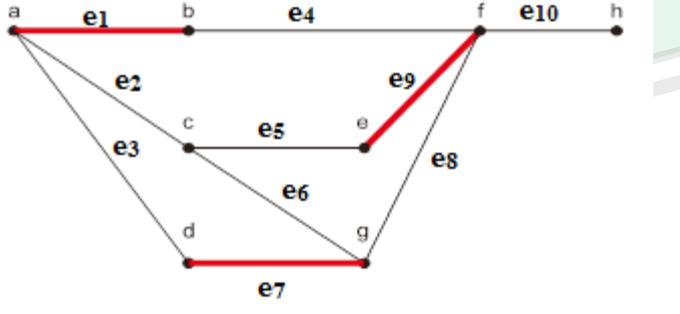


Gambar 2.22 Graf G

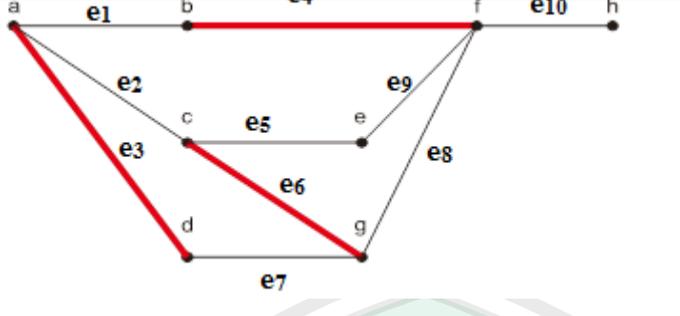
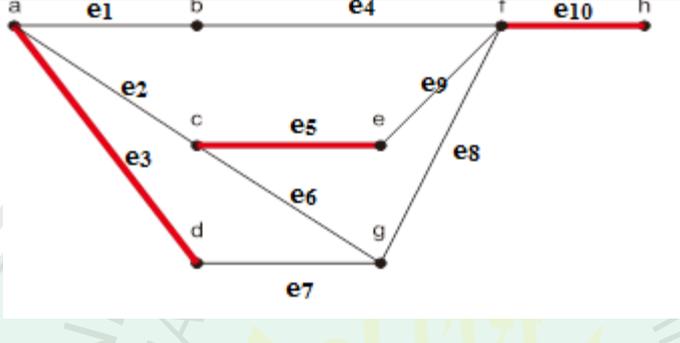
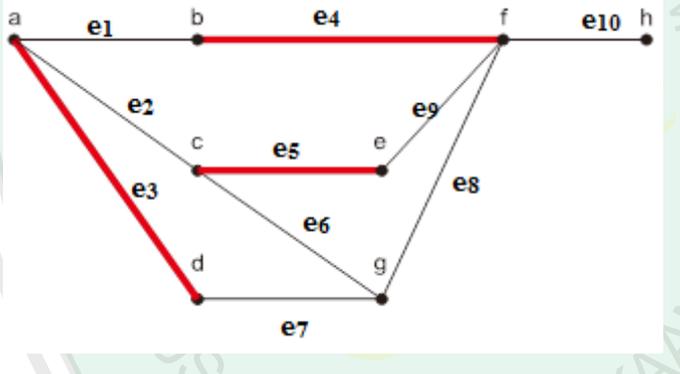
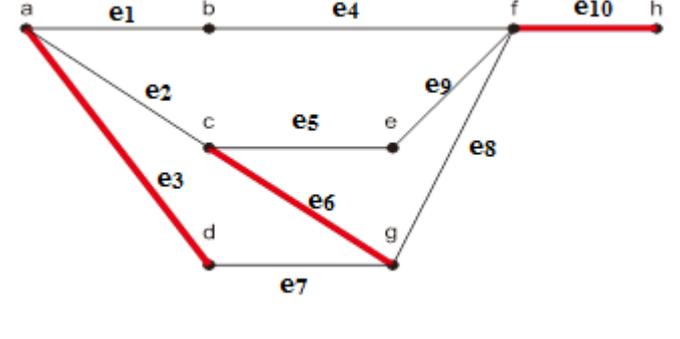
### 3.3 Penjodohan (*Matching*)

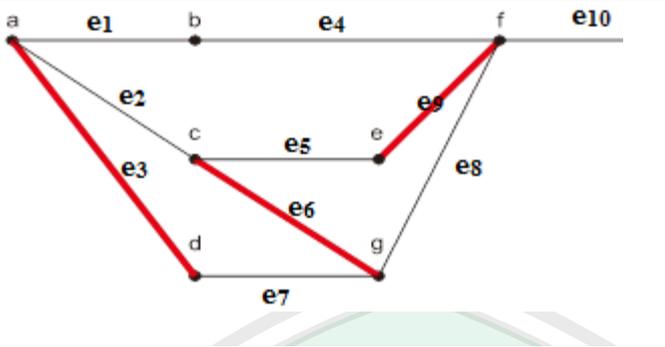
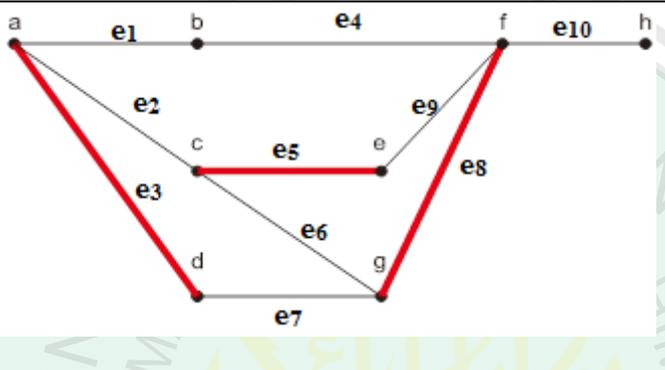
Sebuah penjodohan (*matching*) pada graf  $G$ , dilambangkan dengan  $M$ . Dimana  $M$  adalah himpunan sisi-sisi yang saling lepas artinya antara sisi-sisi tersebut tidak mempunyai titik ujung persekutuan. Jadi tidak ada sisi-sisi di  $M$  yang mempunyai titik-titik ujung persekutuan.

Selanjutnya adalah menentukan beberapa penjodohan (*matching*) yang mungkin terdapat pada jaringan kerja di atas, yaitu:

No	Graf	Matching
1		$ M_1  = \{e_1, e_5, e_7, e_{10}\} = 4$
2		$ M_2  = \{e_1, e_5, e_8\} = 3$
3		$ M_3  = \{e_1, e_6, e_8\} = 3$
4		$ M_4  = \{e_1, e_7, e_{10}\} = 3$

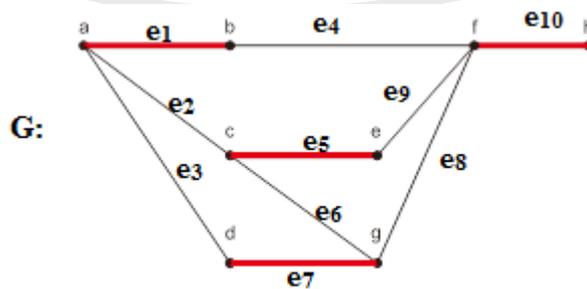
5		$ M_5  = \{e_1, e_6, e_{10}\} = 3$
6		$ M_6  = \{e_2, e_7, e_9\} = 3$
7		$ M_7  = \{e_2, e_8\} = 2$
8		$ M_8  = \{e_2, e_4, e_7\} = 3$
9		$ M_9  = \{e_2, e_7, e_{10}\} = 3$

10	 <p>A graph with vertices a, b, c, d, e, f, g, h. Edges are labeled e1 through e10. Edges e3, e4, and e6 are highlighted in red.</p>	$ M_{10}  = \{e_3, e_4, e_6\} = 3$
11	 <p>A graph with vertices a, b, c, d, e, f, g, h. Edges are labeled e1 through e10. Edges e3, e5, and e10 are highlighted in red.</p>	$ M_{11}  = \{e_3, e_5, e_{10}\} = 3$
12	 <p>A graph with vertices a, b, c, d, e, f, g, h. Edges are labeled e1 through e10. Edges e3, e4, and e5 are highlighted in red.</p>	$ M_{12}  = \{e_3, e_4, e_5\} = 3$
13	 <p>A graph with vertices a, b, c, d, e, f, g, h. Edges are labeled e1 through e10. Edges e1, e6, and e10 are highlighted in red.</p>	$ M_{13}  = \{e_1, e_6, e_{10}\} = 3$

14		$ M_{14}  = \{e_3, e_6, e_9\} = 3$
15		$ M_{15}  = \{e_3, e_5, e_8\} = 3$

Sebuah penjumlahan  $M$  dari sebuah graf dinamakan maksimal jika dalam sebuah graf tersebut tidak mempunyai penjumlahan yang lain dengan ukuran lebih besar dari penjumlahan  $M$ . Dengan kata lain, jika  $M'$  merupakan penjumlahan pada graf  $G$  maka  $|M| \geq |M'|$ .

