



**OPTIMASI WAKTU PENYELESAIAN PESANAN KHUSUS PRODUKSI
GITAR *ACCOUSTIC* PADA CV. BUTANZA BANYUWANGI DENGAN
KOMBINASI METODE *PRT* DAN *CPM***

SKRIPSI

Oleh
Ahmad Ginanjar
NIM 1218101017

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2016



**OPTIMASI WAKTU PENYELESAIAN PESANAN KHUSUS PRODUKSI
GITAR *ACCOUSTIC* PADA CV. BUTANZA BANYUWANGI DENGAN
KOMBINASI METODE *PERT* DAN *CPM***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan program studi matematika (S1) dan mencapai gelar sarjana sains

Oleh

Ahmad Ginanjar

NIM 121810101017

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2016

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberikan kehidupan, pertolongan, dan kasih sayangnya;
2. Alm. Kaderi dan Masriah selaku orang tua saya, terimakasih atas do'a, kasih sayang, dan nafkah yang telah diberikan selama ini;
3. Saudara saya Rumiati, Widartik, Nuriyati, terimakasih atas dukungan dan motivasinya;
4. Para dosen dan guru sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah membimbing dan membagi ilmu dengan sabar dan tulus;
5. Almamater Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember, SMK Nu 1 Karanggeneng, MTs Putra-putri Simo, SDN Pucangtelu, dan TK Ikhtidaiyah yang telah menjadi sarana menuntut ilmu.
6. Unit Kegiatan Mahasiswa Seni TITIK yang telah memberikan banyak pengalaman selama kuliah.

MOTTO

"... Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan." (terjemahan surat Al-mujadilah Ayat 11)¹⁾

"When you believe, your mind will find way to do"
(David J. Schwartz)²⁾

¹⁾Departemen Agama Republik Indonesia. 1999. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: CV. Asy_Shyfa'.

²⁾David J. Schwartz. 1959. *The Magic of Thinking Big*. Publisher: Wilshire Book Co, Chatsworth, California.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Ginanjar

Nim : 121810101017

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Optimasi Waktu Penyelesaian Pesanan Khusus Produksi Gitar Accoustic Pada CV. Butanza Banyuwangi Dengan Kombinasi Metode Pert Dan Cpm” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2016

Yang menyatakan,

Ahmad Ginanjar

NIM. 121810101017

SKRIPSI

**OPTIMASI WAKTU PENYELESAIAN PESANAN KHUSUS PRODUKSI
GITAR ACCOUSTIC PADA CV. BUTANZA BANYUWANGI DENGAN
KOMBINASI METODE *PERT* DAN *CPM***

Oleh

Ahmad Ginanjar

NIM 121810101017

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Kusbudiono, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : M Ziaul Arif, S.Si., M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Optimasi Waktu Penyelesaian Pesanan Khusus Produksi Gitar Accoustic Pada CV. Butanza Banyuwangi Dengan Kombinasi Metode Pert Dan Cpm” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Kusbudiono, S.Si., M.Si.

M Ziaul Arif, S.Si., M.Sc.

NIP. 197704302005011001

NIP. 198501112008121002

Penguji 1,

Penguji 2,

Drs. Rusli Hidayat, S.Si., M.Si.

Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si

NIP. 196610121993031001

NIP. 197407192000121001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, PH.D

NIP. 196102041987111001

RINGKASAN

Kerumitan yang timbul dalam proses produksi pada pesanan khusus menimbulkan masalah yang cukup besar, yaitu ketidakmampuan perusahaan menyelesaikan sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Dalam proses produksi pada pesanan khusus tersebut, waktu pengerjaan dan penyelesaian merupakan hal yang perlu diperhatikan secara khusus. Jika proses produksi diselesaikan lebih lambat dari waktu yang telah dijadwalkan, maka berarti akan menyebabkan penambahan biaya.

CV. BUTANZA adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam pembuatan dan penjualan gitar *acoustic*, bass *acoustic* serta kecruk. CV. BUTANZA bertempat di kota Banyuwangi JL.KH.HARUN Jawa Timur Indonesia. Setiap harinya CV. BUTANZA memproduksi gitar *acoustic*, bass, dan kecruk dengan berbagai macam jenis. Proses produksi juga masih menggunakan cara tradisional, sehingga proses penyelesaian produksi sering tidak sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Proses produksi yang selesai di luar batas waktu yang telah direncanakan akan memakan biaya di luar anggaran. Oleh karena itu diperlukan analisis optimalisasi durasi proyek sehingga dapat diketahui berapa lama suatu proyek tersebut diselesaikan dan mencari adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek.

Program Evaluation And Review Technique (PERT) dan *Critical Path Method (CPM)* dapat digunakan oleh perusahaan untuk mencapai efisiensi. Kedua macam teknik tersebut membagi suatu program (aktivitas induk) menjadi tugas-tugas yang lebih kecil dalam suatu jaringan dan jalur kerja, dimana ketergantungan aktivitas yang berurutan dan penentuan waktu dapat dikelola dengan baik, sehingga tercapai efisiensi.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu dimulai dengan mengumpulkan berbagai literatur dan data-data yang diperlukan. Langkah kedua adalah mengolah data yang telah diperoleh dengan cara penentuan urutan kegiatan.

Langkah ketiga adalah menggambar diagram jaringan yaitu untuk mengetahui untuk mengetahui jaringan yang menunjukkan sifat kritis pada proses produksi. Langkah keempat adalah penyelesaian dengan metode PERT dan CPM yaitu dengan cara menetapkan perkiraan waktu setiap aktivitas, menghitung jalur kritis, menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek. Langkah kelima adalah pembuatan program berupa suatu aplikasi dalam hal ini aplikasi yang digunakan adalah *software* MATLAB. Langkah keenam adalah analisis hasil yaitu dengan melakukan analisa terhadap hasil penelitian yang diperoleh dan memberikan pembahasan yang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan. Langkah terakhir yaitu kesimpulan hasil dari langkah inilah yang akan menghasilkan kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh dugaan waktu penyelesaian produksi gitar *accoustic* CV. Butanza sejumlah 300 yaitu 339 jam dengan waktu libur dalam sebulan ada 4 hari maka waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 37 – 38 hari. Sedangkan di CV. Butanza untuk menyelesaikan 300 gitar memakan waktu 54 hari.

Sedangkan kegiatan yang tidak boleh ditunda adalah kegiatan kritis yaitu kegiatan A-J-K-N-O-P-V-W-X-Y-Z-a-b-c-d, dan waktu dalam penyelesaian proses produksi gitar *accoustic* CV. Butanza Banyuwangi selama 339 jam dengan probabilitas yaitu 86,86%.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Optimasi Waktu Penyelesaian Pesanan Khusus Produksi Gitar Accoustic Pada CV. Butanza Banyuwangi Dengan Kombinasi Metode Pert Dan Cpm” ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, para sahabat, dan umat pengikutnya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata1(S1) di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala pertolongan, kasih sayang, kedamaian hati dan fikiran serta nikmat yang tiada tara sampai detik ini;
2. Ayahanda Alm. Kaderi dan ibunda Masriah tercinta yang sabar mendidik, membimbing, memberi doa, kasih sayang, dan dukungan yang luar biasa yang selalu bisa saya rasakan setiap saat serta menjadi motivasi utama dalam hidup saya untuk berjuang sampai saat ini;
3. Saudara saya Rumiati, Widartik, Nuriyati yang selalu memberikan doa dan dukungan serta menjadi motivasi saya juga untuk terus berjuang sampai saat ini;
4. Bapak Kusbudiono, S.Si., M.Siselaku Dosen Pembimbing Utama dan bapak M Ziaul Arif, M.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing saya dalam penulisan skripsi ini dengan sangat sabar, tulus dan perhatian;
5. Bapak Drs. Rusli Hidayat, M.Sc selaku dosen penguji 1 dan Bapak Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si, M.Si selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran membangun untuk skripsi ini;

6. Imroatul Mufidah, S.Si yang telah memberikan dukungan dan saran penulisan serta membntu banyak hal dalam penyusunan skripsi ini;
7. Keluarga besar anggota UKMS Titik FMIPA yang telah memberi dukungan dan mengajarkan saya arti sebuah *loyalitas*;
8. Saudara-saudara Bathics'12 dan MAHO Bathics'12 yang setiap malam menemani saya untuk mengerjakan skripsi ini;
9. Crew Cakwang008 dan crew Rame-rame cafe yang telah memberi banyak pengalaman dan dukungan selama ini;
10. Teman-teman KKN 22 Sumberbulus yang sudah memberikan rasa kebersamaan dan pegalaman baru kepada saya;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis telah berusaha sebatas kemampuan untuk menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak terlepas dari kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat harapkan guna penyempurnaan tugas akhir ini. akhirnya, penulis berharap semoga tulisan sederhana ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Desember 2016

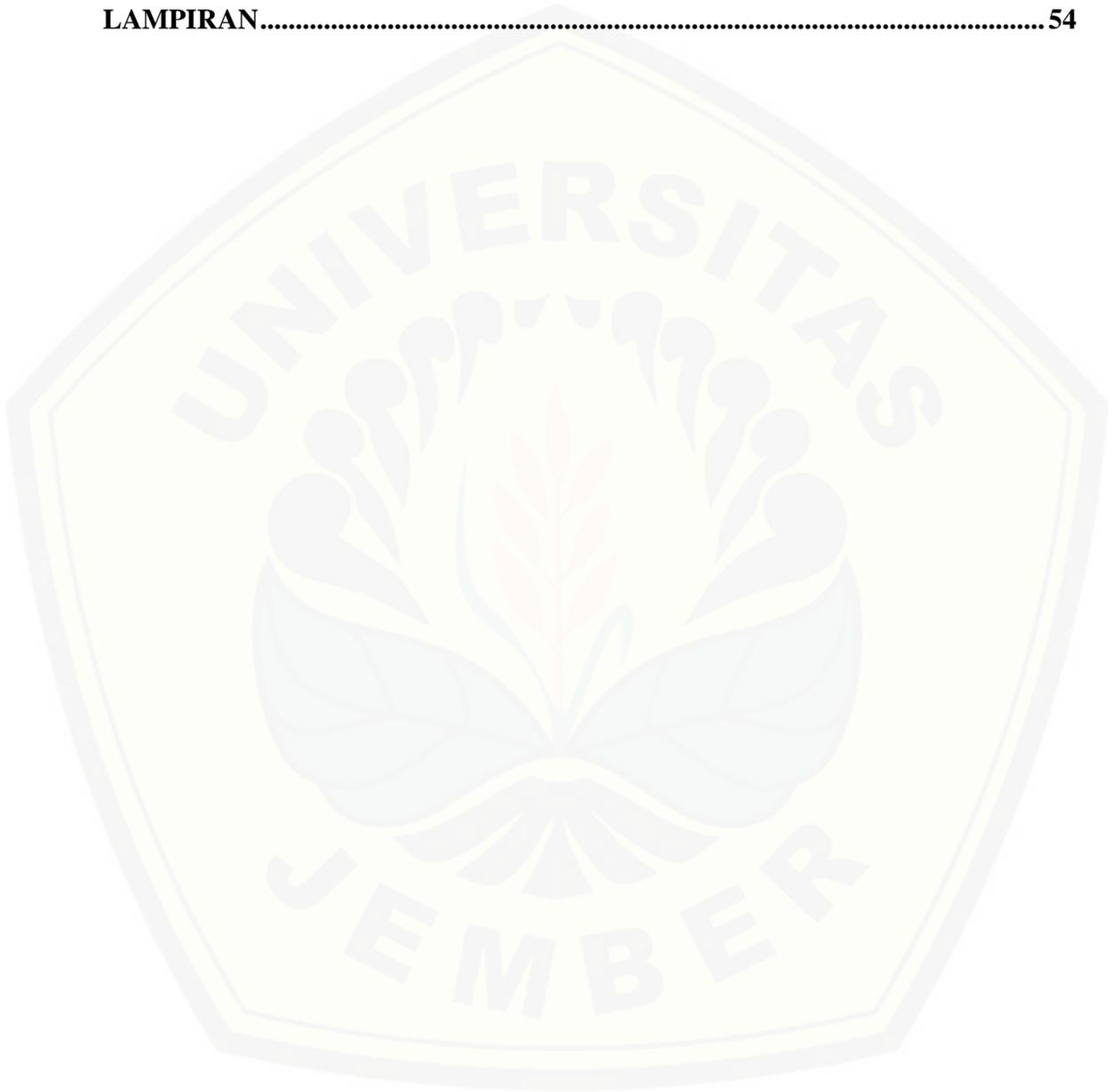
Ahmad Ginanjar

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	3
1.1 Latar Belakang Masalah	3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Morfologi Gitar Accoustic.....	6
2.2 Sejarah Perusahaan dan Urutan Proses Produksi Pesanan Khusus Gitar Accoustic CV. Butanza	5

2.3 Pengertian PERT	6
2.4 Perkiraan waktu	7
2.4.1 Kurva distribusi dan variabel a, b, dan m	7
2.4.2 Kurva distribusi pada kurun waktu yang diharapkan (t).....	8
2.4.3 Standar Deviasi dan Variansi.....	8
2.5 Jaringan kerja (Network planning)	9
2.6 Konsep CPM (Critical Path Method/Metode Jalur Kritis)	15
2.6.1 Perhitungan Waktu	15
3.6.2 Lintasan Kritis.....	18
BAB 3. METODE PENELITIAN	19
3.1 Data Penelitian	19
3.2 Langkah-langkah Penelitian	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Proses Produksi Gitar Accoustic	23
4.2 Rencana Proses Pembuatan Gitar Accoustic	28
4.3 Perhitungan Waktu Rata-rata dan Variansi PERT	30
4.4 Menentukan Jalur Kritis	33
4.4.1 Perhitungan Jalur Kritis Metode CPM (Perhitungan Biasa).....	33
4.4.2 Menentukan Jalur Kritis Dengan Lintasan Terpanjang	43
4.5 Probabilitas Waktu Penyelesaian Produksi Gitar Accoustic Butanza ..	44
4.6 Peyelesaian Dengan Program	47
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52

5.2	Saran	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN.....	54



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 jaringan kerja pada titik AON dan AOA.....	12
4.1 Urutan proses pembuatan gitar <i>Accoustic</i>	28
4.2 Perhitungan waktu <i>a,m,b</i>	29
4.3 Rata-rata dan variansi.....	32
4.4 Perhitungan Waktu Paling Awal Dan Waktu Paling Lambat Untuk Masing-Masing Kegiatan.....	41
4.5 menentukan jalur kritis.....	43
4.6 Rata-Rata Dan Variansi Kegiatan Kritis.....	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kurva Distribusi Asimetris (beta) dengan a, b dan m.....	6
2.2 Aktifitas A pendahuluan aktifitas B dan B pendahuluan aktifitas C.....	10
2.3 Aktifitas A dan B merupakan pendahuluan C.....	10
2.4 Aktifitas A dan B merupakan Pendahuluan C dan D.....	10
2.5 Aktifitas B merupakan pendahuluan aktifitas C dan D.....	10
2.6 Gambar salah bila aktifitas A,B dan C mulai dan selesai pada..... aktifitas yang sama.....	11
2.7 Aktifitas A,b dan C mulai dan selesai pada kejadian yang sama.....	11
3.1 Kerangka Pemikiran.....	18
4.1 Bagian gitar	23
4.2 Bridge	25
4.3 Kegiatan Pembuatan Cetakan Bod.....	25
4.4 Body Top Yang Sudah Ditemplei Braces	27
4.5 Probabilitas Penyelesaian Produksi Gitar Accoustic Butanza dengan	
targetwaktu 339 jam.....	48
4.6 Tampilan Program Metode PERT dan CPM	49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Diagram Jaringan Kerja Proses Pembuatan Gitar <i>Acoustic</i>	
CV. Butanza	54
B. Rata-Rata Dan Variansi Estimasi Waktu PERT Pada Proses	
Pembuatan Gitar <i>Acoustic</i> CV. Butanza.....	55
C. Nilai EST Dan EFT Digambarkan Dalam Kurung Secara	
Bersamaan	56
D. Nilai LST Dan LFT Digambarkan Dalam Kurung Secara	
Bersamaan	57
E. Diagram Jaringan Kerja Proses Pembuatan Gitar <i>Acoustic</i> CV.	
Butanza Lintasan Kritis Ditunjukkan Oleh Arah Panah Tebal	58

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Setiap perusahaan dibangun dengan tujuan yang sama yaitu memperoleh keuntungan/laba. Dalam mencapai tujuan tersebut perusahaan harus menjalankan kinerjanya dengan efisien dan menggunakan tenaga kerja dengan maksimal. Sebuah perusahaan baik perusahaan manufaktur maupun perusahaan jasa umumnya dibagi atas beberapa fungsi, yaitu salah satunya adalah fungsi produksi. Dalam proses produksi perusahaan memerlukan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian karena menyangkut berbagai macam aktivitas. Perusahaan perlu melakukan pengendalian manajemen dan operasional yang dilaksanakan secara bersama-sama, karena keduanya akan saling melengkapi dan mendukung antara yang satu dengan yang lainnya.

