

ANALISIS *PERT* DAN *CPM* untuk pesanan khusus

Pada cv. Batik surya kencana

Yogyakarta



Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat untuk

Mencapai Gelar Sarjana Ekonomi Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi

Universitas Sebelas Maret Surakarta

DISUSUN OLEH :

FX. DWI ANTARA AGUNG WIDADA

F. 1202028

FAKULTAS EKONOMI

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2004

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul :

ANALISIS *PERT* DAN *CPM* UNTUK PESANAN KHUSUS
PADA CV. BATIK SURYA KENCANA
YOGYAKARTA

Surakarta, Oktober 2004

Disetujui dan diterima oleh

Pembimbing

(Drs. Atmaji, MM)
NIP 131 472 197

HALAMAN PENGESAHAN

Telah disetujui dan diterima dengan baik oleh team penguji Skripsi Fakultas Ekonomi Universitas Sebelas Maret guna melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ekonomi Jurusan Manajemen

Surakarta, November 2004

Tim Penguji Skripsi :

- | | |
|---|------------|
| 1. <u>Reza Rahardian, SE, MSi</u> | (.....) |
| NIP. 132 282 689 | Ketua |
| 2. <u>Drs. Atmaji, MM</u> | (.....) |
| NIP. 131 472 197 | Pembimbing |
| 3. <u>Ahmad Ikhwan Setiawan, SE, MT</u> | (.....) |
| NIP. 132 282 732 | Anggota |

ABSTRAK

FX. Dwi Antara Agung Widada
NIM. F 1202028

ANALISIS *PERT* DAN *CPM* UNTUK PESANAN KHUSUS PADA CV. BATIK SURYA KENCANA YOGYAKARTA

Masalah yang hendak dicari jawabannya dalam penelitian ini adalah ; pertama, mengetahui waktu yang diharapkan (*expected time*) bagi penyelesaian seluruh aktivitas pekerjaan dalam proses produksi proyek pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana. Kedua, mengetahui aktivitas-aktivitas pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis. Ketiga, mengetahui aktivitas-aktivitas yang dapat ditunda dalam penyelesaian pesanan khusus tersebut. Keempat, mengetahui besarnya biaya pengerjaan pesanan khusus jika dilakukan percepatan. Sehubungan dengan masalah tersebut diajukan hipotesis bahwa dengan menggunakan *PERT* dan *CPM* efisiensi proses produksi pada proyek akan dapat ditingkatkan.

Sejalan dengan masalah dan hipotesis penelitian, maka penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan *PERT* dan *CPM* yang bertujuan untuk mengetahui berbagai alternatif penyelesaian pesanan khusus.

Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu yang diharapkan (*Expected time*) bagi penyelesaian seluruh aktivitas pekerjaan tersebut adalah 159,5 jam. Aktivitas-aktivitas pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis adalah A-D-E-F-G-H-I-J-M-N-O-P-Q-R-T-V-Y-a-b-c-i-j. Aktivitas-aktivitas yang dapat ditunda dalam penyelesaian pesanan khusus tersebut B dan C dapat ditunda 3,5 jam, K dan L dapat ditunda 1 jam, S dapat ditunda 16 jam, U dapat ditunda 12 jam, W dan X dapat ditunda 21 jam, Z dapat ditunda 36 jam, dan d, e, f, g, dan h dapat ditunda 125,5 jam. Besarnya biaya pengerjaan pesanan khusus jika dilakukan percepatan, yaitu penyelesaian pesanan khusus dengan percepatan seluruh aktivitas adalah Rp. 875.500,00, percepatan pada jalur kritis adalah Rp. 792.000,00, percepatan pertama pada jalur kritis baru adalah Rp. 795.000,00, dan percepatan kedua pada jalur kritis baru adalah Rp. 800.000,00.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka diajukan saran-saran ; Jika diperlukan percepatan, sebaiknya perusahaan memilih program percepatan pada jalur kritis dan jalur kritis baru (percepatan maksimal), tetapi jika tidak didesak oleh waktu sebaiknya menggunakan program normal; dalam proses produksi dengan *PERT* dan *CPM* harus ditempatkan supervisor guna pengawasan agar proses produksi berjalan sesuai rencana dan kelonggaran waktu (*slack*) dimanfaatkan dengan baik; percepatan sebaiknya melibatkan secara langsung karyawan serta mempertimbangkan “*trade-off*” waktu dan biaya; kriteria kualitas dan hasil yang telah disepakati dengan konsumen harus benar-benar disepakati.