Dari kelima belas penjumlahan di atas hanya terdapat satu penjumlahan maksimal yaitu terdapat pada no. 1, yaitu:



Gambar 2.23 Graf G dengan Penjumlahan maksimal

Graf  $G$  di atas merupakan graf yang diambil dari sebuah jaringan kerja penjadwalan suatu proyek. Graf  $G$  dengan himpunan  $M_1 = \{e_1, e_5, e_7, e_{10}\}$  merupakan penjadwalan maksimal karena  $|M_1| \geq |M_2, 3, \dots, 15|$ .

$M_1$  selain merupakan penjadwalan maksimal juga merupakan penjadwalan sempurna (*perfect Matching*), karena  $M_1$  memuat semua titik di  $G$ . berdasarkan definisi, setiap penjadwalan sempurna adalah penjadwalan maksimal namun tidak berlaku sebaliknya.

Penjadwalan maksimal mempunyai hubungan erat terhadap penjadwalan proyek, yaitu hubungan antara lintasan kritis dan penjadwalan maksimal. Di mana lintasan kritis merupakan alur kegiatan yang tidak boleh ditunda dalam proses pembangunannya. Menurut penulis, dalam kasus ini lintasan pada  $M_1$  yang merupakan lintasan kritis adalah  $e_5$  dan  $e_{10}$ . Di mana  $e_5$  merupakan lintasan yang terbentuk dari titik C dan E, yang titik C merupakan agenda kegiatan yang sangat penting dalam proses pembangunan sebuah proyek setelah kegiatan perencanaan yaitu pembangunan pondasi. Suatu proyek dikatakan berkualitas bagus jika pondasi dari proyek tersebut kuat, oleh karena itu prioritas utama dari sebuah bangunan adalah pondasi yang kuat.

Selain  $e_5$ , lintasan  $e_{10}$  juga merupakan lintasan pada  $M_1$  yang berada pada lintasan kritis. Lintasan  $e_{10}$  terbentuk dari titik F dan H. Dimana F merupakan kegiatan terakhir yaitu pemasangan pipa air dan H adalah *finishing*. *Finishing* di sini berguna untuk mengetahui kekurangan setiap hasil dari yang telah dikerjakan sebelumnya. Jika terdapat kekurangan atau kerusakan maka dalam proses *finishing* inilah perbaikan dilakukan.

## 2.4 Kajian Agama

Allah telah menjadikan segala sesuatu berpasang-pasangan baik dua hal berbeda namun berhubungan ataupun dua hal yang berbeda namun berlawanan. Pada dasarnya perkara yang berpasang-pasangan itu merupakan perkara yang sejenis walaupun berbeda hikmah dan manfaatnya. Sesuai dengan firman Allah dalam surat adz- Dzariyat ayat 49 dan surat Yasiin ayat 36, yaitu

تَذَكَّرُونَ لَعَلَّكُمْ رُؤُوسَ جِوَابٍ خَلَقْنَا شَيْءٍ كُلِّ وَمِنْ

Artinya : “Dan segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-pasangan supaya kamu mengingat kebesaran Allah”.

يَعْلَمُونَ لَا وَمِمَّا أَنْفُسِهِمْ وَمِنْ الْأَرْضِ تُنْبِتُ مِمَّا كَلَّمَهَا الْأَزْوَاجَ خَلَقَ الَّذِي سُبْحَانَ

Artinya: “Maha Suci Tuhan yang telah menciptakan pasangan-pasangan semuanya, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka maupun dari apa yang tidak mereka ketahui”.

Adapun hadits yang terkait adalah sebagai berikut,

إِذَا وَقَعَ الذُّبَابُ فِي إِنَاءٍ أَحَدِكُمْ فَلْيَغْمِسْهُ كُلَّهُ ثُمَّ لِيَطْرَحْهُ فَإِنَّ فِي أَحَدِ جَنَاحَيْهِ دَاءٌ (رَوَاهُ الْبُخَارِيُّ مِنْ حَيْثُ أَبِي هُرَيْرَةَ)

Artinya: “Jika seekor lalat hinggap di gelas kalian semua maka tenggelamkanlah kemudian buanglah, krena di salah satu sayapnya ada penyakit, dan sayap lainnya ada obat.(Bukhori meriwayatkan dari Abu Hurairah)”.(Hadits Bukhari, bilangan 537, jilid 4).

Hal ini juga sesuai dengan sabda Nabi yang telah diriwayatkan oleh Imam Bukhari di dalam shahihnya, dari shahabat Abu Hurairah yang berbunyi:

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya: “Tidaklah Allah turunkan penyakit kecuali allah turunkan pula obatnya”.

Di dalam menyelesaikan suatu pekerjaan terlebih membangun suatu proyek diperlukannya kejujuran, kekompakan dan kerjasama yang baik dalam menyelesaikannya. Dengan sifat jujur maka akan tercipta kepuasan dari diri sendiri ataupun dari konsumen. Dalam al-Quran dijelaskan bahwa kejujuran itu membawa segala kebaikan. Adapun ayat dan hadits yang terkait sebagai berikut:

كُم لَكُمْ وَيَغْفِرْ أَعْمَلَكُمْ لَكُمْ يَصْلِحْ ﴿٧﴾ سَدِيدًا قَوْلًا وَقُولُوا لِلَّهِ اتَّقُوا ءَامِنُوا الَّذِينَ يَتَّبِعُونَ  
عَظِيمًا فَوْزًا فَازَ فَقَدَ وَرَسُولَهُ وَاللَّهُ يُطِيعُ وَمَنْ ذُنُوبِ ﴿٧﴾

Artinya : “Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kamu kepada Allah dan katakanlah perkataan yang benar. Niscaya Allah memperbaiki bagimu amalan-amalanmu dan mengampuni bagimu dosa-dosamu. Dan barangsiapa mentaati Allah dan Rasul-Nya, maka sesungguhnya ia telah mendapat kemenangan yang besar”.

عَنْ أَبِي بَكْرٍ الصِّدِّيقِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ : قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ  
, عَلَيْكُمْ بِالصِّدْقِ فَإِنَّهُ مَعَ الْبِرِّ وَهُمَا فِي الْجَنَّةِ وَإِيَّاكُمْ وَالْكَذِبَ فَإِنَّهُ مَعَ  
الْفُجُورِ وَهُمَا فِي النَّارِ (ابن حبان في صحيحه)

Artinya: Dari Abu Bakar Ash-Shiddiq RA ia berkata, Rosulullah SAW bersabda “Wajib atasmu berlaku jujur karena jujur itu bersama kebaikan dan keduanya itu di surga, jauhkanlah dirimu dari dusta, karena dusta itu bersama kedurhakaan dan keduanya itu di neraka”.(RH Ibnu Hibban didalam shohihnya)

نَ فَأَلْفًا عَدَاءَ كُنْتُمْ إِذْ عَلَيْكُمْ اللَّهُ نِعْمَتًا وَادَّكُرْتُمْ وَأَتَفَرَّقُوا وَلَا جَمِيعًا لِلَّهِ نَحْبَلٌ وَأَعْتَصِمُوا  
ذَلِكَ مِنْهَا فَأَنْقَذَكُمْ النَّارَ مِنْ حُفْرَةٍ شَفَاعَتِي وَكُنْتُمْ إِخْوَانًا بِنِعْمَتِهِ فَأَصْبَحْتُمْ قُلُوبَكُمْ بِهِ  
﴿١٣﴾ يَهْتَدُونَ لَعَلَّكُمْ ءَايَتِهِ لَكُمْ اللَّهُ يَبِينُ ك

Artinya: “Dan berpeganglah kamu semuanya kepada tali (agama) Allah, dan janganlah kamu bercerai berai, dan ingatlah akan nikmat Allah kepadamu ketika kamu dahulu (masa Jahiliyah) bermusuh-musuhan, Maka Allah mempersatukan hatimu, lalu menjadilah kamu karena nikmat Allah, orang-orang yang

bersaudara, dan kamu telah berada di tepi jurang neraka, lalu Allah menyelamatkan kamu dari padanya. Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayatnya kepadamu, agar kamu mendapat petunjuk”.