Kerumitan yang timbul dalam proses produksi pada pesanan khusus menimbulkan masalah yang cukup besar, yaitu ketidak mampuan perusahaan menyelesaikan sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Dalam proses produksi pada pesanan khusus tersebut, waktu pengerjaan dan penyelesaian merupakan hal yang perlu diperhatikan secara khusus. Jika proses produksi diselesaikan lebih lambat dari waktu yang telah dijadwalkan, maka berarti akan menyebabkan penambahan biaya.

CV. BUTANZA adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam pembuatan dan penjualan gitar *acoustic*, bass *acoustic* serta kecruk. CV. BUTANZA bertempat di kota Banyuwangi JL. KH.HARUN Jawa Timur Indonesia. Setiap harinya CV. BUTANZA memproduksi gitar *acoustic*, bass, dan kecruk dengan berbagai macam jenis. Proses produksi juga masih menggunakan cara tradisional, sehingga proses penyelesaian produksi sering tidak sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Proses produksi yang selesai di luar batas waktu yang telah direncanakan akan memakan biaya di luar anggaran. Oleh karena itu diperlukan analisis optimalisasi

durasi proyek sehingga dapat diketahui berapa lama suatu proyek tersebut diselesaikan dan mencari adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek.

Program Evaluation And Review Technique (PERT) dan *Critical Path Method (CPM)* dapat digunakan oleh perusahaan untuk mencapai efisiensi. Kedua macam teknik tersebut membagi suatu program (aktivitas induk) menjadi tugas-tugas yang lebih kecil dalam suatu jaringan dan jalur kerja, dimana ketergantungan aktivitas yang berurutan dan penentuan waktu dapat dikelola dengan baik, sehingga tercapai efisiensi.

Metode analisis pada penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Widada (2004) dalam “Analisis *PERT* Dan *CPM* Untuk Pesanan Khusus Pada CV. Batik Surya Kencana Yogyakarta”. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu yang diharapkan bagi penyelesaian seluruh aktivitas pekerjaan tersebut adalah 159,5 jam. Penelitian yang dilakukan oleh Retno Maharesi (2002) dalam “Penjadwalan Proyek Dengan Menggabungkan Metode *PERT* dan *CPM*”, menyatakan bahwa problem penjadwalan aktivitas proyek dapat diminimalkan dengan memaksimalkan penggunaan informasi yang relevan untuk estimasi durasi waktu setiap kegiatan. Penelitian dengan metode *PERT* dan *CPM* juga dilakukan oleh Sandyavitri (2008) dalam “Optimasi Waktu Penyelesaian Proses Pembudidayaan Jamur Tiram Dengan Menggunakan Metode *PERT/CPM*”. Hasil analisis menunjukkan bahwa dugaan waktu penyelesaian pembudidayaan jamur tiram yaitu 1755 jam atau sekitar 71-72 hari. Waktu dalam penyelesaian proses pembudidayaan jamur tiram selama 1755 jam dengan probabilitas yaitu 71,23%.

Dengan latar belakang di atas, maka penulis memiliki judul “Optimasi Waktu Penyelesaian Pesanan Khusus Produksi Gitar *Acoustik* Pada Cv. Butanza Banyuwangi Dengan Kombinasi Metode *Pert* Dan *Cpm*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka penulis merumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

- a. Berapa waktu yang diharapkan bagi penyelesaian aktivitas pekerjaan dalam produksi pesanan khusus 300 gitar ?
- b. Apa saja aktivitas yang tidak dapat ditunda dalam penyelesaian pesanan khusus tersebut?
- c. Berapa probabilitas untuk penyelesaian proses produksi gitar *acoustic* CV. Butanza dengan menggunakan metode PERT dan CPM.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini penulis melakukan studi kasus pada CV. BUTANZA yang berlokasi di kota Banyuwangi JL. KH. HARUN Jawa Timur Indonesia. Perusahaan tersebut memiliki berbagai produk antara lain adalah gitar acoustic, bass acoustic, dan kecruk. Penelitian ini membatasi masalah pengerjaan salah satu pesanan khusus yaitu produksi gitar acoustic pada CV. BUTANZA tersebut.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

- a. Waktu yang diharapkan bagi penyelesaian aktivitas pekerjaan dalam produksi pesanan khusus 300 gitar.
- b. Aktivitas-aktivitas apa yang tidak dapat ditunda dalam penyelesaian pesanan khusus tersebut.
- c. Probabilitas untuk penyelesaian proses produksi gitar *acoustic* CV. Butanza dengan menggunakan metode PERT dan CPM.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Hasil penelitian ini diharapkan berguna sebagai pertimbangan dalam melakukan manajemen produksi di CV. BUTANZA.

- b. Penelitian ini diharapkan dapat menambah bahan referensi dan sumber informasi penelitian selanjutnya.
- c. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan.

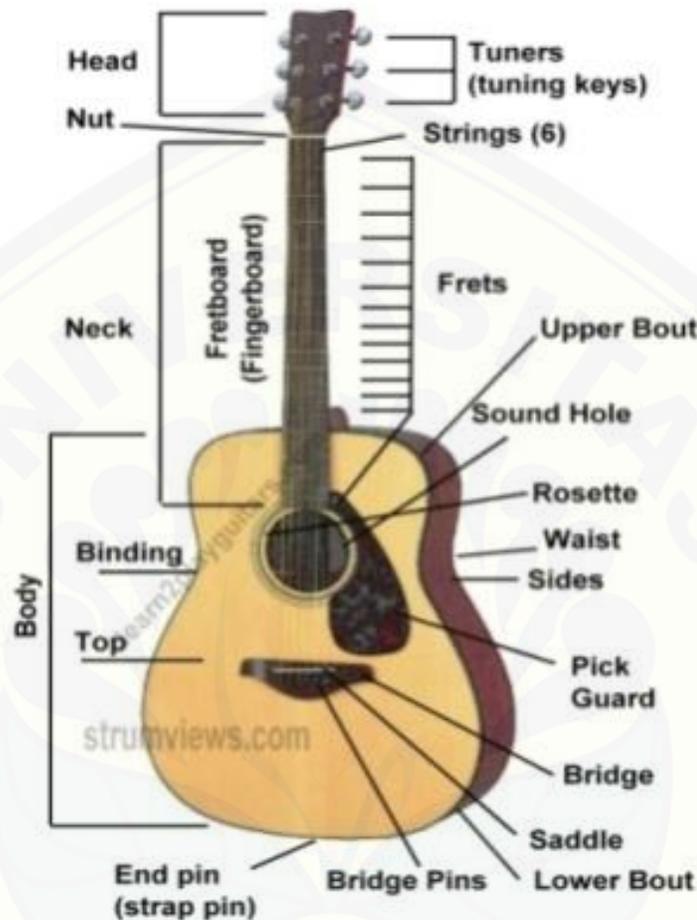


BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Gitar Acoustic

Gitar adalah sebuah alat musik berdawai yang dimainkan dengan cara dipetik, umumnya menggunakan jari maupun plektrum. Gitar terbentuk atas sebuah bagian tubuh pokok dengan bagian leher yang padat sebagai tempat senar yang umumnya berjumlah enam didempetkan. Beberapa gitar modern dibuat dari material polikarbonat. Secara umum, gitar terbagi atas 2 jenis yaitu *acoustic* dan elektrik. Gitar *acoustic* memiliki bagian badan yang berlubang (*hollow body*) dan dapat menghasilkan suara yang relatif cukup keras tanpa penguatan elektrik. Tubuh gitar *acoustic* terdiri dari tiga bagian utama yaitu kepala, leher dan badan. Pada bagian kepala terdapat mesin penala dawai. Dawai gitar yang berjumlah enam utas masing-masing diikatkan pada enam buah pasak yang merupakan bagian dari mesin penala. Bagian leher terdapat di antara kepala dan badan. Bagian muka leher yang masuk hingga kira-kira seperempat papan muka dari badan gitar, merupakan papan jari yang memiliki 19 pembatas dari logam yang dikenal dengan sebutan *fret*. Fungsinya adalah untuk memproduksi tingkat ketinggian nada yang berbeda dengan jalan menempatkan jari-jari pada ruang-ruang di antara logam-logam fret. Bagian badan gitar berfungsi sebagai tabung resonator untuk memperbesar bunyi yang dihasilkan oleh getaran dawai. Papan muka pada badan gitar yang disebut juga sebagai papan suara. Pada papan suara terdapat lobang suara untuk mengeluarkan hasil produksi bunyi. Pada dasarnya bunyi gitar dihasilkan oleh getaran dawai-dawai yang terentang di antara batang penyanggah dawai yang merupakan pembatas antara kepala dan leher (disebut nut) dengan gading pembatas (disebut bridge) pada pangkal pengikat dawai di atas papan suara (disebut base). Berikut adalah contoh gambar nama bagian-bagian yang ada di gitar *acoustic*.

THE ACOUSTIC GUITAR



Garmbar 4.1 Bagian gitar

2.2 Sejarah Perusahaan dan Urutan Proses Produksi Pesanan Khusus Gitar Accoustic CV. Butanza

Pada tahun 1985 bapak Suwarno mendirikan suatu usaha yang berbentuk usaha rumah tangga. Usaha tersebut bergerak dalam bidang produksi alat musik seperti gitar dan bass. Dalam operasionalnya, bapak Suwarno sebagai pemilik usaha menyediakan bahan baku yang diperlukan dalam pembuatan gitar, sedangkan proses pembuatan gitar dilakukan karyawan bagian produksi. Tenaga kerja bagian produksi berasal dari sekitar daerah banyuwangi kota. dalam perkembangannya, usaha produksi

gitar Butanza tersebut mengalami kemajuan. Permintaan produk gitar meningkat dan mendapatkan respon yang baik dari konsumen. Sehingga bentuk usaha sekarang menjadi *Commanditaire Vennootschop* (CV). Saat ini total karyawan bagian produksi ada 8 orang, setiap harinya karyawan mulai bekerja mulai jam 07.00 wib sampai 17.00 wib sedangkan hari libur karyawan adalah hari minggu.

2.3 Pengertian *PERT*

Teknik evaluasi dan ulasan program (cukup dikenal sebagai *program evaluation and review technique* atau *PERT*) merupakan suatu metode yang digunakan untuk perencanaan dan penjadwalan dalam melakukan kegiatan. Pada kegiatan yang dilakukan bergantung pada kegiatan sebelum atau sesudahnya, sehingga dapat membantu dalam:

- a. Perencanaan pada kegiatan yang komponennya banyak, agar terselesaikan dengan baik.
- b. Jadwal setiap kegiatan dalam urutan tertentu.
- c. Menentukan probabilitas dalam menyelesaikan suatu kegiatan.

Metode *PERT* bertujuan untuk menentukan batas waktu terakhir dalam penggunaan waktu yang telah ditetapkan, agar sesuai dengan perencanaan dan penjadwalan yang memungkinkan tidak melibatkan optimasi secara langsung (Hiller dan Liebermann, 1994:371).

Rangka pikiran *PERT* dan *CPM* keduanya mengikuti enam langkah dasar:

- a. Mengidentifikasi proyek dan menyiapkan struktur pecahan kerja,
- b. Membangun hubungan antara kegiatan, memutuskan kegiatan mana yang harus terlebih dahulu dan mana yang mengikuti yang lain,
- c. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan kegiatan,
- d. Menetapkan perkiraan waktu dan untuk tiap kegiatan,
- e. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Ini yang disebut jalur kritis,
- f. Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

2.4 Perkiraan waktu

Metode *PERT*, menggunakan tiga perkiraan kurun waktu untuk masing-masing kegiatan adalah sbagai berikut :

a. Waktu dengan optimis

Dinotasikan dengan a , merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas jika tidak terjadi kesalahan pada pelaksanaan aktifitas atau semua hal berlangsung dengan lancar.

b. Waktu dugaan paling mungkin

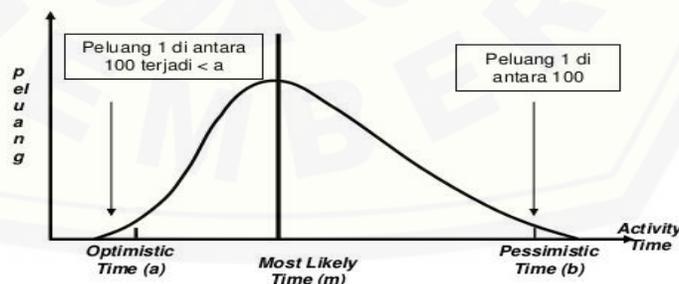
Dinotasikan dengan m , yaitu waktu yang paling sering terjadi bila aktifitas dilakukan berulang.

c. Waktu dugaan pesimis

Dinotasikan dengan b , yaitu waktu yang dibutuhkan bila terjadi kesalahan pada pelaksanaan aktifitas yang bersangkutan (Imam Suharto, 1999).

2.4.1 Kurva distribusi dan variabel a , b , dan m

Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti dari a , b , dan m . Kurun waktu yang menghasilkan puncak pada kurva adalah m , yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi. Angka a dan b terletak (hampir) di ujung kiri dan kanan dari kurva distribusi, yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan. Kurva distribusi pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut kurva beta (asimetris). Seperti gambar di bawah ini



Gambar 2.1 Kurva Distribusi Asimetris (beta) dengan a , b dan m

2.4.2 Kurva distribusi pada kurun waktu yang diharapkan (t)

Setelah menentukan estimasi angka a , m , dan b selanjutnya merumuskan hubungan ketiga angka diatas menjadi satu angka yaitu kurun waktu yang diharapkan atau t (*expected duration time*). Untuk menentukan t memakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimis (a) dan pesimis (b) adalah sama, sedangkan jumlah kemungkinan terjadi estimasi yang paling mungkin (m) adalah empat kali dari kedua peristiwa di atas. Dengan estimasi waktu optimis dan pesimis, dipandang mencakup setiap estimasi waktu kegiatan yang mungkin sehingga estimasi paling mungkin (m) tidak selalu bersesuaian dengan titik tengah, $\frac{a+b}{2}$ dapat terjadi di sisi kiri atau di sisi kanan. Oleh karena itu, waktu pada tiap kegiatan dapat mengikuti beta dengan titik unimodal yang terjadi di m dan titik-titik di a dan b . Titik tengah ($a + b$) diasumsikan memiliki bobot setengah dari titik paling mungkin (m). Jadi, t adalah rata-rata aritmatika dari $\frac{a+b}{2}$ dan $2m$, padahal t adalah rata-rata (waktu yang diharapkan) sehingga didapatkan rumus :

$$t = \frac{\frac{a+b}{2} + 2m}{3}$$

$$t = \frac{a + 4m + b}{6} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan :

a = kurun waktu optimis,

b = kurun waktu pesimis,

m = kurun waktu yang paling mungkin.