MOTTO

Berhentilah sejenak untuk berpikir, karena itu merupakan sumber kekuatan.

Berhentilah sejenak untuk membaca, karena itu merupakan pondasi kebijakan.

Berhentilah sejenak untuk diam, karena itu merupakan pondasi untuk mencari Tuhan.

Berhentilah sejenak untuk bermimpi, karena itu merupakan masa depan, dan ;

Berhentilah sejenak untuk berdoa, karena itu merupakan kekuatan yang paling besar di bumi.

(Anonymous)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

1. Jesus kristus dan Bunda Maria.
2. Kedua orang tuaku tercinta (terimakasih atas kasih sayangnya).
3. Teman-teman terkasih.
4. Almamaterku.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat serta karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul : “**ANALISIS *PERT* DAN *CPM* UNTUK PESANAN KHUSUS PADA CV. BATIK SURYA KENCANA YOGYAKARTA**”.

Skripsi ini disusun sebagai tugas akhir yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ekonomi Manajemen pada Fakultas Ekonomi Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan, serta kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dra. Salamah Wahyuni, SU, selaku Dekan Fakultas Ekonomi Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Drs. Imam Mahdi, selaku Ketua Jurusan Manajemen.
3. Bapak Drs. Imam Priyono, SU, selaku pembimbing akademi.
4. Bapak Drs. Atmaji, MM, selaku pembimbing skripsi.
5. Bapak/Ibu dosen yang dengan ikhlas membagi ilmunya, karyawan/karyawati atas bantuannya selama penulis menjadi mahasiswa hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Utari Indramadji selaku pimpinan perusahaan CV. Batik Surya Kencana Yogyakarta serta staf karyawan yang memberi bantuan dalam penelitian.

7. Bapak dan Ibu tercinta yang mendukung penulis dalam doa, bantuan moral spiritual, serta semangat untuk menyelesaikan skripsi.
8. Adeku Nuraefi thank's for your spirit n' inspiration.
9. Teman-teman Kost Putra Manut Heri, Heru, Yogi, Komet, Adi, Ipin, Kris, Dwi, Yanto, Arif, Topan, Oni, Mas Irwan, Heri SE, Anggoro, Riawan.
10. Teman-teman seperjuangan ; Aji, Seno, Dodik, Yuni, Nina, Rinda, Watik, Pepe, Memey, Kiky, Safri, Okta, Pacitan Touring Club, dan yang lain terima kasih atas bantuannya.
11. Semua pihak yang belum disebutkan satu persatu di sini yang telah membantu hingga terselesaikannya studi di ekstensi manajemen.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Untuk itu, Penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca yang bersifat membangun.

Penulis berharap semoga hasil karya ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Surakarta, Oktober 2004

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Manajemen Produksi	5
B. Manajemen Proyek	9
C. Organisasi proyek	13
D. <i>PERT</i> dan <i>CPM</i>	13
E. Efisiensi	22

	F. Kerangka Pemikiran	25
BAB	III METODOLOGI PENELITIAN	
	A. Desain Penelitian	30
	B. Instruman Penelitian	32
	C. Sumber Data	33
	D. Metode pengumpulan Data	34
	E. Metode Analisis Data	35
BAB	IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
	A. Gambaran Umum Perusahaan	41
	B. Analisis dan Pembahasan	62
BAB	V KESIMPULAN DAN SARAN	
	A. Kesimpulan	117
	B. Saran	118
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Setiap perusahaan didirikan untuk mencapai tujuan yang sama, yaitu memperoleh keuntungan/laba, mempertahankan kelangsungan hidup, dan terus berkembang. Untuk mencapai tujuan tersebut, perusahaan harus dapat menjalankan kinerjanya secara efisien dan menggunakan sumber daya yang tersedia dengan maksimal. Dalam hal ini manajemen perusahaan mempunyai peran untuk menetapkan kebijaksanaan dan strategi perusahaan agar dapat mencapai sasaran serta tujuan yang telah ditentukan.