﴿تُرْحَمُونَ لَعَلَّكُمْ آلَهُ وَاتَّقُوا أَخَوِيكُمْ بَيْنَ فَاصِحُوا إِخْوَةَ الْمُؤْمِنُونَ إِنَّمَا﴾

Artinya: “orang-orang beriman itu sesungguhnya bersaudara. sebab itu damaikanlah (perbaikilah hubungan) antara kedua saudaramu itu dan takutlah terhadap Allah, supaya kamu mendapat rahmat”.

عَنْ أَبِي مُسَى عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ إِنَّ الْمُؤْمِنَ كَالْبُنْيَانِ يَشُدُّ بَعْضُهُ بَعْضًا وَشَبَّكَ أَصَابِعَهُ (أخرجه البخاري في كتاب الصلاة)

Artinya: Abu musa meriwayatkan, Nabi Muhammad SAW: “Kaum mukmin adalah bersaudara satu sama lain ibarat bagian-bagian dari suatu bangunan, satu bagian memperkuat bagian lainnya. Dan menyelipkan jari-jari di satu tangan dengan tangan yang lainnya agar kedua tangannya bergabung”. (HR bukhari dalam kitabusholah).

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian sebagai langkah atau proses pemecahan masalah yang sistematis dan ilmiah dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa cara atau metode. Selain itu, penelitian juga dapat dilakukan menggunakan beberapa pendekatan. Berdasarkan sifatnya yang pasif, Arikunto (2010) membagi cara penelitian menjadi tiga, yaitu: *description research* atau penelitian deskriptif, *operation research (action research)* atau penelitian tindakan, dan *experiment* atau eksperimen.

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan masalah pada bab I, penelitian tentang penjadwalan maksimal pada penjadwalan proyek ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Pendekatan deskriptif kuantitatif merupakan penganalisisan dengan menggunakan teori yang mendukung dalam masalah yang diangkat. Pendekatan ini menggambarkan obyek penelitian yang dihubungkan dengan teori-teori yang ada. Tujuan penelitian deskriptif kuantitatif adalah menggambarkan realita empirik sesuai dengan fenomena yang ada secara rinci. Dalam penelitian ini penulis mengambil data dari schedule konstruksi fisik penyelesaian gedung mangkrak (gedung asrama pendidikan) UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

### **3.2 Data dan Sumber Data**

#### **1. Sumber Data**

Secara umum ada 2 macam bahan pustaka, yaitu bahan pustaka tertulis dan bahan pustaka yang tidak tertulis. Bahan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan pustaka tertulis. Bahan pustaka tertulis adalah bahan pustaka yang berwujud cetakan dan diterbitkan atau minimal didokumentasikan. Bahan pustaka tertulis yang digunakan antara lain:

- a. Buku teks tentang graf seperti karangan Chartrand dan Lesniak (1986), Abdussakir dkk (2009), dan Budayasa (2007) serta buku-buku penunjang yang lain.
- b. Penelitian terdahulu tentang penjadwalan proyek dan penjadwalan maksimal.

#### **2. Data**

Dalam penelitian ini data berupa data sekunder yang diambil dari schedule konstruksi fisik penyelesaian gedung mangkrak (gedung asrama pendidikan) UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan dokumentasi yang diambil pada schedule konstruksi fisik penyelesaian gedung mangkrak (gedung asrama pendidikan) UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

### **3.4 Analisis Data**

Analisis data dilakukan setelah data terkumpul, kemudian data tersebut dianalisis berdasarkan teori yang terdapat dalam ilmu teori graf yang

mendukung pada masalah penelitian ini. Adapun tahapan-tahapannya sebagai berikut:

1. Diberikan penjadwalan proyek.
2. Menentukan jalur kritis.
3. Menggambarkan penjadwalan proyek dalam bentuk graf dengan setiap kegiatan dinotasikan dengan titik.
4. Mencari beberapa penjadohan (*matchings*).
5. Menentukan penjadohan sempurna (*perfectmatching*).
6. Mengkaji ayat-ayat yang berhubungan dengan penjadohan maksimal.
7. Membuat kesimpulan.
8. Melaporkan.

## BAB VI

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis akan menganalisis rekonstruksi fisik bangunan mangkrak (asrama pendidikan) UIN Maulana Malik Ibrahim yang beralamat di Jln. Ir. Sukarno no. 1 Dadaprejo Junrejo kec. Batu. Adapun rincian kegiatan dan durasi yang diperlukan untuk menyelesaikannya proyek tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4.1 di bawah ini:

No	Kegiatan	Nama pekerjaan	Durasi	Pendahuu
		siapan	30	
		uktur putri	7	A
		itektur putri	23	B
		EP putri	21	C
		uktur putra	16	A
		itektur putri	24	E
		EP putra	21	F
		uktur apartemen	8	A
		itektur apartemen	20	H
		EP apartemen	21	I
		uktur office	9	A
		itektur office	24	K
		ang GWT dan ruang pompa	19	D,G,J,L
		rbang	14	A
		rastruktur	22	M,N
		nyambungan PLN	1	N,O

#### 4.2 Analisis Penjadwalan Proyek dengan Metode CPM

Seperti pada contoh di BAB II, perhitungan yang dilakukan untuk menggambarkan jaringan kerja adalah perhitungan maju, perhitungan mundur, dan perhitungan kelonggaran waktu.

##### 4.2.1 Perhitungan maju

Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak dari awal menuju akhir kegiatan. Perhitungan maju menghasilkan perhitungan durasi tercepat terjadinya satu kegiatan, dimulainya serta diselesaikannya suatu kegiatan tersebut (TE, ES, dan EF).

Durasi dari kegiatan A adalah 30 minggu sehingga waktu tercepat diselesaikannya kegiatan (EF) A adalah 30 minggu. A merupakan kegiatan awal dari penjadwalan proyek ini sehingga A menempati *node* 1 dengan TE = 30. Adapun perhitungan selanjutnya sebagai berikut

$$TE_{(2)} = EF_{(1,2)} = EF_{(0,1)} + \text{durasi} = TE_{(1)} + 7 = 30 + 7 = 37$$

$$TE_{(3)} = EF_{(2,3)} = EF_{(1,2)} + \text{durasi} = TE_{(2)} + 23 = 37 + 23 = 60$$

$$TE_{(4)} = EF_{(3,4)} = EF_{(2,3)} + \text{durasi} = TE_{(3)} + 21 = 60 + 21 = 81$$

$$TE_{(5)} = EF_{(1,5)} = EF_{(0,1)} + \text{durasi} = TE_{(1)} + 16 = 30 + 16 = 46$$

$$TE_{(6)} = EF_{(5,6)} = EF_{(1,5)} + \text{durasi} = TE_{(5)} + 24 = 46 + 24 = 70$$

$$TE_{(7)} = EF_{(6,7)} = EF_{(5,6)} + \text{durasi} = TE_{(6)} + 21 = 70 + 21 = 91$$

$$TE_{(8)} = EF_{(1,8)} = EF_{(0,1)} + \text{durasi} = TE_{(1)} + 8 = 30 + 8 = 38$$

$$TE_{(9)} = EF_{(8,9)} = EF_{(1,8)} + \text{durasi} = TE_{(8)} + 20 = 38 + 20 = 58$$

$$TE_{(10)} = EF_{(9,10)} = EF_{(8,9)} + \text{durasi} = TE_{(9)} + 21 = 58 + 21 = 79$$

$$TE_{(11)} = EF_{(1,11)} = EF_{(0,1)} + \text{durasi} = TE_{(1)} + 9 = 30 + 9 = 39$$

$$TE_{(12)} = EF_{(11,12)} = EF_{(1,11)} + \text{durasi} = TE_{(11)} + 24 = 39 + 24 = 63$$