(Imam Soeharto, 1999:270)

2.4.3 Standar Deviasi dan Variansi

Estimasi kurun waktu kegiatan metode *PERT* memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang relatif lebih mudah. Rentang waktu ini menandai derajat ketidak pastian berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Untuk

mengetahui berapa besarnya ketidak pastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b . Dengan demikian, terdapat perbedaan antara waktu a dan waktu b menggambarkan jarak dari ujung sebelah kiri ke ujung sebelah kanan pada distribusi waktu kegiatan. Jarak ± 3 standar deviasi, nilai ekstrim dari sekian banyak sebaran peluang (seperti sebaran normal) diperkirakan pada daerah di sekitar tiga kali standar deviasi dari nilai tengahnya, sehingga terdapat sekitar enam kali standar deviasi antara kedua nilai ekstrim sebarannya, sehingga angka standar deviasi dari suatu kegiatan adalah :

$$\text{Standar deviasi } \sigma = \frac{1}{6}(b - a) \dots\dots\dots (2.2)$$

Apabila, standar deviasi pada masing-masing kegiatan dikuadratkan akan mendapatkan variansi, sehingga didapat rumus sebagai berikut :

$$\text{Variansi } (v) = \sigma^2 = \left[\frac{1}{6}(b - a) \right]^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

(Imam Soeharto, 1999:272)

Metode *PERT* digunakan pada suatu kegiatan yang waktunya tidak bisa dipastikan, misalnya kegiatan tersebut memiliki variansi waktu yang besar. Metode *PERT* terdiri dari adanya peristiwa yang saling menyusul. Dengan kata lain *PERT* berorientasikan peristiwa yang memungkinkan adanya ketidakpastian, misalnya untuk mengukur probabilitas penyelesaian pada waktu yang telah ditentukan. Cara penggambaran metode *PERT* dalam diagram jaringan kerja menggunakan diagram anak panah AOA (*activity on arrow*).

2.5 Jaringan kerja (Network planning)

Jaringan kerja pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan dalam diagram jaringan. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan

dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila aktifitas sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu jaringan adalah sebagai berikut :

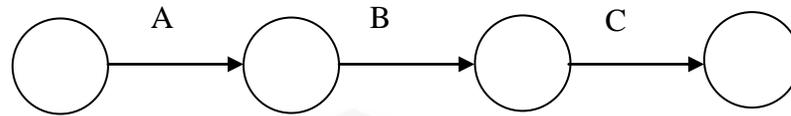
- a. \rightarrow (anak panah/busur), menyatakan sebuah aktifitas yang dibutuhkan oleh proyek. Aktifitas ini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan *duration* (jangka waktu tertentu). Tidak ada skala waktu, anak panah hanya menunjukkan awal dan akhir suatu aktifitas.
- b. \bigcirc (lingkaran/node) menyatakan suatu kejadian atau peristiwa.
- c. $-\rightarrow$ (anak panah terputus-putus), menyatakan aktifitas semu (*dummy activity*). *Dummy* ini tidak mempunyai durasi waktu, karena tidak menghabiskan *resource* (hanya membatasi mulainya aktifitas). Bedanya dengan aktifitas biasa adalah aktifitas *dummy* tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu aktifitas dan biasa sama dengan nol.
- d. \Rightarrow (anak panah tebal), menyatakan aktifitas pada lintasan kritis.

Dalam menggunakannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikut aturan-aturan sebagai berikut :

- a. Diantara dua kejadian yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah
- b. Nama satu aktifitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomer kejadian
- c. Aktifitas harus mengalir dari kejadian bernomer rendah ke kejadian bernomer tinggi
- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*intial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*terminal event*).

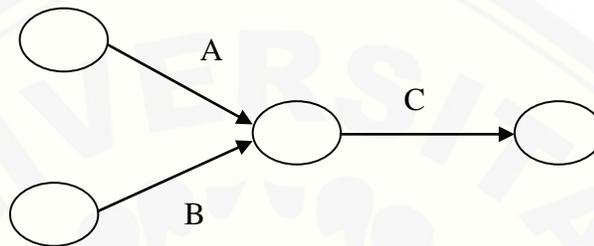
Adapun logika ketergantungan aktifitas-aktifitas itu dapat dinyatakan sebagai berikut :

- a. Jika aktifitas A harus diselesaikan dahulu sebelum aktifitas B dapat dimulai dan aktifitas C dimulai setelah aktifitas B selesai, digambarkan :



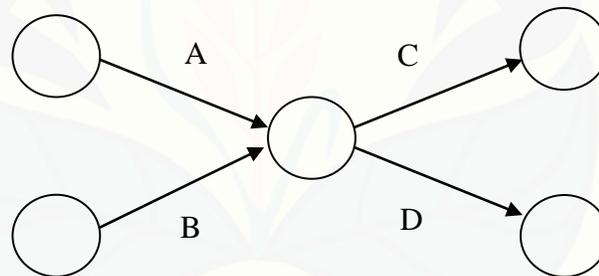
Gambar 2.2Aktifitas A pendahulu aktifitas B dan B pendahulu aktifitas C

- b. Jika aktifitas A dan B harus selesai sebelum aktifitas C dapat dimulai, digambarkan :



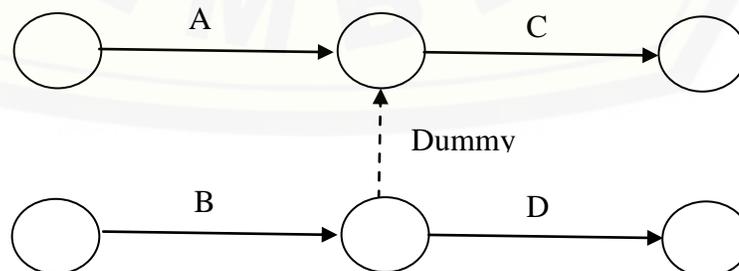
Gambar 2.3Aktifitas A dan B merupakan pendahulu aktifitas C

- c. Jika aktifitas A dan B harus dimulai sebelum aktifitas C dan D, digunakan :



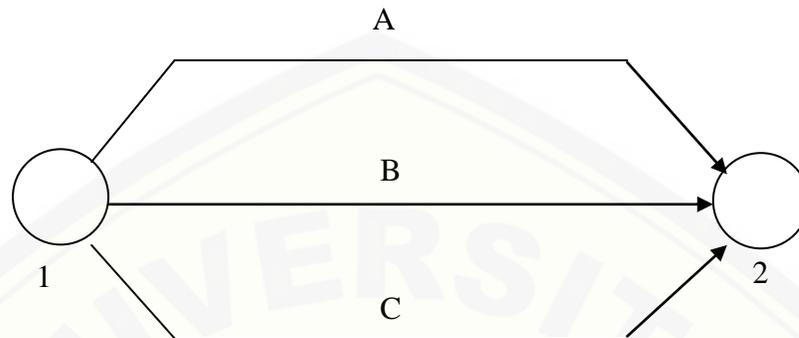
Gambar 2.4 Aktifitas A dan B merupakan pendahulu C dan D

- d. Jika aktifitas A dan B harus selesai sebelum aktifitas C dapat dimulai, tetapi D sudah dapat dimulai bila aktifitas B sudah selesai, digambarkan :



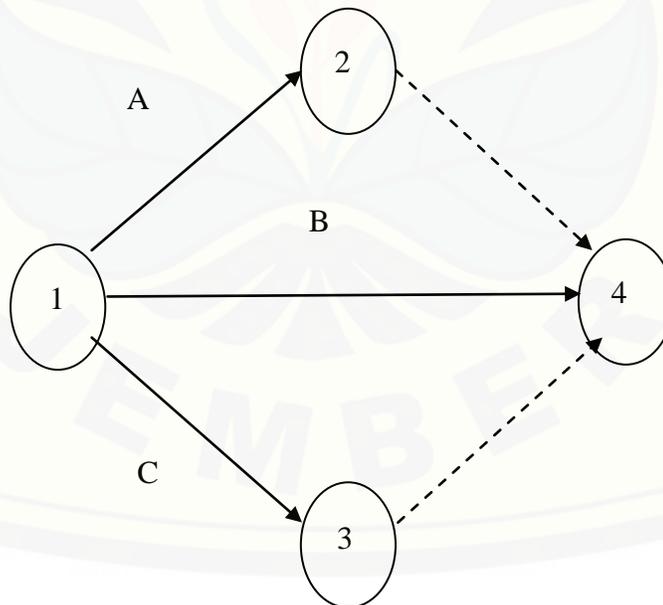
Gambar 2.5 Aktifitas B merupakan pendahulu aktifitas C dan D

- e. Jika aktifitas A,B dan C mulai dan selesai pada lingkaran aktifitas yang sama, maka tidak boleh menggambarkan sebagai berikut :

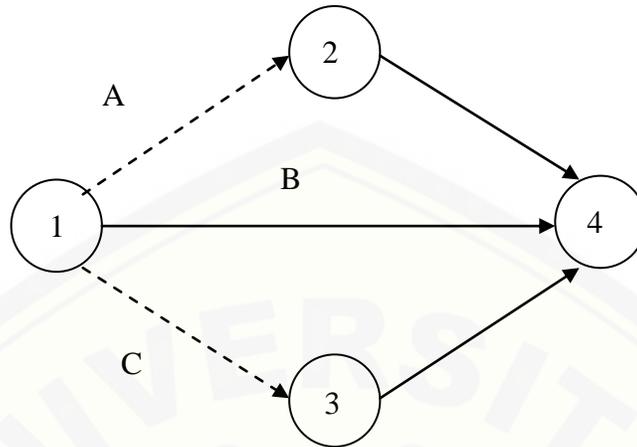


Gambar 2.6 Gambar salah bila aktifitas A,B, dan C mulai dan selesai pada aktifitas yang sama

Berdasarkan gambar diatas, bahwa aktifitas (1,2) adalah aktifitas A atau B atau C. Untuk membedakan ketiga aktifitas itu, maka masing-masing harus digambarkan dummynya, sebagai berikut :



atau

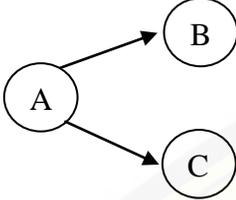
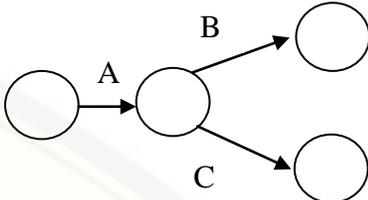
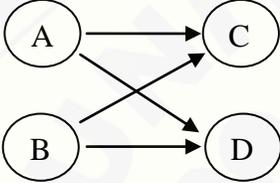
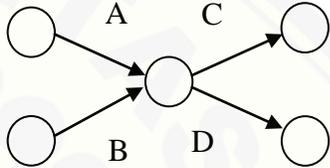
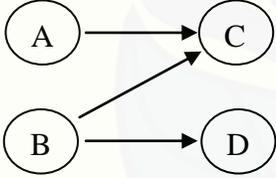
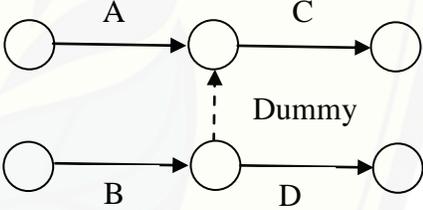
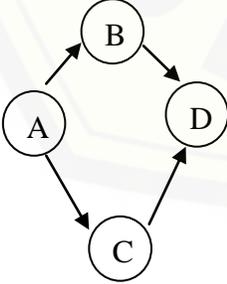
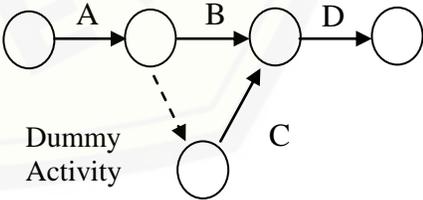


Gambar 2.7 Aktifitas A,B, dan C mulai dan selesai pada kejadian yang sama

Dalam tulisan yang dikutip dari tulisan Eka Dannyanti (2010), bahwa ada dua pendekatan untuk menggambarkan jaringan proyek, yaitu aktifitas pada titik AON (*activity on mode*) dan aktifitas pada panah AOA (*activity on arrow*). Pada pendekatan AON, titik menunjukkan aktifitas, sedangkan pada AOA, panah menunjukkan aktifitas.

Tabel 2.1 Jaringan Kerja Pada Titik AON dan AOA

Kegiatan pada titik (AON)	Arti dari kegiatan	Kegiatan pada panah (AOA)
	A datang sebelum B, yang datang sebelum C	
	A dan B keduanya harus diselesaikan sebelum C dapat dimulai	

Kegiatan pada titik (AON)	Arti dari kegiatan	Kegiatan pada panah (AOA)
	<p>B dan C tidak dapat dimulai sebelum A selesai</p>	
	<p>C dan D tidak dapat dimulai hingga A dan B keduanya selesai</p>	
	<p>C tidak dapat dimulai sebelum A dan B selesai, D tidak dapat dimulai sampai B selesai. kegiatan Dummy ditunjukkan pada AOA</p>	
	<p>B dan C tidak dapat dimulai hingga A selesai, D tidak dapat dimulai sebelum B dan C selesai, kegiatan Dummy ditunjukkan pada A</p>	

(P. Siagian, 1987).

2.6 Konsep CPM (Critical Path Method/Metode Jalur Kritis)

Metode *CPM* adalah suatu rangkaian kegiatan kritis yang menentukan jangka waktu penyelesaian secara keseluruhan. Suatu kegiatan disebut kritis apabila terjadi penundaan dimulainya kegiatan yang mengakibatkan tertundanya waktu penyelesaian secara keseluruhan. Sebaliknya, suatu kegiatan dikatakan non kritis apabila suatu kegiatan penundaan dimulainya secara keseluruhan, sebab kegiatan non kritis mempunyai waktu mengambang (*slack or float*) sehingga tidak mempengaruhi waktu penyelesaian secara keseluruhan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa jalur kritis merupakan rantai kegiatan kritis menghubungkan titik awalnya kegiatan dan titik akhirnya kegiatan dalam diagram anak panah atau suatu jalur terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis. Metode *CPM* menggunakan satu jenis taksiran waktu yakni waktu kegiatan tunggal atau disebut *deterministik* artinya waktu kegiatan dapat diduga secara terpercaya tanpa ketidakpastian sebab taksiran waktu selama pengerjaan dapat diketahui dengan baik atau penyimpangan relatif kecil. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *CPM* berorientasi kegiatan (*activities oriented*) akan menunjukkan pelaksanaan kegiatan dan beberapa lama waktu yang dibutuhkan. Cara penggambaran metode *CPM* dalam diagram jaringan kerja menggunakan pendekatan *activity on arrow* (AOA) atau anak panah pada suatu kegiatan Berikut ini.