Pada *node* 13 merupakan merge kegiatan, dimana pendahulu kegiatan M lebih dari satu kegiatan oleh karena itu  $EF_{(4,13)} = 81 + 19 = 100$ ,  $EF_{(7,13)} = 91 + 19 = 110$ ,  $EF_{(10,13)} = 79 + 19 = 98$ ,  $EF_{(12,13)} = 63 + 19 = 82$ . Maka  $TE_{(13)} = \max(100, 110, 98, 82) = 110$

$$TE_{(14)} = EF_{(1,14)} = EF_{(0,1)} + \text{durasi} = TE_{(1)} + 14 = 30 + 14 = 44$$

Seperti halnya *node* 13, *node* 15 juga merupakan merge kegiatan dimana  $EF_{(13,14)} = 110 + 22 = 132$  dan  $EF_{(14,15)} = 44 + 22 = 66$ . Maka  $TE_{(15)} = \max(132, 66) = 132$

Begitu pula *node* 16,  $EF_{(14,16)} = 44 + 1 = 45$  dan  $EF_{(15,16)} = 132 + 1 = 133$ . Maka  $TE_{(16)} = \max(45, 133) = 133$ .

#### 4.2.2 Perhitungan Mundur

### 3.4 Kajian Agama

Allah telah menjadikan segala sesuatu berpasang-pasangan baik dua hal yang berbeda namun berhubungan ataupun berlawanan. Tidak hanya makhluk hidup saja yang memiliki pasangan namun benda mati pun mempunyai pasangan. Menurut Quraisy Shihab dalam kitab tafsir al Misbah (2002) menyebutkan bahwa kata berpasangan digunakan untuk masing-masing dari dua hal yang berdampingan seperti alas kaki. Selanjutnya juga ditegaskan bahwa kata berpasangan tersebut bisa akibat dari kesamaan dan bisa juga karena bertolak belakang. Allah berfirman dalam kitab-Nya surat adz- Dzariyaat ayat 49

تَذَكَّرُونَ لَعَلَّكُمْ زَوْجِينَ خَلَقْنَا شَيْءٍ كُلِّ وَ مِنْ

*Artinya: “dan segala sesuatu kami ciptakan berpasang-pasangan supaya kamu mengingat kebesaran Allah”*

Tafsir ayat ini sangat berhubungan dengan tafsir surah Yasiin ayat 36, yang berbunyi

يَعْلَمُونَ لَا وَمِمَّا أَنْفُسِهِمْ وَمِنْ الْأَرْضِ تُنْبِتُ مِمَّا كَلَّمَهَا الْأَزْوَاجَ خَلَقَ الَّذِي سُبْحَانَ

*Artinya: “Maha suci Tuhan yang telah menciptakan pasangan-pasangan semuanya, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka maupun dari apa yang tidak mereka ketahui.”*

Dalam kitab tafsir al Misbah karya Quraisy Shihab tertulis bahwa ayat ini mensucikan Allah dari dari segala sifat yang buruk atau kekurangan yang disandangkan kepada-Nya. Betapa tidak, Allah yang mereka durhakai itu adalah Dia yang menciptakan segala tumbuhan dan menumbuhkan buah-buahan dengan cara menciptakan pasangan bagi masing-masing. Dari tujuan itu ayat di atas menyatakan maha suci Allah dari sifat kekurangan dan keburukan. Dialah Tuhan yang telah menciptakan pasangan-pasangan semuanya. Pasangan yang berfungsi sebagai pejantan dan betina, baik apa yang ditumbuhkan di bumi seperti kurma dan anggur. Dan demikian juga dari diri mereka sebagai manusia, dimana mereka terdiri dari laki-laki dan perempuan dan demikian pula dari apa yang mereka tidak ketahui baik makhluk hidup ataupun benda yang tidak bernyawa.

Dari sini dapat diketahui bahwa Allah menciptakan siang dan malam, ada senang ada susah, ada atas ada bawah, demikian seterusnya. Semua selama dia makhluk mempunyai pasangan, hanya sang Khalik yang tidak ada pasangannya

dan tidak ada sekutu bagi-Nya. Secara ilmiah terbukti bahwa listrik pun berpasangan, ada arus positif dan arus negatif demikian atom yang diduga merupakan wujud terkecil, ternyata ia pun berpasangan yaitu proton dan elektron.

Seperti yang tertulis dalam hadits yang diriwayatkan oleh Abu Hurairoh yaitu:

إِذَا وَقَعَ الذُّبَابُ فِي إِنَاءٍ أَحَدِكُمْ فَلْيَغْمِسْهُ كُلَّهُ ثُمَّ لِيَطْرَحْهُ فَإِنَّ فِي أَحَدِ جَنَاحَيْهِ دَاءً (رَوَاهُ الْبُخَارِيُّ مِنْ حَيْثُ أَبِي هُرَيْرَةَ)

Artinya: "Jika seekor lalat hinggap di gelas kalian semua maka tenggelamkanlah kemudian buanglah, karena di salah satu sayapnya ada penyakit, dan sayap lainnya ada obat."

Dari hadits diatas dapat diambil kesimpulan bahwa sesuatu yang berpasangan mempunyai keterkaitan, saling mempengaruhi satu sama lain. Suatu kelompok dalam mengerjakan suatu pekerjaan sangat membutuhkan kecocokan antar teman sekelompok. Apabila dalam suatu kelompok tidak terjadi kecocokan satu sama lain akan menimbulkan ketidakharmonisan dan ketidaknyamanan dalam bekerja. Jika dalam suatu kelompok itu saling cocok maka akan timbul rasa saling percaya antar sesama dan kenyamanan dalam bekerja sehingga akan mendapatkan hasil yang memuaskan. Dalam al-Quran dijelaskan bahwa:

نَفَأَلْفَ أَعْدَاءِ كُنْتُمْ إِذْ عَلَيَكُمْ اللَّهُ نِعْمَتًا وَادَّكُرْتُمْ وَتَفَرَّقُوا وَلَا جَمِيعًا اللَّهُ نَجَّيْلٌ وَأَعْتَصِمُوا  
ذَلِكَ مِنْهَا فَأَنْقَذَكُمْ النَّارِ مِنَ حُفْرَةٍ شَفَا عَلَى وَكُنْتُمْ إِخْوَانًا نِعْمَتِهِ فَأَصْبَحْتُمْ قُلُوبَكُمْ بِيَهُ  
يَهْتَدُونَ لَعَلَّكُمْ أَتَيْتَهُ لَكُمْ اللَّهُ يَبِينُ ك

Artinya : "dan berpeganglah kamu semuanya kepada tali (agama) Allah, dan janganlah kamu bercerai berai, dan ingatlah akan nikmat Allah kepadamu ketika kamu dahulu (masa Jahiliyah) bermusuh-musuhan, Maka Allah mempersatukan hatimu, lalu menjadilah kamu karena nikmat Allah, orang-orang yang bersaudara; dan kamu telah berada di tepi jurang neraka, lalu Allah

*menyelamatkan kamu dari padanya. Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepadamu, agar kamu mendapat petunjuk.”*

Dalam kitab tafsir al Misbah, ayat ini berisi pesan yang ditujukan kepada kaum muslimin secara berkelompok yakni berpegang teguhlah upayakan sekuat tenaga untuk mengaitkan diri dari satu dengan yang lain dengan tuntunan Allah sambil menegakkan disiplin kamu semua tanpa kecuali. Sehingga jika ada yang lupa ingatkan dia, atau ada yang tergelincir bantu dia bangkit agar semua dapat bergantung kepada tali agama Allah. Kalau kamu lengah atau ada salah seorang yang menyimpang, maka keseimbangan akan kacau dan disiplin akan rusak karena itu maka bersatu padulah, dan jangan kamu bercerai berai dan ingatlah nikmat Allah kepadamu. Bandingkanlah keadaan kamu sejak datangnya islam dengan ketika kamu mengalami masa jahiliyah, bermusuh-musuhan yang ditandai oleh peperangan yang berlanjut sekian lama generasi demi generasi, maka Allah mempersatukan hati kamu pada satu jalan dan arah yaitu islam dengan orang-orang yang bersaudara. Sehingga kini tidak ada bekas luka di hati kamu masing-masing.