2.6.1 Perhitungan Waktu

Langka pertama perhitungan waktu penyelesaian adalah pembentukan diagram jaringan kerja dengan aturan umum pembentukan jaringan yaitu dua lingkaran dapat dihubungkan secara langsung oleh satu anak panah. Setelah jaringan kerja dikerjakan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan waktu yang digunakan untuk setiap kegiatan. Waktu ini digunakan untuk menghitung dua nilai bagi setiap kegiatan, yaitu waktu paling awal (*earliest time*) dan waktu paling lambat (*latest time*).

Waktu paling awal untuk suatu kegiatan atau disebut dengan waktu paling cepat adalah waktu kegiatan terjadi apabila kegiatan sebelumnya dimulai seawal

mungkin. Perhitungan waktu paling awal dilakukan secara maju (*forward pass*) yaitu dimulainya kegiatan dari awal (dimulainya kejadian) sampai ke kegiatan akhir (berakhirnya kegiatan). Misalnya, kegiatan (i,j) menunjukkan kegiatan yang berlangsung dari kejadian ke- i menuju kejadian- j dan D_{ij} adalah kurun waktu kegiatan (ij) . Waktu paling awal kegiatan ada dua macam yaitu:

- a. Waktu paling awal dimulainya kegiatan atau *earliest start time* (EST) yang dirumuskan:

$$EST_j = \max \{ EST_i + D_{ij} \}, \text{ untuk semua kegiatan } (i,j) \text{ yang direncanakan.}$$

Jika $j = 0$ adalah kejadian awal, maka sebagai kesepakatan untuk perhitungan pada jalur kritis disebut $EST_0 = 0$.

Langkah-langkah perhitungan *earliest start time* (EST) adalah sebagai berikut:

Langkah 1 : carilah jalur yang dimulai dari kejadian ke- $j = 0$, sebagai awal perhitungan maju,

Langkah 2 : Tentukan waktu EST_j dengan menjumlahkan waktu kegiatan ke- (ij) dengan waktu EST_i , lanjutkan ke langkah 3 apabila jalur tersebut terdiri dari dua kegiatan atau ke langkah 4 apabila pada jalur tersebut terdiri dari satu kegiatan,

Langkah 3 : Pilih EST_j yang terbesar atau maksimal,

Langkah 4 : Ulangi langkah 2 dan langkah 3 sampai pada kegiatan terakhir.

- b. Waktu paling awal selesainya kegiatan atau *earliest finish time* (EFT) yaitu waktu dari keseluruhan kegiatan yang berakhir pada kejadian ke- i telah terselesaikan yang dirumuskan sebagai berikut:

$$EST_i = EST_i + D_{ij}, \text{ untuk semua kegiatan } (i,j) \text{ yang direncanakan.}$$

Waktu paling lambat suatu kegiatan atau disebut dengan waktu terlama adalah waktu terakhir suatu kegiatan yang terjadi tanpa penundaan penyelesaian secara keseluruhan. Perhitungan paling lambat dilakukan secara mundur (*backward pass*) yaitu perhitungan dimulainya dari akhir ($EFT = LFT$) menuju kegiatan awal (dengan

$EST = LST = 0$). Seperti perhitungan waktu paling awal, waktu paling lambat juga terdiri dari dua macam:

- a. Waktu paling lambat dimulainya suatu kegiatan atau *latest start time* (LST) dan rumusnya adalah sebagai berikut:

$$EST_i = EST_j - D_{ij}, \text{ untuk semua kegiatan } (i,j) \text{ yang direncanakan.}$$

Padahal, didapat bahwa waktu paling awal dan waktu paling lambat untuk kegiatan pada jalur kritis adalah sama.

- b. Waktu paling lambat selesainya suatu kegiatan yang diselesaikan atau *latest finish time* (LFT) yaitu waktu paling lama suatu kegiatan dapat dimulai tanpa menunda penyelesaian secara keseluruhan. Tujuannya untuk menentukan waktu paling lama untuk dapat mengetahui lamanya masing-masing kegiatan dapat ditunda tanpa memperlambat waktu yang sudah ditentukan.

Misalnya: Jika $i = n$ adalah kejadian akhir dari semua kegiatan maka didapat $LFT_n = EFT_n$ akan mengawali perhitungan mundur. Dengan demikian, didapat rumus sebagai berikut:

$$EFT_i = \min \{ EFT_j - D_{ij} \}, \text{ untuk semua kegiatan } (ij) \text{ yang direncanakan.}$$

Langkah-langkah perhitungan *latest start time* (LST) adalah sebagai berikut:

Langkah 1 : Jalur dimulai dari kejadian ke- $i = n$, sebagai awal perhitungan mundur,

Langkah 2 : Tentukan waktu LFT_j dengan mengurangkan waktu kegiatan ke- (ij) dengan waktu LFT_i , lanjutkan ke langkah 3 apabila jalur tersebut terdiri dari dua kegiatan/lebih atau ke langkah 4 apabila pada jalur tersebut terdiri dari satu kegiatan,

Langkah 3 : Pilih LFT_j yang terkecil atau minimal,

Langkah 4 : Ulangi langkah 2 dan langkah 3 sampai pada kegiatan terakhir (dimulainya kegiatan).

2.6.2 Lintasan Kritis

Setelah network suatu proyek digambarkan, langkah selanjutnya adalah mengestimasi waktu yang diperlukan oleh masing-masing aktivitas dan menganalisis seluruh diagram network untuk menentukan waktu terjadinya masing-masing kejadian.

Dengan network ini, bisa dicari berapa banyak kemungkinan terjadinya beberapa lintasan dari awal sampai akhir proyek dan menghitung panjang setiap lintasan yang terjadi. Lintasan terpanjang dalam sebuah jaringan inilah yang disebut lintasan kritis (*Critical Path*) (Hizer dan Render, 2005).

Kegunaan jalur kritis adalah untuk mengetahui aktivitas yang memiliki kepekaan sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian pekerjaan, atau disebut juga aktivitas kritis. Apabila aktivitas keterlambatan proyek, maka akan memperlambat penyelesaian proyek secara keseluruhan meskipun aktivitas lain tidak mengalami keterlambatan.

Menurut Badri (1997), Manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut :

- a. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaian
- b. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat
- c. Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di *trade off* (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan *crash* program (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang ditambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur
- d. Kelonggaran waktu (*time slack*) pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

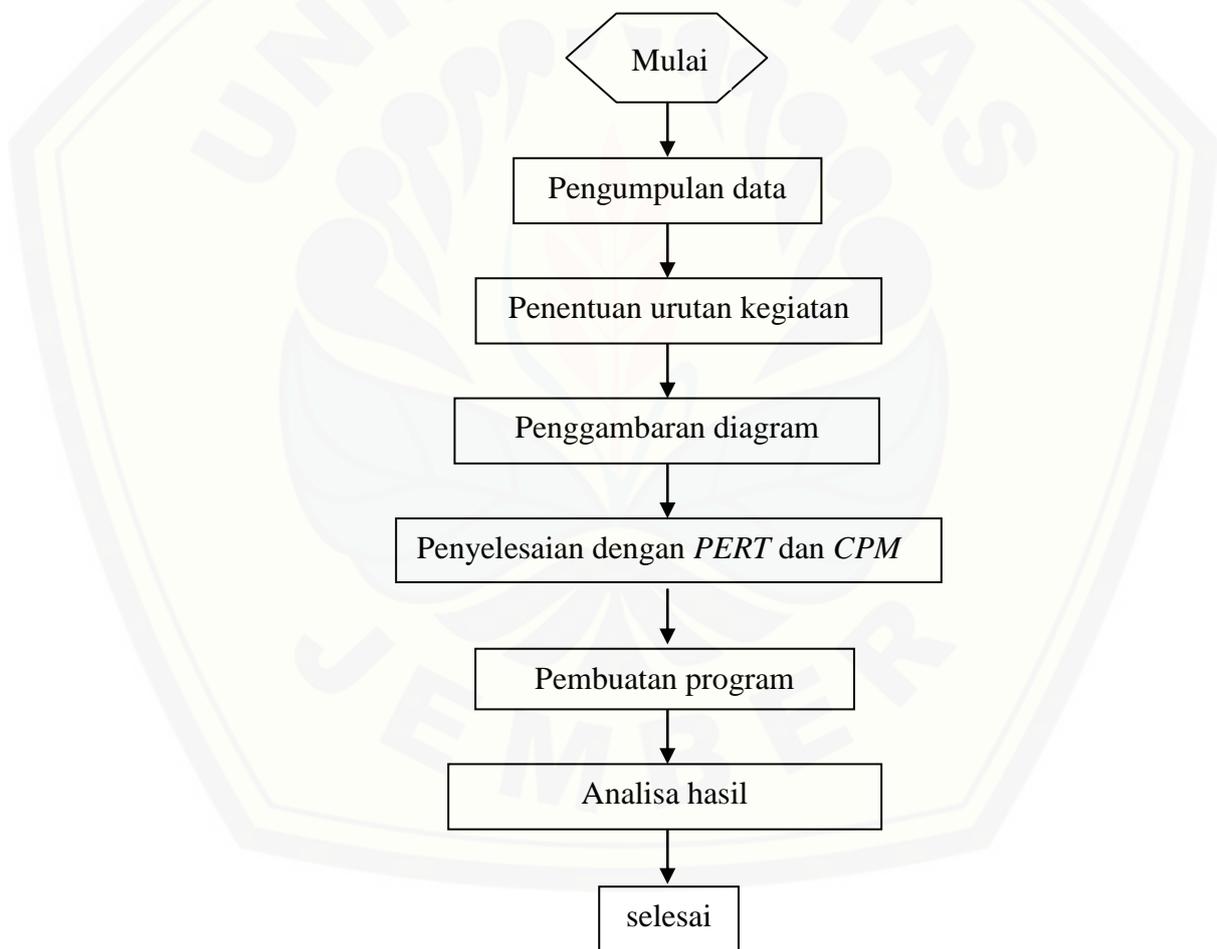
BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yaitu data yang diperoleh dengan peninjauan secara langsung ke perusahaan yang menjadi objek penelitian dan wawancara dengan pihak perusahaan baik pimpinan maupun karyawan.

3.2 Langkah-langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran

a. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan suatu proses pengadaan data primer untuk keperluan penelitian. Pengumpulan data adalah prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data. Pada penelitian ini metode pengumpulan data yang dipergunakan adalah wawancara. Wawancara yang dilakukan oleh penulis adalah dengan wawancara tidak terstruktur, yaitu wawancara yang bebas dimana peneliti tidak menggunakan pedoman wawancara yang telah tersusun secara sistematis dan lengkap. Pedoman wawancara yang digunakan hanya berupa garis besar permasalahan yang akan ditanyakan.

Wawancara tidak terstruktur ini digunakan dalam penelitian pendahuluan serta penelitian yang lebih mendalam. Pada penelitian pendahuluan, digunakan untuk mendapatkan informasi awal tentang obyek penelitian. Untuk mendapatkan data-data yang lebih lengkap, maka dilakukan wawancara kepada pihak-pihak yang mewakili berbagai tingkatan yang ada pada obyek.

Untuk melakukan wawancara, maka panduan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Produk yang akan diproduksi, yaitu yaitu produksi gitar Butanza.
2. Aktivitas-aktivitas yang diperlukan dalam pengerjaan produksi gitar Butanza dari permulaan sampai dengan selesainya secara keseluruhan.
3. Waktu yang diperlukan dari setiap aktivitas dalam proses produksi.
4. Urutan aktivitas-aktivitas untuk penyelesaian produksi gitar Butanza.
5. Keseluruhan waktu dalam proses produksi.
6. Biaya (*cost*) dari tenaga kerja untuk setiap aktivitas yang dilakukan.
7. Biaya dari bahan baku dan peralatan yang digunakan.
8. Metode *PERT* dan *CPM* dalam proses produksi.
9. Pengukuran efisiensi yang mempergunakan "*trade-off*" antara waktu dan biaya dalam proses produksi gitar Butanza.

b. Menentukan Urutan Kegiatan

Setelah data terkumpul langkah selanjutnya adalah menentukan urutan kegiatan. Dalam menentukan urutan kegiatan bisa diperlukan analisa yang lebih dalam setiap pekerjaan.

c. Penggambaran Diagram Jaringan

Diagram jaringan adalah suatu metode jaringan kerja yang mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis bagi proyek terutama pada aspek jadwal dan perencanaan. Dalam pengelolaan data tersebut diagram jaringan berfungsi untuk mengetahui jaringan yang menunjukkan sifat kritis pada proses produksi di CV. BUTANZA dan data yang digunakan dalam pembuatan diagram jaringan adalah data proses produksi di CV BUTANZA serta durasi waktu yang telah ditentukan.

d. Penyelesaian dengan *PERT* dan *CPM*

Langkah selanjutnya adalah penyelesaian dengan *PERT* dan *CPM*. Langkah-langkahnya adalah :

- 1) Menetapkan perkiraan waktu untuk setiap aktivitas.
- 2) Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Hal ini disebut jalur kritis.
- 3) Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

e. Pembuatan Program

Pembuatan program berupa suatu aplikasi dalam hal ini aplikasi yang digunakan adalah *software* MATLAB

f. Analisa Hasil

Tahap berikutnya adalah analisa yaitu dengan melakukan analisa terhadap hasil penelitian yang diperoleh dan memberikan pembahasan yang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan. Berikut merupakan beberapa data yang dilakukan dianalisis diantaranya adalah menganalisis jalur kritis yang terjadi pada proyek, menganalisis penambahan biaya pada saat waktu proses dipercepat.

g. Kesimpulan

Hasil dari langkah e akan menghasilkan kesimpulan yang akan menjawab rumusan masalah.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas hasil dari penyelesaian proses produksi gitar *acoustic* CV. Butanza menggunakan metode PERT dan CPM

4.1 Proses Produksi Gitar *Acoustic*

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik perusahaan berikut adalah proses produksi pesanan khusus gitar *acoustic* CV. Butanza dari awal hingga akhir kegiatan yang dilakukan.

- a. Kegiatan A adalah pemilihan bahan bakudan alat produksiyaitu menyiapkan alat yang dibutuhkan dalam produksi dan semua bahankayu yang nantinya akan di pilih-pilih lagi sesuai kebutuhan membuat gitar.
- b. Kegiatan B adalah pemilihan jenis kayu untuk neck yaitu proses pemilihan kayu untuk membuat neck , kayu untuk neck menggunakan kayu Maple.
- c. Kegiatan C adalah pemilihan jenis kayu untuk finger board yaitu proses pemilihan kayu untuk membuat finger board, kayu untuk finger board menggunakan kayu Rosewood.
- d. Kegiatan D adalah pemilihan jenis kayu untuk bridge yaitu proses pemilihan jenis kayu untuk membuat bridge, kayu untuk bridge menggunakan kayu Rosewood.
- e. Kegiatan E adalah pembuatan neck yaitu dengan cara memotong atau membentuk kayu yang telah di pilih dengan ukuran tinggi 1,5 cm.
- f. Kegiatan F adalah pembuatan finger board yaitu dengan cara memotong kayu yang telah di pilih dengan ukuran hampir sama dengan ukuran neck, finger board sendiri digunakan untuk tempat fret.
- g. Kegiatan G adalah pemasangan finger board ke neck yaitu dengan cara menempelkan dengan lem.

- h. Kegiatan H adalah pembuatan bridge yaitu dengan cara membentuk kayu tipis seperti pada gambar di bawah, bridge merupakan bagian dari gitar yang berfungsi untuk menempatkan senar dengan posisi yang benar.