Dari tafsir ayat di atas dijelaskan bahwa Allah mewajibkan supaya berpegang teguh kepada al-Quran dan sunnah nabi-Nya serta menyelesaikan permasalahannya berdasarkan keduanya. Allah juga memerintahkan kepada kaum muslimin dalam mengamalkan islam, sebab dengan cara demikian maka akan ada kesepakatan dan kesatuan yang merupakan syarat utama bagi kebaikan dunia dan agama. Ayat di atas juga menjelaskan tentang larangan berpecah belah (berkelompok-kelompok) dalam agama maupun sosial, sebagaimana berpecah-belahnya ahli kitab atau orang-orang jahiliyah yang lain. Ayat ini juga melarang

melaksanakan segala sesuatu yang dapat menimbulkan perpecahan dan menghilangkan persatuan.

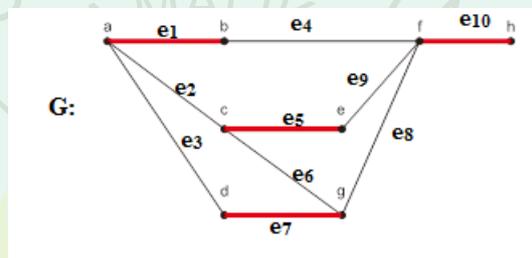


## BAB IV

### PENUTUP

#### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari pembahasan BAB III,  $M_1 = \{e_1, e_5, e_7, e_{10}\}$  di graf  $G$  merupakan penjadwalan maksimal karena graf  $G$  tidak mempunyai penjadwalan yang lain dengan ukuran yang lebih besar.  $M_1$  dikatakan penjadwalan sempurna karena  $M_1$  memuat semua titik di  $G$ . Dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Dua anggota himpunan  $M_1$  yaitu  $e_5$  dan  $e_{10}$  yang melewati lintasan kritis, dan titik-titik yang menghubungkan  $e_5$  dan titik-titik yang menghubungkan  $e_{10}$  merupakan kegiatan pada penjadwalan proyek yang memiliki prioritas yang penting.

#### 4.2 Saran

Dalam skripsi ini penulis hanya membahas tentang penjadwalan maksimal yang terjadi pada penjadwalan proyek dan hubungan terhadap lintasan kritis. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan pengaruh penjadwalan maksimal pada keuntungan atau kerugian biaya dari suatu proyek dan sebagainya.



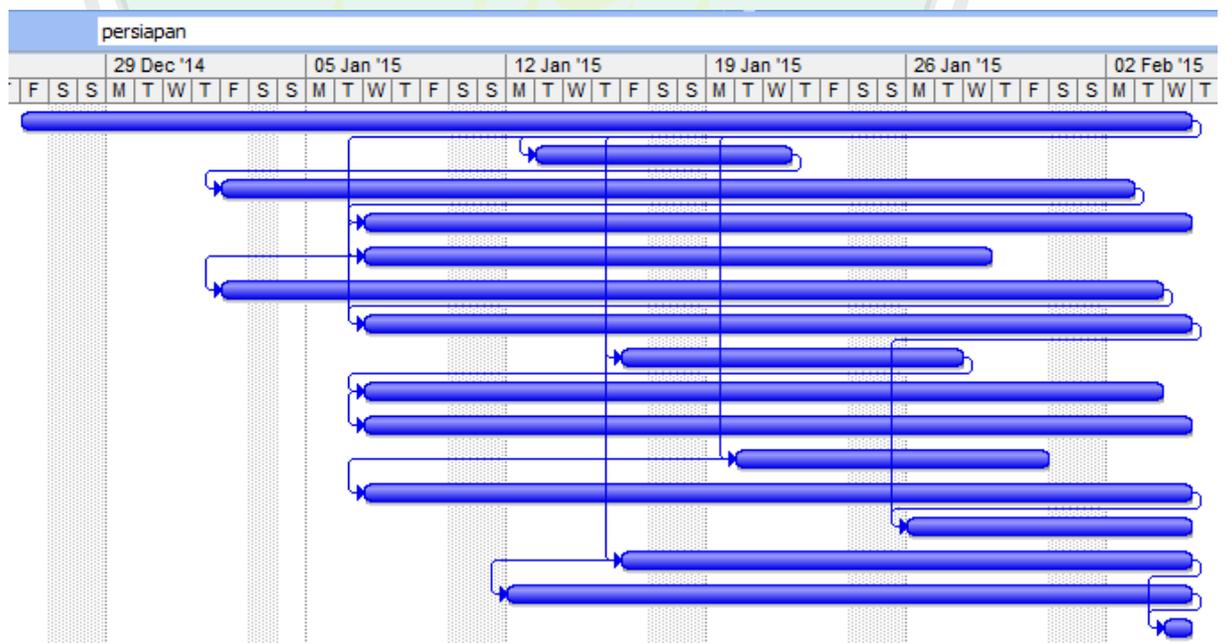
## DAFTAR PUSTAKA

- Abdussakir, Azizah, N.A. dan Nofandika, F.F. 2009. *Teori Graf*. Malang: UIN Press.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Penerbit Bineka Cipta.
- Budayasa, I.K. 2007. *Teori Graf dan Aplikasinya*. Surabaya: Unesa University Press.
- Chartrand, G dan Lesniak, L. 1986. *Graphs and Digraphs Second Edition*. California: a Dafition of Wadsworth, Inc.
- Dimiyati, T dan Dimiyati, A. 1999. *Operation Research Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Ervianto, W. 2005. *Manajemen Proyek Kontruksi (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Herjanto, E. 2008. *Manajemen Operasi*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Mulyono, S. 2002. *Riset Operasi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi UI.
- Munir, R. 2012. *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika.
- Shihab, M.Q. 2002. *Tafsir Al Misbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sutarno, H., Priatna, N., dan Nurjanah. 2005. *Matematika Diskrit*. Malang: UM Press.
- Taha, H.A. 1996. *Operations Research*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Lampiran 1:** Jadwal Proyek Pada Micosoft Project

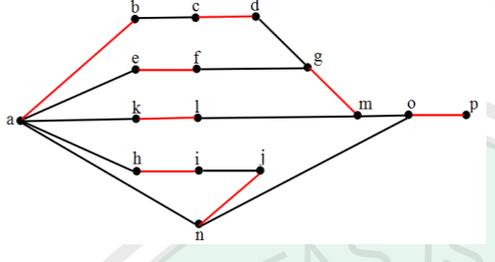
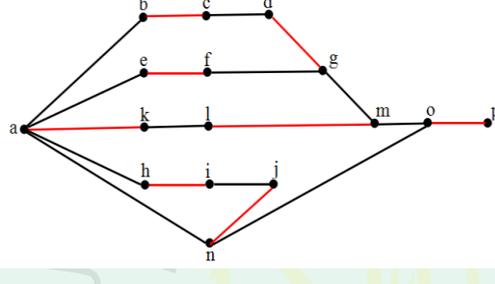
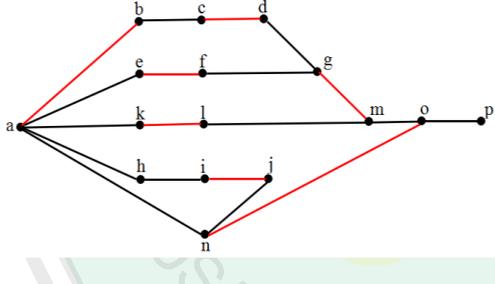
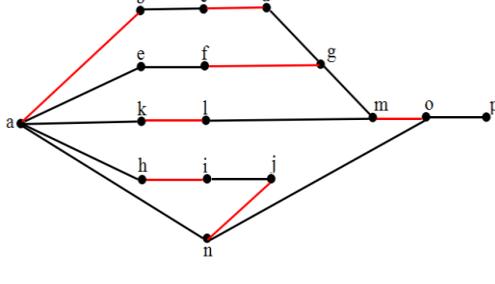
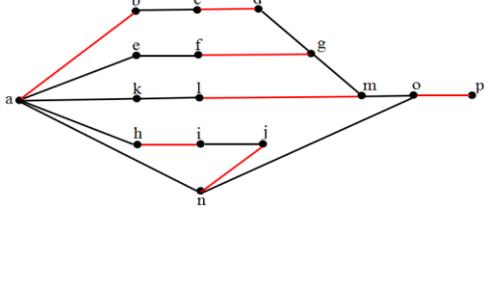
## Lampiran 1: Jadwal Proyek Pada Micosoft Project