Gambar 4.2 Bridge

- i. Kegiatan I adalah pemilihan jenis triplek untuk pembuatan body side yaitu proses memilih kayu untuk body side jenis kayu yang digunakan adalah meranti.
- j. Kegiatan J adalah pemilihan jenis triplek untuk pembuatan cetakan side yaitu proses pemilihan kayu untuk cetakan side jenis kayu yang digunakan adalah sama seperti body side yaitu meranti.
- k. Kegiatan K adalah pembentukan cetakan body side yaitu dengan cara memotong kayu seperti body gitar yang diinginkan dan menyusunnya seperti gambar dibawah.



Gambar 4.3 Kegiatan Pembuatan Cetakan Body

- l. Kegiatan L adalah pembuatan body side yaitu dengan memotong triplek memanjang dengan ukuran panjang 60 cm .

- m. Kegiatan M adalah penggabungan body side dengan cetakan body side yaitu setelah dipotong memanjang seperti pada tahap sebelumnya triplek dimasukkan ke cetakan body side lalu ditahan dengan Clip untuk menahan agar triplek membentuk dengan sempurna.
- n. Kegiatan N adalah pembuatan lining yaitu potong kayu yang panjangnya sampai bisa mengelilingi body side, dan lebarnya kurang lebih 1 cm, fungsinya untuk memperkuat “back dan top” nantinya.
- o. Kegiatan O adalah pemasangan lining ke body side dengan cara menempelkannya dengan lem.
- p. Kegiatan P adalah penjemuran body side yaitu dengan cara menjemur body side sampai kayunya agak kecoklatan.
- q. Kegiatan Q adalah pemilihan kayu untuk body top dan body back yaitu proses pemilihan kayu untuk body top dan back, untuk body back menggunakan jenis kayu meranti sedangkan body top menggunakan kayu plywood.
- r. Kegiatan R adalah pembuatan body top dan body back yaitu dengan cara memotong triplek sesuai dengan body yang diinginkan.
- s. Kegiatan S adalah pemilihan kayu braces yaitu proses pemilihan kayu untuk braces jenis kayu yang dipilih adalah kayu rosewood.
- t. Kegiatan T adalah pembuatan braces yaitu dengan cara memotong kayu menjadi panjang-panjang ukurannya sesuai dengan ukuran lebar body top dan back.
- u. Kegiatan U adalah penempelan braces ke body top dan body back yaitu dengan cara menata braces dan di lem ke body top maupun body back seperti pada gambar dibawah.



Gambar 4.4 Body Top Yang Sudah Ditempeli Braces

- v. Kegiatan V adalah penempelan body top dan back yg suda di pasang braces ke body side yaitu proses penempelan body top maupun body back ke body side.
- w. Kegiatan W adalah pelubangan body top untuk memasang bride yaitu dengan cara melubangi body top dengan ukuran sesuai ukuran bridge.
- x. Kegiatan X adalah pemasangan bride ke body top yaitu dengan cara memasukkan bridge ke lubang yang telah dibuat pada tahap sebelumnya.
- y. Kegiatan Y adalah pemasangan neck ke body yaitu dengan cara neck dan body di satukan menggunakan bahan perekat khusus.
- z. Kegiatan Z pemasangan tuner yaitu dengan cara merekatkan tuner ke neck.
- aa. Kegiatan a adalah pengamplasan gitar yaitu proses menghaluskan gitar dengan cara mengamplas.
- bb. Kegiatan b adalah pengecatan gitar yaitu proses pewarnaan gitar.
- cc. Kegiatan c adalah penjemuran.
- dd. Kegiatan d adalah pengemasan produk.

Dari penjelasan diatas akan disusun dalam tabel 4.1 berikut ini

Tabel 4.1 Urutan proses pembuatan gitar *Accoustic*

No	Aktivitas	Simbol Aktifitas	Aktivitas yang Mendahului
1	Pemilihan bahan baku	A	-
2	Pemilihan jenis kayu untuk neck	B	A
3	Pemilihan jenis kayu untuk finger board	C	A
4	Pemilihan jenis kayu untuk bridge	D	A
5	Pembuatan neck	E	A
6	Pembuatan finger board	F	C
7	Pemasangan finger board ke neck	G	F,E
8	Pembuatan bridge	H	D
9	Pemilihan jenis triplek untuk pembuatan body side	I	A
10	pemilihan jenis triplek untuk pembuatan cetakan side	J	A
11	Pembentukan cetakan body side	K	J
12	Pembuatan body side	L	I
13	Penggabungan body side dengan cetakan body side	M	K,L
14	Pembuatan lining	N	K
15	Pemasangan lining ke body side	O	M,N
16	Penjemuran body side	P	O
17	Pemilihan kayu untuk body top dan body back	Q	A
18	Pembuatan body top dan back	R	Q
19	Pemilihan kayu braces	S	A
20	Pembuatan braces	T	S

No	Aktivitas	Simbol Aktifitas	Aktivitas yang Mendahului
21	Penempelan braces ke body top dan body back	U	T
22	penempelan body top dan back yg suda di pasang braces ke body side	V	U,R,P
23	pelubangan body top untuk memasang bride	W	V
24	pasangan bride ke body top	X	W,H
25	pasangan neck ke body	Y	X,G
26	pasangan tuner	Z	Y
27	pengamplasan gitar	a	Z
28	Pengecatan gitar	b	a
29	Penjemuran	c	b
30	Pengemasan produk	d	c

4.2 Rencana Proses Pembuatan Gitar Accoustic

Dari rencana perhitungan waktu yang digunakan dalam penyelesaian proses pembuatan gitar *acoustic*. perhitungan waktu tercantum dalam tabel 4.2 berikut ini. Data dalam tabel tersebut diambil langsung dari CV. Butanza jawa timur.

Tabel 4.2 Perhitungan waktu a,m,b

Kode kegiatan	Estimasi Waktu (jam)		
	a	m	b
A	1	1	1
B	1	1	1
C	1	1	1
D	1	1	1

Kode kegiatan	Estimasi Waktu (jam)		
	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>b</i>
E	90	100	110
F	70	75	80
G	15	20	25
H	32	40	48
I	1	1	1
J	1	1	1
K	70	100	100
L	35	40	45
M	10	20	30
N	50	65	62
O	10	20	30
P	2	3	4
Q	1	1	1
R	35	40	45
S	1	1	1
T	18	20	22
U	15	20	25
V	15	20	25
W	5	5	5
X	10	20	30
Y	15	20	25

Kode kegiatan	Estimasi Waktu (jam)		
	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>b</i>
Z	15	20	25
a	5	10	15
b	20	20	20
c	12	24	24
d	10	10	10

Dari rencana waktu yang dianggambarkan pada tabel 4.2 .dapat ditampilkan dalam bentuk diagram jaringan kerja pada gambar A.1 dalam lampiran.

4.3 Perhitungan Waktu Rata-rata dan Variansi PERT

Di dalam perhitungan rata-rata (t), standar deviasi (σ) dan variansi (v) memerlukan perkiraan waktu yaitu kurun waktu optimis (a), kurun waktu paling mungkin (m), kurun waktu pesimis (b). Ketiga perkiraan tersebut diperoleh banyak hal. Untuk menghitung besarnya rata-rata dan variansi PERT menggunakan rumus 2.1 dan 2.3 yakni :

$$t = \frac{a + 4m + b}{6} \text{ dan } v = \sigma^2 = \left[\frac{1}{6} (b - a) \right]^2$$

Dengan menggunakan rumus 2.1 dan 2.3 untuk semua kejadian, dari kejadian 1 → 2 sampai kejadian 29 → 30.

Contoh perhitungan rata-rata pada kejadian 1 → 2 dan kejadian 29 → 30 adalah:

$$\begin{aligned}
 t_{1 \rightarrow 2} &= \frac{a + 4m + b}{6} & t_{29 \rightarrow 30} &= \frac{a + 4m + b}{6} \\
 &= \frac{1 + 4 \cdot 1 + 1}{6} & &= \frac{10 + 4 \cdot 10 + 10}{6} \\
 &= 1 & &= 10
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan variansi pada kejadian 1 → 2 dan kejadian 29 → 30 adalah:

$$\begin{aligned} v_{1 \rightarrow 2} &= \left[\frac{1}{6} (b - a) \right]^2 & v_{1 \rightarrow 2} &= \left[\frac{1}{6} (b - a) \right]^2 \\ &= \left[\frac{1}{6} (1 - 1) \right]^2 & &= \left[\frac{1}{6} (10 - 10) \right]^2 \\ &= 0 & &= 0 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dapat dikerjakan untuk semua kejadian, sehingga akan didapat besarnya rata-rata dan variansi dari PERT dalam tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Rata-rata dan variansi

Nomer kejadian	Kode kegiatan	Estimasi waktu (jam)			Rata-rata (t)	Variansi (v)
		<i>a</i>	<i>m</i>	<i>b</i>		
1 → 2	A	1	1	1	1	0
2 → 3	B	1	1	1	1	0
2 → 4	C	1	1	1	1	0
2 → 5	D	1	1	1	1	0
3 → 6	E	90	100	110	100	11,1
4 → 7	F	70	75	80	75	2,78
7 → 8	G	15	20	25	20	2,78
5 → 9	H	32	40	48	40	7,1
2 → 10	I	1	1	1	1	0
2 → 11	J	1	1	1	1	0
11 → 12	K	70	100	100	95	25
10 → 13	L	35	40	45	40	2,78

Nomer kejadian	Kode kegiatan	Estimasi waktu (jam)			Rata-rata (t)	Variansi (v)
		<i>a</i>	<i>m</i>	<i>b</i>		
13 → 14	M	10	20	30	20	11,1
12 → 15	N	50	65	62	62	4
15 → 16	O	10	20	30	20	11,1
16 → 21	P	2	3	4	3	0,1
2 → 17	Q	1	1	1	1	0
17 → 20	R	35	40	45	40	2,78
2 → 18	S	1	1	1	1	0
18 → 19	T	18	20	22	20	0,4
19 → 20	U	15	20	25	20	2,78
21 → 22	V	15	20	25	20	2,78
22 → 23	W	5	5	5	5	0
23 → 24	X	10	20	30	20	11,1
24 → 25	Y	15	20	25	20	2,78
25 → 26	Z	15	20	25	20	2,78
26 → 27	a	5	10	15	10	2,78
27 → 28	b	20	20	20	20	0
28 → 29	c	12	24	24	22	16
29 → 30	d	10	10	10	10	0

Dari tabel 4.3 kemudian digambar dalam diagram jaringan kerja pada lampiran B.

4.4 Menentukan Jalur Kritis

Untuk menentukan kegiatan mana yang termasuk dalam jalur kritis atau jalur non kritis dapat diproses dengan 2 cara yakni perhitungan CPM dan perhitungan lintasan terpanjang. Metode CPM diperlukan perhitungan waktu paling cepat dan waktu paling lama. Kedua waktu ini digunakan untuk menghitung besarnya waktu mengambang masing-masing kegiatan, sebab suatu kegiatan yang terletak pada jalur kritis adalah kegiatan yang mempunyai waktu mengambang sama dengan 0.

Sedangkan, lintasan terpanjang adalah lintasan dengan jumlah waktu paling lama dibandingkan dengan semua lintasan lainnya dan merupakan lintasan yang terletak pada jalur kritis. Dikatakan lintasan terpanjang apabila menunda mulainya suatu kegiatan akan mengakibatkan penundaan waktu penyelesaian, sedangkan pada lintasan lainnya apabila menunda mulainya suatu kegiatan tidak akan mengakibatkan penundaan waktu penyelesaian secara keseluruhan asalkan tidak melebihi waktu perhitungan yang sudah ditentukan.

4.4.1 Perhitungan Jalur Kritis Metode CPM (Perhitungan Biasa)

a. Menentukan waktu paling cepat

Rumus pada waktu paling cepat

$$a. EST_j = MAX_i \{ EST_i + D_{ij} \}, \text{ untuk semua kegiatan } (i,j) \text{ yang direncanakan,}$$

$$b. EFT_i = EST_i + D_{ij}, \text{ untuk semua kegiatan } (i,j) \text{ yang direncanakan.}$$

Rumus diatas digunakan untuk menentukan nilai waktu paling cepat pada masing-masing kegiatan terselesaikan. Perlu diingan bahwa bila kegiatan pendahulu/sebeumnya lebih dari satu kegiatan maka dipilih waktu yang paling besar/maksimal. Dengan demikian nilai waktu paling cepat pada kegiatan A hingga kegiatan d adalah:

a. Menentukan waktu paling awal dimulainya suatu kegiatan ke-*i* adalah:

$$EST_A = 0$$

$$EST_B = EST_A + D_{(1,2)} = 0 + 1 = 1$$

$$EST_C = EST_A + D_{(1,2)} = 0 + 1 = 1$$

$$EST_D = EST_A + D_{(1,2)} = 0 + 1 = 1$$

$$EST_E = EST_B + D_{(2,3)} = 1 + 1 = 2$$

$$EST_F = EST_C + D_{(2,4)} = 1 + 1 = 2$$

$$\begin{aligned} EST_G &= \text{Maks} (EST_F + D_{(4,7)}, EST_{(6,7)} + EST_{(6,7)}) \\ &= \text{Maks} (2 + 75, EST_E + D_{(3,6)} + 0) \\ &= \text{Maks} (77, (2 + 100) + 0) \\ &= \text{Maks} 77 ; 102 = 102 \end{aligned}$$

$$EST_H = EST_D + D_{(2,5)} = 1 + 1 = 2$$

$$EST_I = EST_A + D_{(1,2)} = 0 + 1 = 1$$

$$EST_J = EST_A + D_{(1,2)} = 0 + 1 = 1$$

$$EST_K = EST_J + D_{(2,11)} = 1 + 1 = 2$$

$$EST_L = EST_I + D_{(2,10)} = 1 + 1 = 2$$

$$EST_M = EST_L + D_{(10,13)} = 2 + 40 = 42$$

$$EST_N = EST_K + D_{(11,12)} = 2 + 100 = 102$$

$$\begin{aligned} EST_O &= \text{Maks} (EST_N + D_{(12,15)}, EST_{(14,15)} + D_{(14,15)}) \\ &= \text{Maks} (102 + 65, (EST_M + D_{(13,14)} + 0)) \\ &= \text{Maks} (167, (42 + 20) + 0) \\ &= \text{Maks} 167 ; 62 = 167 \end{aligned}$$

$$EST_P = EST_O + D_{(15,16)} = 167 + 20 = 187$$

$$EST_Q = EST_A + D_{(1,2)} = 0 + 1 = 1$$

$$EST_R = EST_Q + D_{(2,17)} = 1 + 1 = 2$$

$$EST_S = EST_A + D_{(1,2)} = 0 + 1 = 1$$

$$EST_T = EST_S + D_{(2,18)} = 1 + 1 = 2$$

$$EST_U = EST_T + D_{(18,19)} = 2 + 20 = 22$$

$$EST_V = \text{Maks} (EST_P + D_{(16,27)}, EST_{(20,21)} + D_{(20,21)})$$

$$= \text{Maks} (187 + 3, EST_U + D_{(10,20)}) + 0)$$

$$= \text{Maks} (190, 22 + 20) + 0$$

$$= \text{Maks} 190 ; 42 = 190$$

$$EST_W = EST_V + D_{(21,22)} = 190 + 20 = 210$$

$$EST_X = \text{Maks} (EST_W + D_{(22,23)}, EST_{(8,23)} + D_{(8,23)})$$

$$= \text{Maks} (210 + 5, (EST_H + D_{(5,8)}) + 0)$$

$$= \text{Maks} (215, (2+40) + 0)$$

$$= \text{Maks} 215 ; 42 = 215$$

$$EST_Y = \text{Maks} (EST_X + D_{(23,24)}, EST_{(8,24)} + D_{(8,24)})$$

$$= \text{Maks} (215 + 20, (EST_G + D_{(7,8)}) + 0)$$

$$= \text{Maks} (235, (102+20) + 0)$$

$$= \text{Maks} 235 ; 122 = 235$$

$$EST_Z = EST_Y + D_{(24,25)} = 235 + 20 = 255$$

$$EST_a = EST_Z + D_{(25,26)} = 255 + 20 = 275$$

$$EST_b = EST_a + D_{(26,27)} = 275 + 10 = 285$$

$$EST_c = EST_b + D_{(27,28)} = 285 + 20 = 305$$

$$EST_d = EST_c + D_{(28,29)} = 305 + 24 = 329$$

b. Menentukan waktu paling awal selesainya suatu kegiatan ke-*i* adalah:

$$EFT_A = EST_A + D_{(1,2)} = 0 + 1 = 1$$

$$EFT_B = EST_B + D_{(2,3)} = 1 + 1 = 2$$

$$EFT_C = EST_C + D_{(2,4)} = 1 + 1 = 2$$

$$EFT_D = EST_D + D_{(2,5)} = 1 + 1 = 2$$

$$EFT_E = EST_E + D_{(3,6)} = 2 + 100 = 102$$

$$EFT_F = EST_F + D_{(4,7)} = 2 + 75 = 77$$

$$EFT_G = EST_G + D_{(7,8)} = 102 + 20 = 122$$

$$EFT_H = EST_H + D_{(5,8)} = 2 + 40 = 42$$

$$EFT_I = EST_I + D_{(2,10)} = 1 + 1 = 2$$

$$EFT_J = EST_J + D_{(2,11)} = 1 + 1 = 2$$

$$EFT_K = EST_K + D_{(11,12)} = 2 + 100 = 102$$

$$EFT_L = EST_L + D_{(10,13)} = 2 + 40 = 42$$

$$EFT_M = EST_M + D_{(13,14)} = 42 + 20 = 62$$

$$EFT_N = EST_N + D_{(12,15)} = 102 + 65 = 167$$

$$EFT_O = EST_O + D_{(15,16)} = 167 + 20 = 187$$

$$EFT_P = EST_P + D_{(16,21)} = 187 + 3 = 190$$

$$EFT_Q = EST_Q + D_{(2,17)} = 1 + 1 = 2$$

$$EFT_R = EST_R + D_{(17,20)} = 2 + 40 = 42$$

$$EFT_S = EST_S + D_{(2,18)} = 1 + 1 = 2$$

$$EFT_T = EST_T + D_{(18,19)} = 2 + 20 = 22$$

$$EFT_U = EST_U + D_{(19,20)} = 22 + 20 = 42$$

$$EFT_V = EST_V + D_{(21,22)} = 190 + 20 = 210$$

$$EFT_W = EST_W + D_{(22,23)} = 210 + 5 = 215$$

$$EFT_X = EST_X + D_{(23,24)} = 215 + 20 = 235$$

$$EFT_Y = EST_Y + D_{(24,25)} = 235 + 20 = 255$$

$$EFT_Z = EST_Z + D_{(25,26)} = 255 + 20 = 275$$

$$EFT_a = EST_a + D_{(26,27)} = 275 + 10 = 285$$

$$EFT_b = EST_b + D_{(27,28)} = 285 + 20 = 305$$

$$EFT_c = EST_c + D_{(28,29)} = 305 + 24 = 329$$

$$EFT_d = EST_d + D_{(29,30)} = 229 + 10 = 339$$

Jika nilai *EST* dan *EFT* sudah dihitung pada masing-masing kegiatan maka dapat dilihat dalam gambar lampiran C.

b. menentukan waktu paling lambat

setelah mengetahui nilai waktu paling cepat pada masing-masing kegiatan, kemudian menghitung waktu paling lambat masing-masing kegiatan. Perhitungan dimulai dari waktu paling lambat suatu kegiatan terselesaikan (LFT_i), kemudian menghitung waktu paling lambat dimulainya suatu kegiatan (LST_i), yang perhitungan dilakukan secara mundur.

Rumus waktu paling lambat yang digunakan adalah.

a. $LFT_i = \min \{ LFT_j - D_{ij} \}$, untuk semua kegiatan (ij) yang direncanakan,

b. $LST_i = LFT_i - D_{ij}$, untuk semua kegiatan (ij) yang direncanakan.

Rumus diatas digunakan untuk menentukan nilai waktu paling lambat pada masing-masing kegiatan. Perlu diingat bahwa bila kegiatan sesudahnya lebih dari satu kegiatan, maka dipilih waktu paling sedikit/minimal. Dengan demikian nilai waktu paling lambat pada kegiatan A hingga kegiatan S adalah:

c. Menentukan waktu paling akhir selesainya suatu kegiatan ke- i adalah:

$$LFT_d = EFT_d = 339$$

$$LFT_c = LFT_d - D_{30,29} = 339 - 10 = 329$$

$$LFT_b = LFT_c - D_{29,28} = 329 - 24 = 305$$

$$LFT_a = LFT_b - D_{28,27} = 305 - 20 = 285$$

$$LFT_z = LFT_a - D_{27,26} = 285 - 10 = 275$$

$$LFT_y = LFT_z - D_{26,25} = 275 - 20 = 255$$

$$LFT_x = LFT_y - D_{25,24} = 255 - 20 = 235$$

$$LFT_w = LFT_x - D_{24,23} = 235 - 20 = 215$$

$$LFT_v = LFT_w - D_{23,22} = 215 - 5 = 210$$

$$LFT_u = LFT_{21,20} - D_{21,20} = LFT_v - D_{22,21} = 210 - 20 = 190$$

$$LFT_t = LFT_u - D_{20,19} = 190 - 20 = 170$$

$$LFT_s = LFT_t - D_{19,18} = 170 - 20 = 150$$

$$LFT_R = LFT_{21,22} - D_{21,22} = LFT_V - D_{22,21} = 210 - 20 = 190$$

$$LFT_Q = \min (LFT_R - D_{20,17}, LFT_U - D_{20,19})$$

$$= \min (190 - 40, 190 - 20)$$

$$= \min (150; 170) = 150$$

$$LFT_P = LFT_V - D_{22,21} = 210 - 20 = 190$$

$$LFT_O = LFT_P - D_{21,16} = 190 - 3 = 187$$

$$LFT_N = LFT_O - D_{16,15} = 187 - 20 = 167$$

$$LFT_M = LFT_{15,14} - D_{15,14} = LFT_O - D_{16,15} = 187 - 20 = 167$$

$$LFT_L = LFT_M - D_{14,13} = 167 - 20 = 147$$

$$LFT_K = LFT_N - D_{15,12} = 167 - 65 = 102$$

$$LFT_J = LFT_K - D_{12,11} = 102 - 100 = 2$$

$$LFT_I = LFT_L - D_{13,10} = 147 - 40 = 107$$

$$LFT_H = LFT_{23,9} - D_{2,9} = LFT_X - D_{24,23} = 235 - 20 = 215$$

$$LFT_G = LFT_{24,8} - D_{24,8} = LFT_Y - D_{25,24} = 255 - 20 = 235$$

$$LFT_F = LFT_G - D_{8,7} = 235 - 20 = 215$$

$$LFT_E = LFT_{7,6} - D_{7,6} = LFT_G - D_{8,7} = 235 - 20 = 215$$

$$LFT_D = LFT_H - D_{9,5} = 215 - 40 = 175$$

$$LFT_C = LFT_F - D_{7,4} = 215 - 75 = 140$$

$$LFT_B = LFT_E - D_{6,3} = 215 - 100 = 115$$

$$LFT_A = \min (LFT_B - D_{3,2}, LFT_C - D_{4,2}, LFT_D - D_{5,2}, LFT_I - D_{10,2}, LFT_J - D_{11,2}, LFT_Q - D_{17,2}, LFT_S - D_{18,2})$$

$$= \min (115-1; 140-1; 175-1; 107-1; 2-1; 150-1; 150-1)$$

$$= \min (114; 139; 174; 106; 1; 149; 149) = 1$$

- d. Menentukan waktu paling akhir dimulainya suatu kegiatan ke-*i* adalah

$$LST_A = LFT_A + D_{(1,2)} = 1 + 1 = 0$$

$$LST_B = LFT_B + D_{(2,3)} = 115 + 1 = 114$$

$$\begin{aligned}LST_C &= LFT_C + D_{(2,4)} = 140 + 1 = 139 \\LST_D &= LFT_D + D_{(2,5)} = 175 + 1 = 174 \\LST_E &= LFT_E + D_{(3,6)} = 215 + 100 = 115 \\LST_F &= LFT_F + D_{(4,7)} = 215 + 75 = 140 \\LST_G &= LFT_G + D_{(7,8)} = 235 + 20 = 215 \\LST_H &= LFT_H + D_{(5,8)} = 215 + 40 = 175 \\LST_I &= LFT_I + D_{(2,10)} = 107 + 1 = 106 \\LST_J &= LFT_J + D_{(2,11)} = 2 + 1 = 1 \\LST_K &= LFT_K + D_{(11,12)} = 102 + 100 = 2 \\LST_L &= LFT_L + D_{(10,13)} = 147 + 40 = 107 \\LST_M &= LFT_M + D_{(13,14)} = 167 + 20 = 147 \\LST_N &= LFT_N + D_{(12,15)} = 167 + 65 = 102 \\LST_O &= LFT_O + D_{(15,16)} = 187 + 20 = 167 \\LST_P &= LFT_P + D_{(16,21)} = 190 + 3 = 187 \\LST_Q &= LFT_Q + D_{(2,17)} = 150 + 1 = 149 \\LST_R &= LFT_R + D_{(17,20)} = 190 + 40 = 150 \\LST_S &= LFT_S + D_{(2,18)} = 150 + 1 = 149 \\LST_T &= LFT_T + D_{(18,19)} = 170 + 20 = 150 \\LST_U &= LFT_U + D_{(19,20)} = 190 + 20 = 170 \\LST_V &= LFT_V + D_{(21,22)} = 210 + 20 = 190 \\LST_W &= LFT_W + D_{(22,23)} = 215 + 5 = 210 \\LST_X &= LFT_X + D_{(23,24)} = 235 + 20 = 215 \\LST_Y &= LFT_Y + D_{(24,25)} = 255 + 20 = 235 \\LST_Z &= LFT_Z + D_{(25,26)} = 275 + 20 = 255 \\LST_a &= LFT_a + D_{(26,27)} = 285 + 10 = 275 \\LST_b &= LFT_b + D_{(27,28)} = 305 + 20 = 285\end{aligned}$$

$$LST_c = LFT_c + D_{(28,29)} = 329 + 24 = 305$$

$$LST_d = LFT_d + D_{(29,30)} = 339 + 10 = 329$$

Setelah nilai *EST* dan *EFT* dihitung, besarnya nilai *LST* dan *LFT* pada masing-masing kegiatan dapat dilihat pada gambar D dalam lampiran. Dari perhitungan *EST* dan *EFT* dan hasil perhitungan *LST* dan *LFT* dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Perhitungan Waktu Paling Awal Dan Waktu Paling Lambat Untuk Masing-Masing Kegiatan

Kode Kegiatan	Waktu	Waktu paling awal		Waktu paling akhir	
		Mulai (<i>EST</i>)	Selesai (<i>EFT</i>)	Mulai (<i>LST</i>)	Selesai (<i>LFT</i>)
A	1	0	1	0	1
B	1	1	2	114	115
C	1	1	2	139	140
D	1	1	2	174	175
E	100	2	102	115	215
F	75	2	77	140	215
G	20	102	122	215	235
H	40	2	42	175	215
I	1	1	2	106	107
J	1	1	2	1	2
K	100	2	102	2	102
L	40	2	42	107	147
M	20	42	62	147	167
N	65	102	167	102	167

Kode Kegiatan	Waktu	Waktu paling awal		Waktu paling akhir	
		Mulai (<i>EST</i>)	Selesai (<i>EFT</i>)	Mulai (<i>LST</i>)	Selesai (<i>LFT</i>)
O	20	167	187	167	187
P	3	187	190	187	190
Q	1	1	2	149	150
R	40	2	42	150	190
S	1	1	2	149	150
T	20	2	22	150	170
U	20	22	42	170	190
V	20	190	210	190	210
W	5	210	215	210	215
X	20	215	235	215	235
Y	20	235	255	235	255
Z	20	255	275	255	275
a	10	275	285	275	285
b	20	285	305	285	305
c	24	305	329	305	329
d	10	329	339	329	339

e. Menentukan Waktu Mengambang

Suatu kegiatan memiliki waktu mengambang apabila terdapat selisih waktu antara waktu paling lambat dengan waktu paling cepat yaitu (*LST-EST*) atau (*LFT-EFT*). Tabel berikut ini menunjukkan terdapat atau tidak adanya waktu mengambang

pada masing-masing kegiatan dengan cara menghitung selisih antara *LFT* atau *EFT*, sehingga diketahui suatu jalur terdapat pada jalur kritis atau jalur non kritis.

Tabel 4.5 menentukan jalur kritis

Kode kegiatan	<i>EFT</i>	<i>LFT</i>	Waktu Mengambang	Keterangan
A	1	1	0	Jalur kritis
B	2	115	113	Jalur non kritis
C	2	140	138	Jalur non kritis
D	2	175	173	Jalur non kritis
E	102	215	113	Jalur non kritis
F	77	215	138	Jalur non kritis
G	122	235	113	Jalur non kritis
H	42	215	173	Jalur non kritis
I	2	107	105	Jalur non kritis
J	2	2	0	Jalur kritis
K	102	102	0	Jalur kritis
L	42	147	105	Jalur non kritis
M	62	167	105	Jalur non kritis
N	167	167	0	Jalur kritis
O	187	187	0	Jalur kritis
P	190	190	0	Jalur kritis
Q	2	150	148	Jalur non kritis
R	42	190	148	Jalur non kritis

Kode kegiatan	<i>EFT</i>	<i>LFT</i>	Waktu Mengambang	Keterangan
S	2	150	148	Jalur non kritis
T	22	170	148	Jalur non kritis
U	42	190	148	Jalur non kritis
V	210	210	0	Jalur kritis
W	215	215	0	Jalur kritis
X	235	235	0	Jalur kritis
Y	255	255	0	Jalur kritis
Z	275	275	0	Jalur kritis
a	285	285	0	Jalur kritis
b	305	305	0	Jalur kritis
c	329	329	0	Jalur kritis
d	339	339	0	Jalur kritis

Dari tabel 4.5 di atas dapat dilihat bahwa jalur kritis pada produksi gitar Butanza terdapat pada jalur A – J – K – N – O – P – V – W – X – Y – Z – a – b – c – d, apabila dijumlahkan besarnya waktu masing-masing kegiatan pada jalur kritis dapat diperoleh waktu penyelesaiannya selama 339 jam.

4.4.2 Menentukan Jalur Kritis Dengan Lintasan Terpanjang

Dari diagram jaringan kerja pada gambar 4.2 terdapat beberapa lintasan yaitu:

1. A – B – E – G – Y – Z – a – b – c – d = 246 jam,
2. A – C – F – G – Y – Z – a – b – c – d = 201 jam,
3. A – D – H – X – Y – Z – a – b – c – d = 166 jam,
4. A – I – L – M – O – P – V – W – X – Y – Z – a – b – c – d = 234 jam,
5. A – J – K – N – O – P – V – W – X – Y – Z – a – b – c – d = 339 jam,

6. A – Q – R – V – W – X – Y – Z – a – b – c – d = 191 jam,
 7. A – S – T – U – V – W – X – Y – Z – a – b – c – d = 191 jam.