persiapan

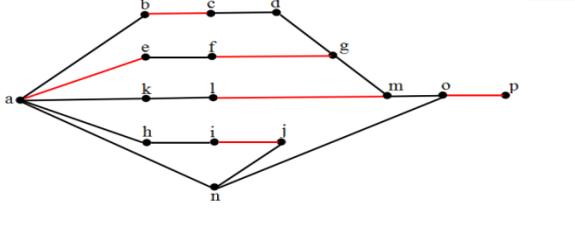
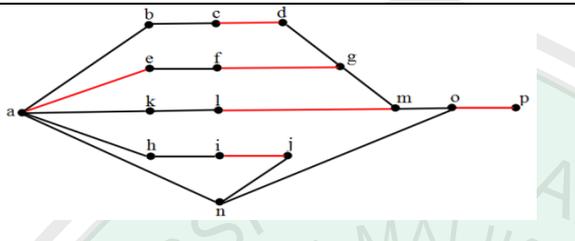
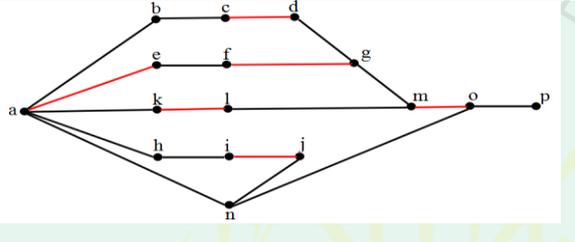
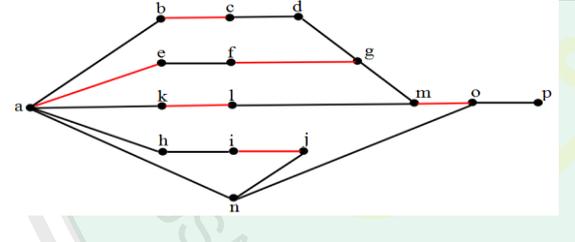
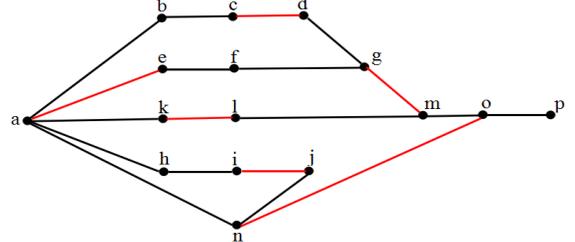
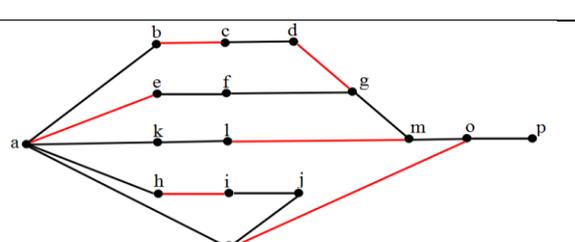
	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names
1	persiapan	30 days	Fri 26/12/14	Wed 04/02/15		
2	pekerjaan struktur putri	7 days	Tue 13/01/15	Wed 21/01/15	1FS-17 days	
3	pekerjaan arsitektur putri	23 days	Fri 02/01/15	Mon 02/02/15	2FS-15 days	
4	MEP putri	21 days	Wed 07/01/15	Wed 04/02/15	3FS-19 days	
5	pekerjaan struktur putra	16 days	Wed 07/01/15	Wed 28/01/15	1FS-21 days	
6	pekerjaan arsitektur putra	24 days	Fri 02/01/15	Tue 03/02/15	5SS-4 days	
7	MEP putra	21 days	Wed 07/01/15	Wed 04/02/15	6FS-21 days;4S:	
8	pekerjaan struktur apartem	8 days	Fri 16/01/15	Tue 27/01/15	1FS-14 days	
9	pekerjaan arsitektur aparte	20 days	Wed 07/01/15	Tue 03/02/15	8FS-15 days	
10	MEP apartement	21 days	Wed 07/01/15	Wed 04/02/15	9SS	
11	pekerjaan srtuktur office	9 days	Tue 20/01/15	Fri 30/01/15	1FS-12 days	
12	pekerjaan arsitektur office	21 days	Wed 07/01/15	Wed 04/02/15	11SS-13 days	
13	ruang GWT dan ruang pon	8 days	Mon 26/01/15	Wed 04/02/15	12FS-12 days;7F	
14	pembangunan gerbang	14 days	Fri 16/01/15	Wed 04/02/15	1FS-19 days	
15	infrsstruktur	18 days	Mon 12/01/15	Wed 04/02/15	14SS-8 days	
16	penyambungan PLN	1 day	Wed 04/02/15	Wed 04/02/15	14FS-1 day;15FS	



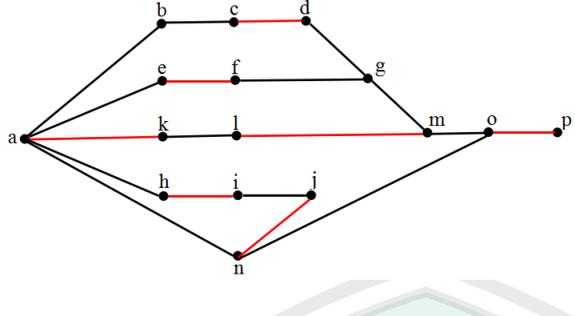
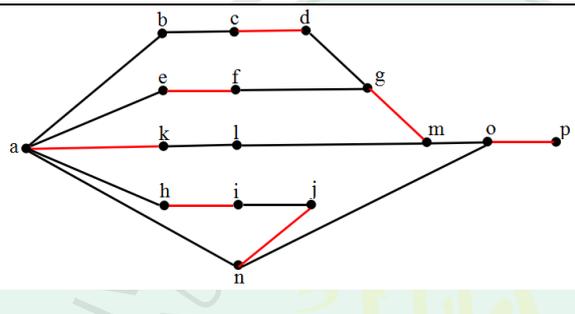
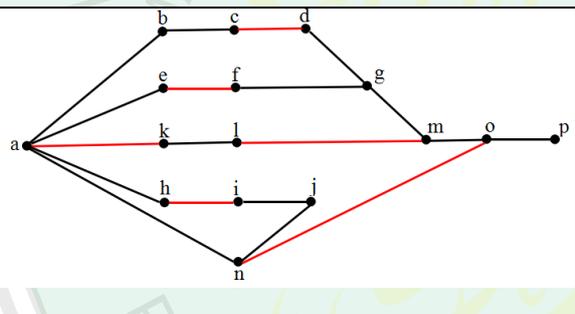
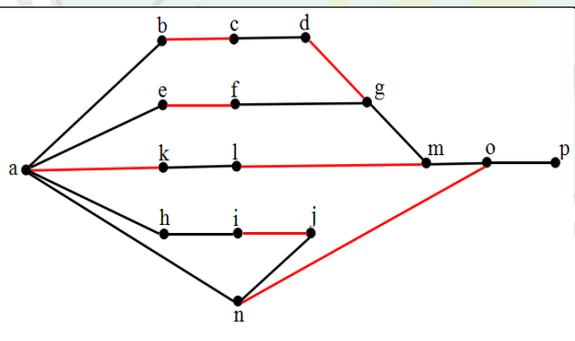
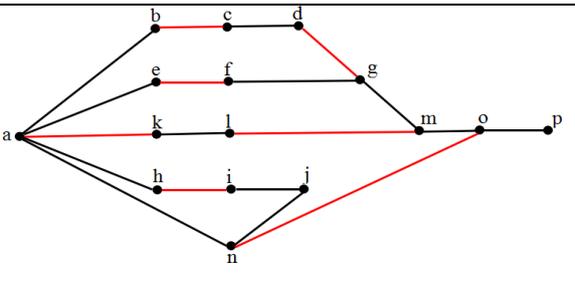
**Lampiran 2: Penjadohan Maksimal Pada Jaringan Kerja Proyek Gedung UIN Malang**