Dari Gambar 4.2 terdapat lintasan terpanjang yang merupakan lintasan kritisnya, sehingga didapat lintasan kritis diagram jaringan kerja pada gambar 4.2 adalah lintasan A – J – K – N – O – P – V – W – X – Y – Z – a – b – c – d. Apabila kegiatan-kegiatan pada jalur kritis pelaksanaannya terlambat maka akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Jadi, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proses produksi gitar accoustic CV. Butanza sebanyak 300 buah adalah 339 jam atau 33-34 hari sedangkan di CV. Butanza sendiri untuk menyelesaikan proses produksi 300 buah memakan waktu 50 hari hal ini dikarenakan proses produksi di CV. Butanza dilakukan dengan cara menyelesaikan setiap bagian gitar tanpa memperhatikan urutan-urutan seperti penerapan metode CPM dan PERT diatas.

Lintasan kritis diagram jaringan kerja proses produksi gitar accoustic CV. Butanza ditunjukkan oleh arah panah tebal pada gambar dalam lampiran E.

4.5 Probabilitas Waktu Penyelesaian Produksi Gitar Accoustic Butanza

Untuk menentukan probabilitas waktu penyelesaian dibutuhkan langkah-langkah yaitu yang pertama menghitung rata-rata (t) dan variansi (v) untuk setiap kegiatan, dan yang kedua menghitung probabilitas penyelesaian agar tepat pada jadwalnya. Dalam hal ini perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

Jika terdapat dua kegiatan yang menuju pada satu kejadian, maka untuk menghitung rata-rata dan variansi menggunakan nilai dari kejadian ke- i yang memiliki jumlah terbesar. Jika dua kegiatan atau lebih memiliki rata-rata yang sama maka kegiatan yang memiliki variansi yang terbesar yang dipilih, karena mencerminkan ketidakpastian yang lebih besar, sehingga memungkinkan untuk menjumlahkan rata-rata dan variansi secara keseluruhan.

Lintasan kritis membutuhkan waktu yang lebih lama dari lintasan yang lain karena kegiatan pada lintasan kritis mempengaruhi waktu penyelesaian. Variansi

dalam kegiatan non kritis tidak mempengaruhi waktu penyelesaian, karena adanya waktu mengambang yang terdapat pada kegiatan ini.

Penggunaan waktu memiliki sebaran normal yaitu jika jumlah kegiatan cukup besar, maka jumlah rata-rata kegiatan sepanjang lintasan kritis akan mendekati rata-rata distribusi normal.

Berdasarkan dari langkah pertama dan langkah kedua, rata-rata dan variansi suatu distribusi normal digunakan untuk menghitung probabilitas penyelesaian dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

Z = standar deviasi distribusi normal

x = waktu penyelesaian secara keseluruhan

μ = rata-rata (jumlah rata-rata standar deviasi kegiatan kritis)

σ = standar deviasi (jumlah akar kuadrat dari variansi kegiatan kritis)

Nilai ini kemudian digunakan untuk menentukan probabilitas yang berhubungan dengan lampiran (tabel probabilitas distribusi normal). Dengan demikian langkah-langkah untuk menghitung probabilitas waktu penyelesaiannya.

Langkah pertama: Menghitung rata-rata dan variansi kegiatan kritis tercantum pada tabel berikut ini.

Tabel 4.6 Rata-Rata Dan Variansi Kegiatan Kritis

Kode kegiatan	Rata-rata (t)	Variansi (v)
A	1	0
J	1	0
K	95	25
N	62	4
O	20	11,1
P	3	0,1
V	20	2,78

Kode kegiatan	Rata-rata (t)	Variansi (v)
W	5	0
X	20	11,1
Y	20	2,78
Z	20	2,78
a	10	2,78
b	20	0
c	22	16
d	10	0
Jumlah	329	78,42

Sebagai contoh, jika para pekerja menarget bahwa proses produksi gitar *accoustic* Butanza membutuhkan waktu 339 jam maka probabilitas penyelesaiannya dalam waktu 339 jam dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus (3.1).

Langkah kedua: menghitung standar deviasi (Z) distribusi normal.

Rata-rata dan variansi kegiatan kritis telah dihitung dalam tabel 3.6, kemudian untuk menghitung nilai Z pada waktu 339 jam terlebih dahulu menghitung standar deviasi (σ) dari variansi (v) dengan standar deviasi pada distribusi normal merupakan akar kuadrat dari variansi, sehingga diperoleh:

$$v = 78,42$$

$$\sigma = \sqrt{v} = \sqrt{78,42}$$

$$= 8,85$$

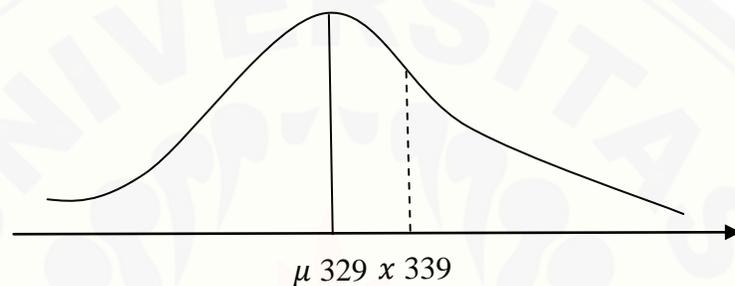
Jadi nilai pada standar deviasi adalah 8,85 jam.

Kemudian nilai standar deviasi dimasukkan bersama-sama dengan nilai rata-rata dan waktu penyelesaian proses produksi gitar *acoustic* Butanza sehingga diperoleh 339 jam. Selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus (3.1)

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$Z = \frac{339-329}{8,85}$$
$$= 1,12$$

Nilai probabilitas dari $Z = 1,12$ bila dilihat pada lampiran (Apendiks 1) didapat nilai probabilitas dari Z adalah $0,8686 = 0,8686 \times 100\% = 86,86\%$. Apabila digambarkan dalam distribusi normal akan terlihat seperti gambar di bawah ini.

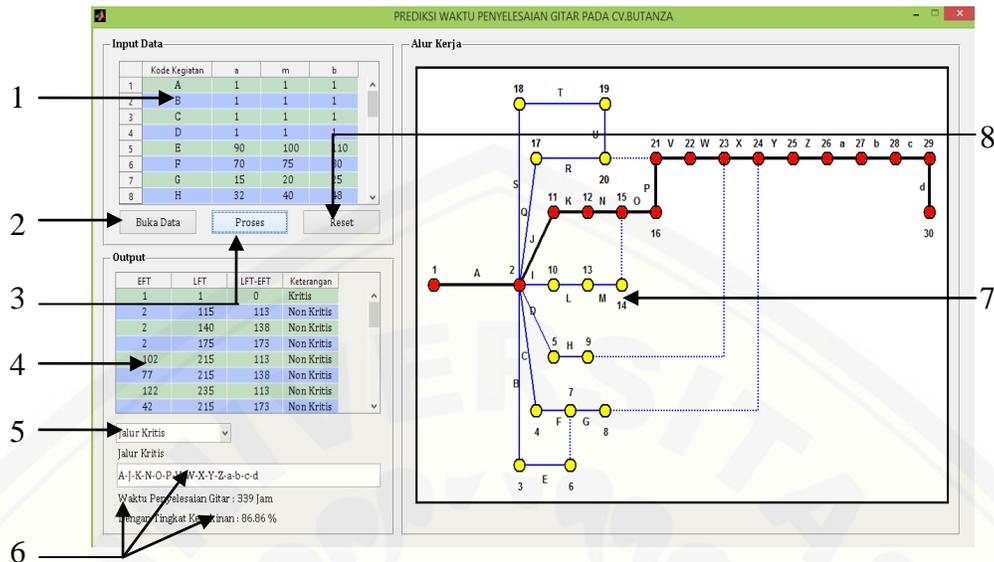


Gambar 4.5 Probabilitas Penyelesaian Produksi Gitar Accoustic Butanza dengan target waktu 339 jam.

Jadi probabilitas penyelesaian proses produksi gitar *acoustic* CV. Butanza Banyuwangi dengan target bahwa akan terselesaikan dalam waktu 339 jam adalah 86,86%.

4.6 Peyelesaian Dengan Program

Pada pembahasan ini disertakan program untuk mencari perhitungan metode CPM dan PERT yang dibuat dengan bantuan *software* Matlab (Gambar 4.6). Dengan adanya program ini diharapkan memudahkan dalam perhitungan metode CPM dan PERT.



Gambar 4.6 Tampilan Program Metode PERT dan CPM

Tampilan dari program ini mempunyai beberapa komponen sebagai berikut

- a. Input
 - 1). Merupakan tabel sebagai tempat untuk menampilkan data.
 - 2). BUKA DATA untuk membuka file data proses pembuatan gitar *acousti*.
- b. Perhitungan
 - 1). PROSES untuk memulai penyelesaian data dengan perhitungan PERT dan CPM.
 - 2). Tabel sebagai tempat untuk menampilkan hasil perhitungan setelah diproses.
 - 3). Pilihan perhitungan berisi pilihan untuk menghitung rata-rata dan varians, menghitung waktu awal dan akhir, dan menghitung jalur kritis.
 - 4). Kolom untuk menampilkan hasil dari perhitungan jalur kritis.
 - 5). Kolom untuk menampilkan diagram jaringan.
 - 6). RESET untuk mengembalikan tampilan ke tampilan awal.

Penyelesaian proses pembuatan gitar *accustic* dengan metode CPM dan PERT diawali dengan mencari rata-rata dan varians setelah itu mencari nilai waktu awal dan akhir yang terakhir mencari jalur kritis dan menjalankan program sesuai proses. Prosedur secara singkat ditunjukkan sebagai berikut:

Algoritma Menentukan Rerata dan Variansi

Input : Data(A)
Output : Rerata(t), Variansi(v)
 m = Jumlah baris Matriks A
FOR ifrom1 to m do
 t(i)=(A(i,1)+4*A(i,2)+A(i,3))/6;
 v(i)=(1/6*(A(i,3)-A(i,1)))^2;
END FOR

Algoritma Menentukan Waktu Paling Awal dimulainya Kegiatan (EST)

Input : Data(A)
Output : EST

EST(1)=0;

%MATRIKS Alur Kegiatan Berdasarkan Graf

```
B=[1 1 0 0;1 1 0 0;1 1 0 0;2 2 0 0;3 3 0 0;6 6 5 5;4 4 0 0;1 1 0
0;1 1 0 0;10 10 0 0;9 9 0 0;12 12 0 0;11 11 0 0;14 14 13 13;15 15 0
0;1 1 0 0;17 17 0 0;1 1 0 0;19 19 0 0;20 20 0 0;16 16 21 21;22 22 0
0;23 23 8 8;24 24 7 7;25 25 0 0;26 26 0 0;27 27 0 0;28 28 0 0;29 29
0 0];
```

%Menentukan Nilai EST

br = jumlah baris pada matriks B

FOR i from 1 to br do

IFB(i,4)=0 then

 EST(i+1)=EST(B(i,1))+A(B(i,2),2);

ELSE

 a=EST(B(i,1))+A(B(i,2),2);

 b=EST(B(i,3))+A(B(i,4),2);

EST(i+1)=max([a b]);

END IF

END FOR

Algoritma Menentukan Waktu Paling Awal selesainya Kegiatan (EFT)

Input : EST, Data(A)

Output : EFT

%Menentukan Nilai EFT

FOR i from 1 to jumlah_baris_A do

EFT(i)=EST(i)+A(i,2);

END FOR

Algoritma Menentukan Waktu Paling Lambat selesainya Kegiatan (LFT)

Input : EFT, Data(A)

Output : LFT

```

LFT(length(EFT))=EFT(length(EFT));
C=[30 30 0 0;29 29 0 0;28 28 0 0; 27 27 0 0;26 26 0 0;25 25 0 0;24
24 0 0;23 23 0 0;22 22 0 0;21 21 0 0;20 20 0 0;22 22 0 0;18 18 21
21;22 22 0 0;16 16 0 0;15 15 0 0;15 15 0 0;13 13 0 0;14 14 0 0;11
11 0 0;12 12 0 0;24 24 0 0;25 25 0 0;7 7 0 0;7 7 0 0;8 8 0 0;6 6 0
0;5 5 0 0];
t=0;
FOR i from br+1 to 3 do
    t=t+1;
IF C(t,4)=0 then
LFT(i-1)=LFT(C(t,1))-A(C(t,2),2);
ELSE
    a=LFT(C(t,1))-A(C(t,2),2);
    b=LFT(C(t,3))-A(C(t,4),2);
LFT(i-1)=min([a b]);
END IF
END FOR
LFT(1)=1;

```

Algoritma Menentukan Waktu Paling Lambat dimulainya Kegiatan (LST)

Input : LFT, Data(A)
Output : LST

```

FOR i=1:br+1
LST(i)=LFT(i)-A(i,2);
END FOR

```

Algoritma Menentukan Jalur Kritis(LST)

Input : LFT, EFT, Data(A)
Output : Jalur Kritis (diagram)

```

s=0;jm=0;
FOR i from 1 to br+1 do
ngambang(i)=LFT(i)-EFT(i);
IFngambang(i)=0 then
    s=s+1;
    diagram(s)=i;
jm=jm+A(i,2);
END IF
END FOR

```

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah diselesaikan pada penulisan skripsi ini diperoleh kesimpulan:

1. Dugaan waktu penyelesaian produksi gitar *accoustic* CV. Butanza sejumlah 300 yaitu 339 jam dengan waktu libur dalam sebulan ada 4 hari maka waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 37 – 38 hari. Sedangkan di CV. Butanza untuk menyelesaikan 300 gitar memakan waktu 54 hari.
2. Kegiatan yang tidak boleh ditunda adalah kegiatan kritis yaitu kegiatan A-J-K-N-O-P-V-W-X-Y-Z-a-b-c-d.
3. Waktu dalam penyelesaian proses produksi gitar *accoustic* CV. Butanza Banyuwangi selama 339 jam dengan probabilitas yaitu 86,86%.