No	Graf	Matching
1.		$M_1 = \{ab, cd, ef, kl, hi, jn, gm, op\}$ $ M_1  = 8$
2.		$M_2 = \{ak, bc, ef, dg, lm, hi, jn, op\}$ $ M_2  = 8$
3.		$M_3 = \{ab, cd, ef, kl, hi, ij, no\}$ $ M_3  = 7$
4.		$M_4 = \{ab, cd, fg, kl, hi, jn, mo\}$ $ M_4  = 7$
5.		$M_5 = \{ab, cd, fg, lm, hi, jk, op\}$ $ M_5  = 7$

6		$M_6 = \{ab, cd, ef, lm, op, hi, jn\}$ $ M_6  = 7$
7		$M_7 = \{ae, cd, fg, lm, hi, jn, op\}$ $ M_7  = 7$
8		$M_8 = \{ae, bc, dg, lm, hi, jn, op\}$ $ M_8  = 7$
9		$M_9 = \{ae, cd, kl, gm, hi, jn, op\}$ $ M_9  = 7$
10		$M_{10} = \{ae, bc, fg, kl, hi, jn, mo\}$ $ M_{10}  = 7$
11		$M_{11} = \{ae, bc, dg, kl, mo, ij\}$ $ M_{11}  = 6$

12		$M_{12} = \{ae, bc, fg, lm, op, ij\}$ $ M_{12}  = 6$
13		$M_{13} = \{ae, cd, fg, lm, op, ij\}$ $ M_{13}  = 6$
14		$M_{14} = \{ae, cd, fg, kl, ij, mo\}$ $ M_{14}  = 6$
15		$M_{15} = \{ae, bc, fg, kl, ij, mo\}$ $ M_{15}  = 6$
16		$M_{16} = \{ae, cd, gm, kl, ij, on\}$ $ M_{16}  = 6$
17		$M_{17} = \{ae, bc, dg, lm, hi, on\}$ $ M_{17}  = 6$

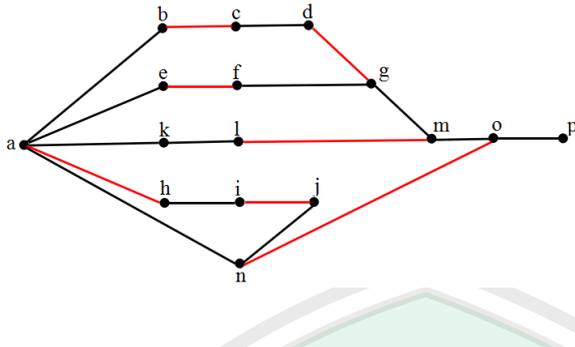
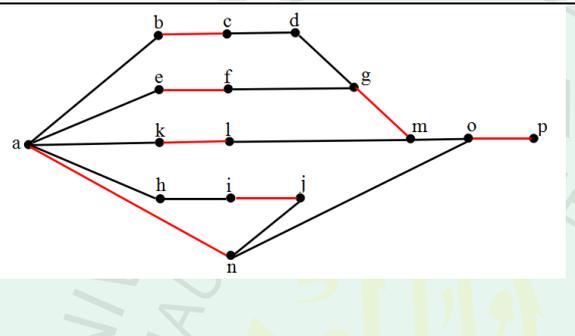
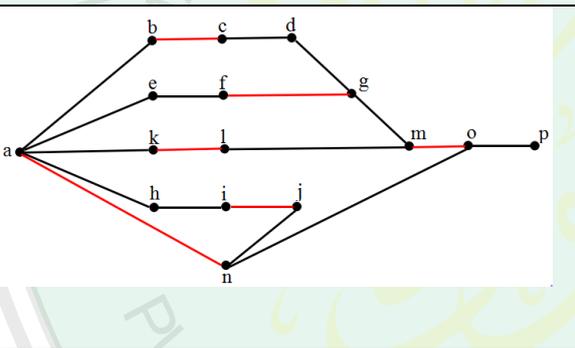
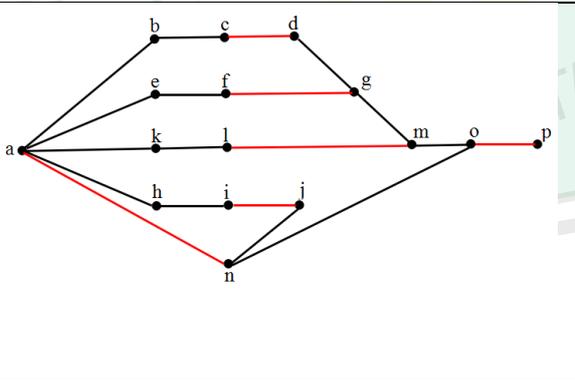
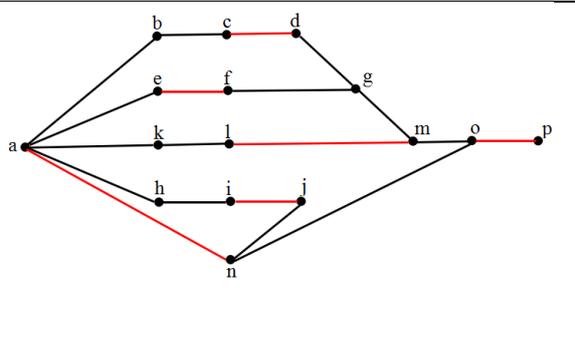
18		$M_{18} = \{ae, cd, fg, kl, ij, no\}$ $ M_{18}  = 6$
19		$M_{19} = \{ae, cd, fg, lm, hi, jn, op\}$ $ M_{19}  = 7$
20		$M_{20} = \{ae, bc, kl, ij, no, gm\}$ $ M_{20}  = 6$
21		$M_{21} = \{ae, bc, dg, lm, in, op\}$ $ M_{21}  = 6$
22		$M_{22} = \{ab, dg, ef, kl, hi, jh, mo\}$ $ M_{22}  = 7$

23		$M_{23} = \{ak, cd, ef, lm, op, hi, jn\}$ $ M_{23}  = 7$
24		$M_{24} = \{ak, cd, ef, gm, hi, kn, op\}$ $ M_{24}  = 7$
25		$M_{25} = \{ak, cd, ef, lm, hi, no\}$ $ M_{25}  = 6$
26		$M_{26} = \{ak, bc, ef, dg, lm, ij, no\}$ $ M_{26}  = 7$
27		$M_{27} = \{ak, bc, ef, dg, lm, hi, no\}$ $ M_{27}  = 7$

28		$M_{28} = \{ak, bc, ef, dg, mo, hi, jn\}$ $ M_{28}  = 7$
29		$M_{29} = \{ak, bc, ef, gm, op, hi, jn\}$ $ M_{29}  = 7$
30		$M_{30} = \{ak, bc, f, lm, hi, jn, op\}$ $ M_{30}  = 7$
31		$M_{31} = \{ak, bc, fg, mo, hi, jn\}$ $ M_{31}  = 6$
32		$M_{32} = \{ak, cd, ef, gm, ij, no\}$ $ M_{32}  = 6$

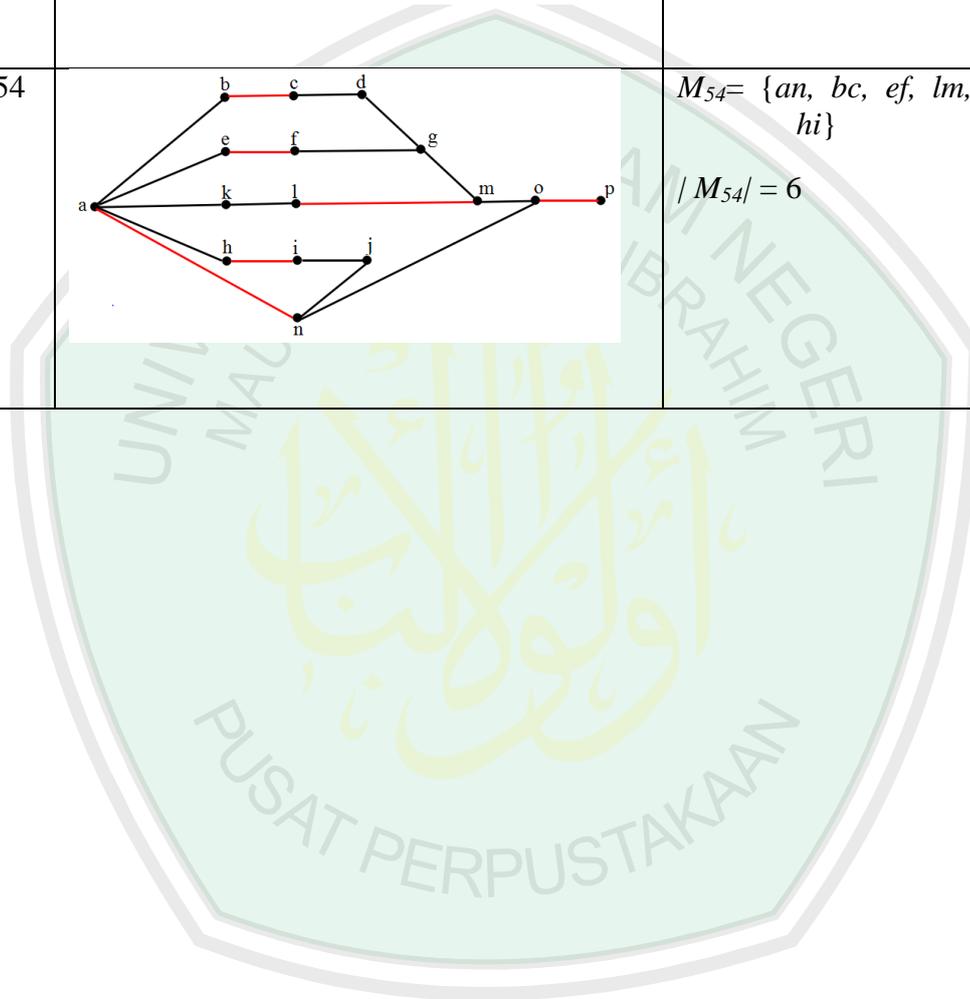
33		$M_{33} = \{ah, bc, fg, lm, ij, no\}$ $ M_{33}  = 6$
34		$M_{34} = \{ah, bc, ef, kl, ij, no, gm\}$ $ M_{34}  = 7$
35		$M_{35} = \{ah, bc, ef, dg, lm, ij, no\}$ $ M_{35}  = 7$
36		$M_{36} = \{ah, cd, ef, kl, ij, no, gm\}$ $ M_{36}  = 7$
37		$M_{37} = \{ah, bc, ef, dg, lm, op, jn\}$ $ M_{37}  = 7$

38		$M_{38} = \{ah, cd, ef, kl, gm, jn, op\}$ $ M_{38}  = 7$
39		$M_{39} = \{ah, bc, ef, kl, jn, gm, op\}$ $ M_{39}  = 7$
40		$M_{40} = \{ah, cd, kl, fg, mo, kn\}$ $ M_{40}  = 6$
41		$M_{41} = \{ah, bc, ef, kl, dg, jn, mo\}$ $ M_{41}  = 7$
42		$M_{42} = \{ah, bc, fg, kl, mo, jn\}$ $ M_{42}  = 6$

43		$M_{43} = \{ah, bc, ef, dg, lm, ij, no\}$ $ M_{43}  = 7$
44		$M_{44} = \{an, bc, ef, kl, ij, gm, op\}$ $ M_{44}  = 7$
45		$M_{45} = \{an, bc, fg, mo, ij, kl\}$ $ M_{45}  = 6$
46		$M_{46} = \{an, cd, fg, lm, ij, op\}$ $ M_{46}  = 6$
47		$M_{47} = \{an, cd, ef, lm, op, ij\}$ $ M_{47}  = 6$

48		$M_{48} = \{an, bc, fg, kl, ij, mo\}$ $ M_{48}  = 6$
49		$M_{49} = \{an, bc, ef, kl, ij, mo\}$ $ M_{49}  = 6$
50		$M_{50} = \{an, cd, ef, kl, ij, gm, op\}$ $ M_{50}  = 7$
51		$M_{51} = \{an, cd, fg, hi, mo, kl\}$ $ M_{51}  = 6$
52		$M_{52} = \{an, bc, ef, kl, hi, dg, mo\}$ $ M_{52}  = 7$

53		$M_{53} = \{an, bc, ef, kl, hi, dg, op\}$ $ M_{53}  = 7$
54		$M_{54} = \{an, bc, ef, lm, op, hi\}$ $ M_{54}  = 6$



## RIWAYAT HIDUP

Siti Asyah, lahir di kota Blitar pada tanggal 22 Agustus 1988, biasa di panggil Asiyah. Tinggal di Jl. Sungai Hili Timur, Rt. 3, Rw. 2 Dawuhan Kauman Blitar, purti ke-5 dari Bapak H. Ali Zen dan Ibu Hj. Indasah.

Pendidikan dasar ditempuh di SDN Kauman I Blitar dan lulus pada tahun 2001, setelah itu melanjutkan ke MTs. Perguruan Mu'allimat Cukir Jombang dan lulus pada tahun 2004. Kemudian melanjutkan pendidikan ke MA Al Ma'arif Singosari Malang dan lulus pada tahun 2007. Selanjutnya, pada tahun 2010 menempuh kuliah di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil Jurusan Matematika. Sampai saat ini dia mondok di Pesantren Salafiyah Syaf'iiyah Nurul Huda Mergosono dan menjabat sebagai ketua BSO Hufadz Pondok Pesantren Nurul Huda Mergosono Malang.





**KEMENTERIAN AGAMA RI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI**  
**MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341) 558933**

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Siti Asyah  
NIM : 10610033  
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Matematika  
Judul Skripsi : Menentukan Lintasan Kritis dan Penjadwalan Maksimal  
Pada Penjadwalan Proyek  
Pembimbing I : H. Wahyu H Irawan, M.Pd  
Pembimbing II : Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	14 Juli 2015	Konsultasi Bab I	1.
2.	18 Agustus 2015	Konsultasi Kajian Agama	2.
3.	19 Agustus 2015	Konsultasi Bab II	3.
4.	7 September 2015	Konsultasi Kajian Keagamaan	4.
5.	8 September 2015	Konsultasi Bab III	5.
6.	11 September 2015	Konsultasi Kajian Keagamaan	6.
7.	21 Oktober 2015	Revisi Bab III	7.
8.	29 Oktober 2015	Konsultasi Bab IV	8.
9.	02 November 2015	Konsultasi Kajian Keagamaan	9.
10.	03 November 2015	Revisi Kajian Agama	10.
11.	05 November 2015	ACC Bab IV	11.
12.	06 Desember 2015	ACC Bab V	12.
13.	05 Januari 2016	ACC Kajian Agama	13.
14.	11 Januari 2016	ACC Keseluruhan	14.

Malang, 12 Januari 2016  
Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd  
NIP. 19751006 200312 1 001