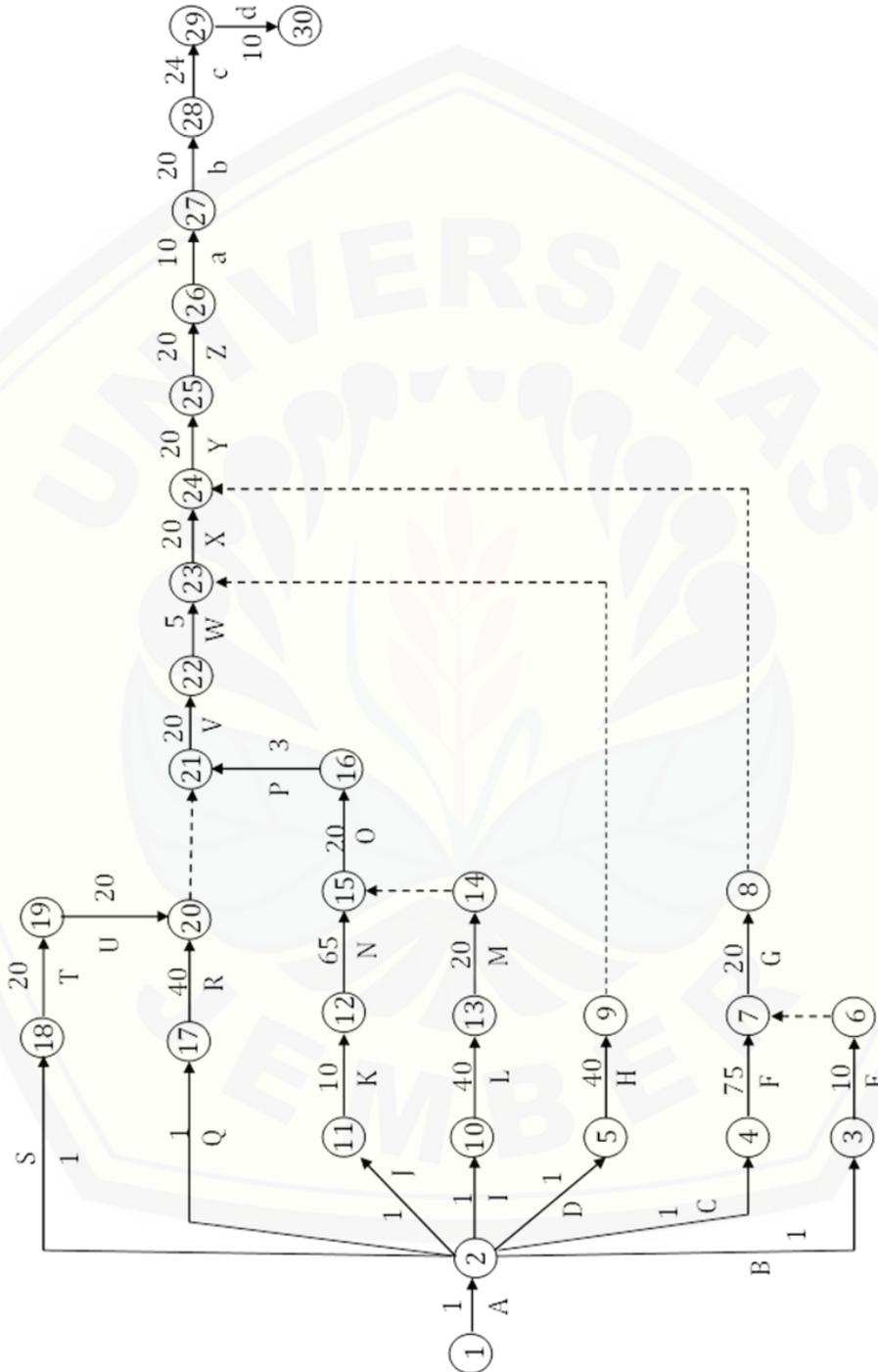
5.2 Saran

Permasalahan dalam perhitungan optimasi waktu penyelesaian masih terbuka bagi penulis lain, yaitu memperhitungkan hubungan antara optimasi waktu dan biaya dengan menggunakan metode *PERT* biaya.

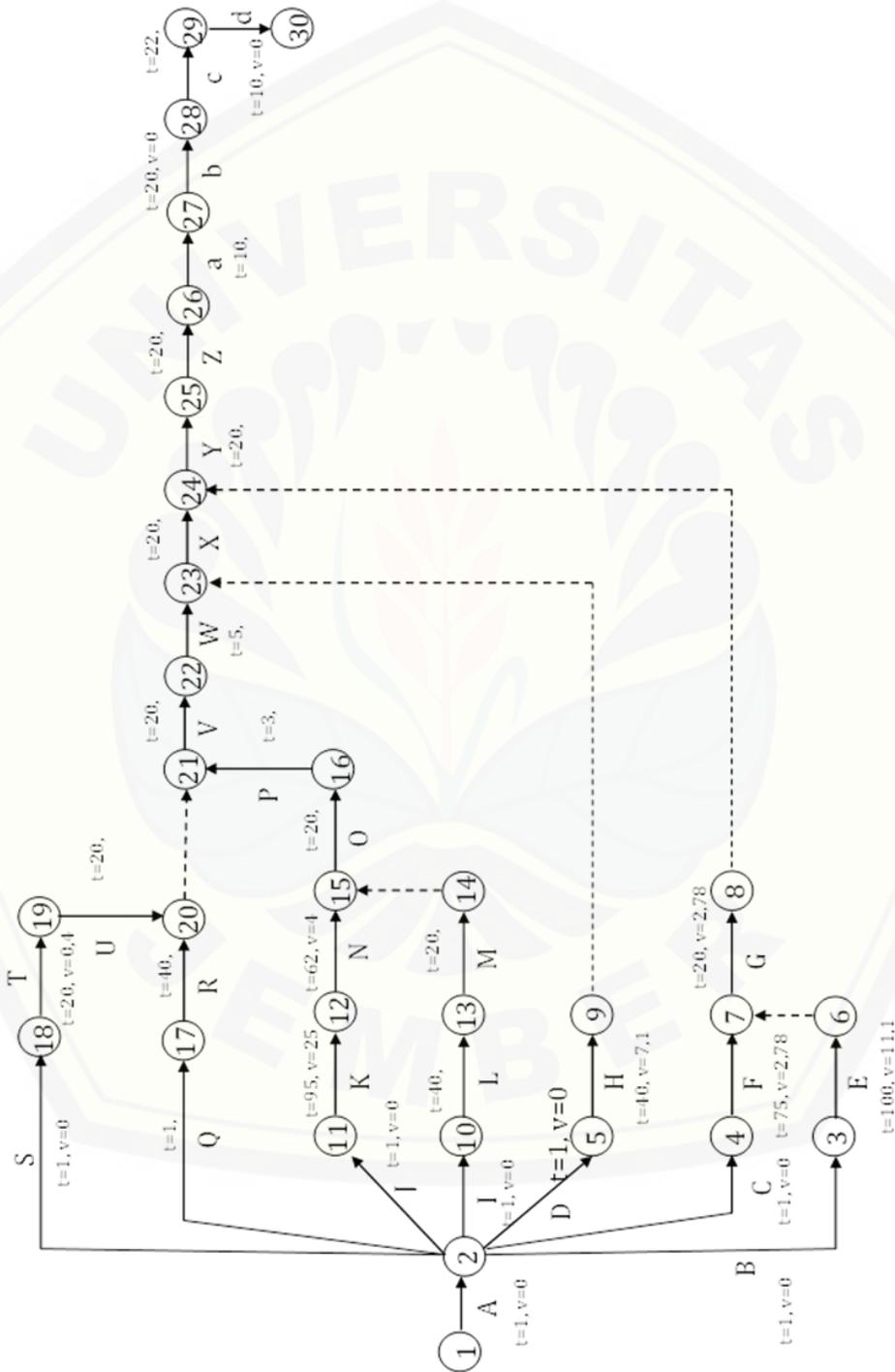
DAFTAR PUSTAKA

- Badri, S. 1997. *Dasar-dasar Network Planing*. Jakarta :Rineka Cipta.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2005. *Operations management : Managemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Levin, Richard I. dan Charles A Kirkpatrick. 1972. *Perentjanaan dan pengawasan dengan PERT dan CPM*. Jakarta : Bhratara.
- Maharany, Leny dan Fajarwati. 2006. Analisis optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis. *Utilitas*. 14(1) :113-130.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajmen proyek : Dari Konseptual Sampai Operational*. Jakarta : Erlangga.
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operational*. Jakarta : Erlangga.
- Stevenson William J. 2002. *Operation Management*. Seventh Editio New York : The McGraw-Hiil Companies Inc.
- Siagian. 1987. *Penelitian Operasional Teori dan Praktek*, Edisi 1. Jakarta : Penerbit U.I.
- Hiller, Gerald. 1994. *Pengantar riset operasi*, Edisi kelima, jilid 1, Jakarta : Penerbit Erlangga.

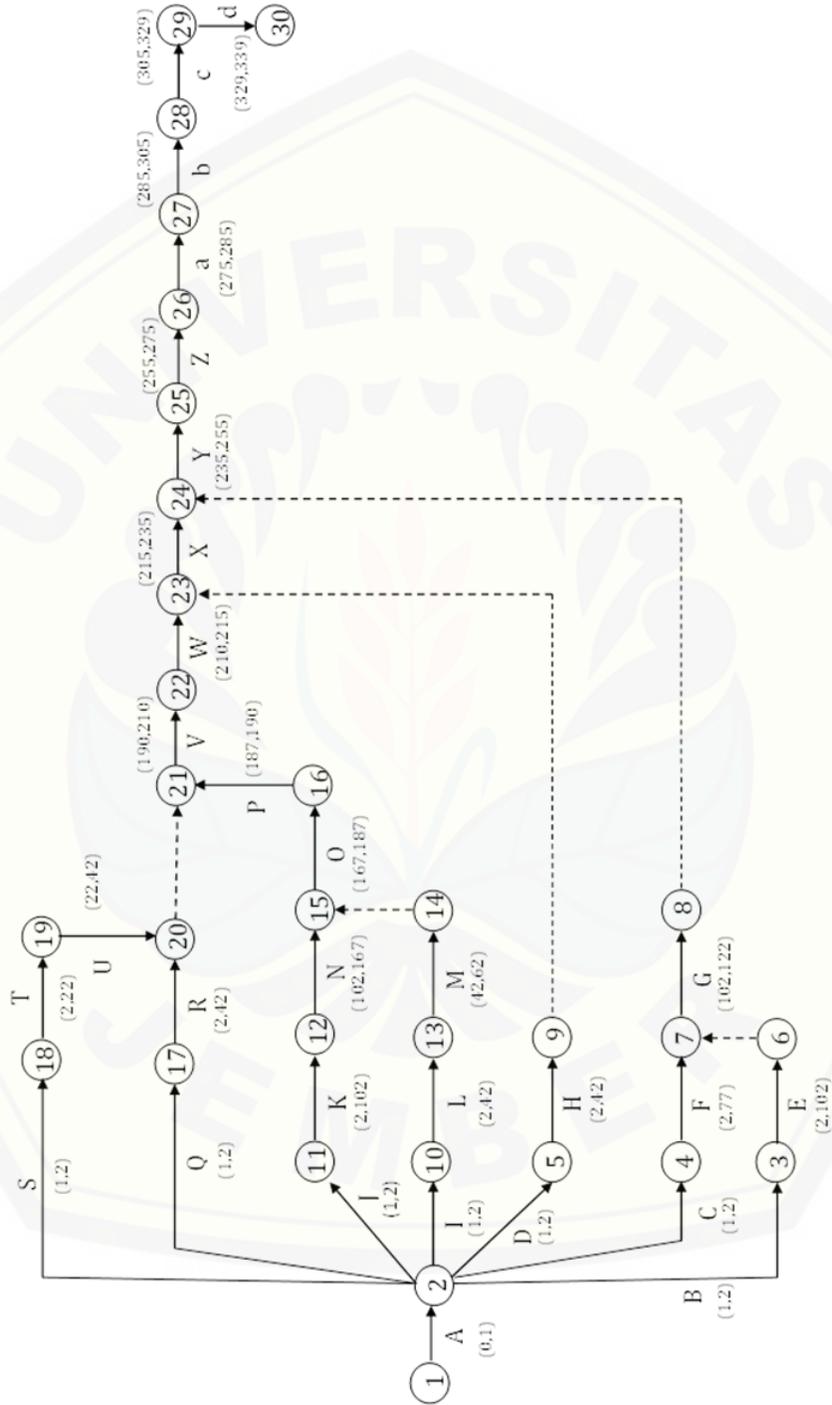
LAMPIRAN A. Diagram Jaringan Kerja Proses Pembuatan Gitar *Accoustic* CV. Butanza



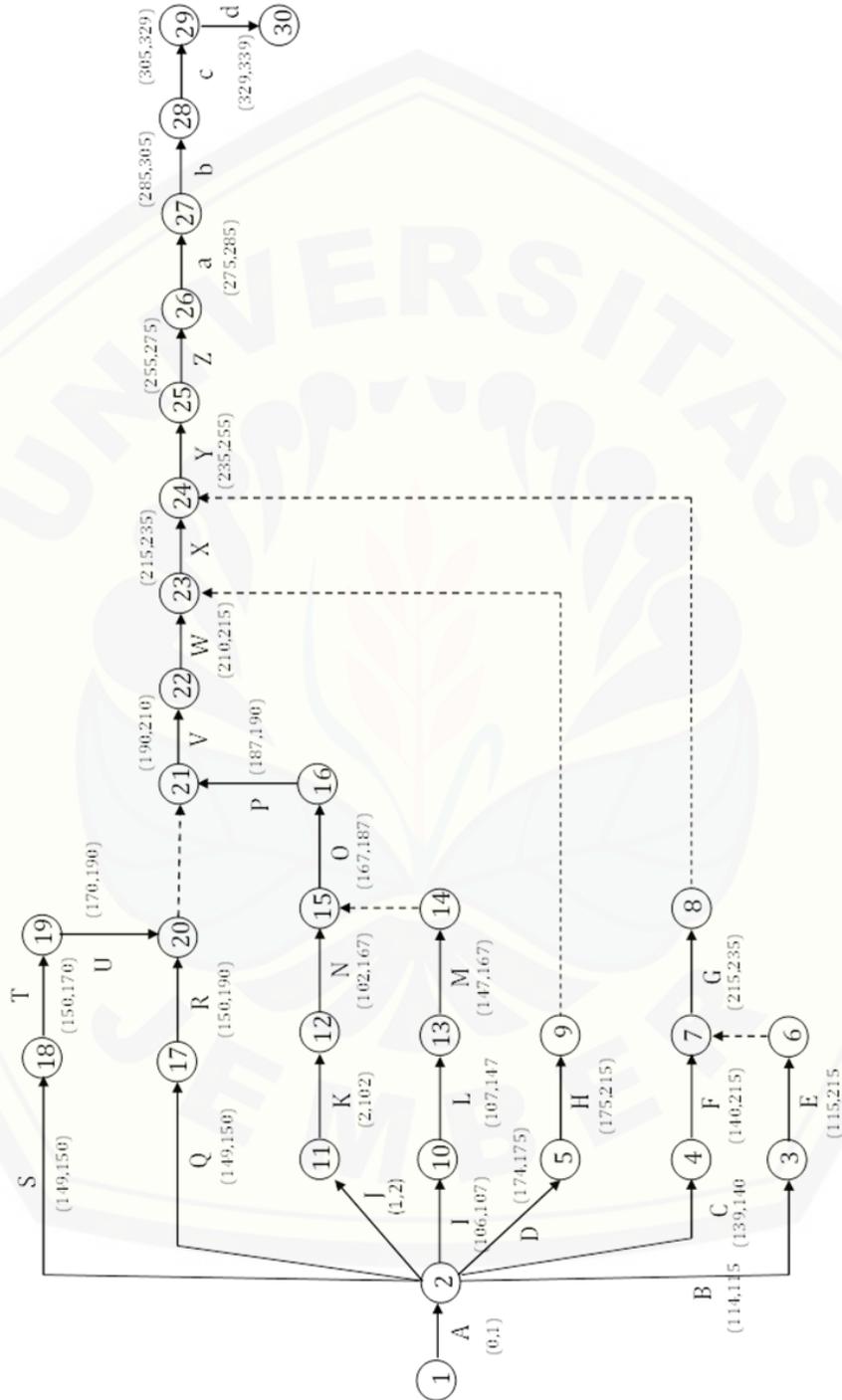
LAMPIRAN B. Rata-Rata Dan Variansi Estimasi Waktu PERT Pada Proses Pembuatan Gitar *Acoustic* CV.Butanza



LAMPIRAN C. Nilai EST Dan EFT Digambarkan dalam Diagram Jaringan



LAMPIRAN D. Nilai LST Dan LFT Digambarkan dalam Diagram Jaringan



LAMPIRAN E. Diagram Jaringan Kerja Proses Pembuatan Gitar *Accoustic* CV. Butanza Lintasan Kritis Ditunjukkan Oleh Arah Panah Tebal