Produksi/Operasi sebagai salah satu fungsi manajemen yang memfokuskan kegiatannya pada penciptaan barang dan jasa dalam organisasi perusahaan kadang-kadang melaksanakan proyek-proyek khusus, sebagai contoh pengerjaan pesanan khusus, perencanaan produk baru, perencanaan kampanye promosi, penentuan jumlah buruh optimal dalam suatu pabrik, pengkoordinasian dan pemeliharaan instalasi, perluasan gedung/bangunan pabrik, pemasangan fasilitas, dan lain-lain.

Dalam melakukan produksi perusahaan memerlukan perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian, karena menyangkut berbagai macam aktivitas. Pelaksanaan aktivitas dalam perusahaan, termasuk proses produksi pesanan khusus diarahkan pada tujuan yang ingin dicapai dengan penggunaan sumber daya secara efisien. 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 ketidakmampuan perusahaan menyelesaikannya sesuai dengan jadwal yang telah 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. Proses produksi yang selesai di luar batas waktu yang telah direncanakan akan memerlukan biaya di luar anggaran. Proses produksi juga dapat dipercepat dari waktu normal dengan konsekuensi peningkatan biaya untuk mempercepat aktivitas dalam jaringan kerja.

PERT (Program Evaluation and Review Technique) dan *CPM (Critical Path Method)* dapat digunakan oleh manajer produksi/operasi 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.

Dengan latar belakang di atas, maka penulis memilih judul “ANALISIS *PERT* DAN *CPM* UNTUK PESANAN KHUSUS PADA CV. BATIK SURYA KENCANA YOGYAKARTA”.

Rumusan Masalah

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

1. Berapa waktu yang diharapkan (*expected time*) bagi penyelesaian aktivitas pekerjaan dalam produksi pesanan khusus ?
2. Aktivitas-aktivitas pekerjaan apakah yang termasuk dalam jalur kritis pada proses produksi pesanan khusus ?
3. Aktivitas-aktivitas apa yang dapat ditunda dalam penyelesaian pesanan khusus tersebut?
4. Berapa biaya pengerjaan pesanan khusus jika dilakukan percepatan ?

Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini penulis melakukan studi kasus pada CV. BATIK SURYA KENCANA (*Batik Factory and Art Shop*) yang berlokasi di Ngadinegaran MJ 3 / 133 Yogyakarta. Perusahaan tersebut memiliki berbagai produk kain batik cap dan tulis untuk bahan pakaian, sarung, taplak meja, sapu tangan, serta berbagai suvenir khas Yogyakarta. Penelitian ini membatasi masalah pengerjaan salah satu pesanan khusus batik tulis tradisional pada CV. BATIK SURYA KENCANA tersebut.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

1. Waktu yang diharapkan (*expected time*) bagi penyelesaian aktivitas pekerjaan dalam produksi pesanan khusus.
2. Aktivitas-aktivitas pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis pada proses produksi.
3. Aktivitas-aktivitas apa yang dapat ditunda dalam penyelesaian pesanan khusus tersebut.
4. Besarnya biaya pengerjaan pesanan khusus jika dilakukan percepatan.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat bagi :

Perusahaan

Hasil penelitian ini diharapkan berguna sebagai masukan dan pertimbangan dalam melakukan manajemen proyek.

Bagi Universitas

Penelitian ini diharapkan dapat menambah bahan referensi dan sumber informasi bagi penelitian selanjutnya.

Bagi Penulis

Penelitian ini merupakan pengembangan cara berpikir analitis dan ilmiah serta menambah wawasan dengan menerapkan ilmu yang diperoleh dari bangku kuliah.

Bagi Pihak Lain

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Manajemen Produksi

1. Produksi

Produksi di dalam suatu perusahaan akan merupakan suatu kegiatan yang cukup penting. Bahkan di dalam berbagai macam pembicaraan, dikatakan bahwa produksi adalah merupakan dapurnya perusahaan. Apabila kegiatan produksi dalam suatu perusahaan terhenti, maka kegiatan dalam perusahaan tersebut akan ikut terhenti pula karenanya. Demikian pula seandainya terdapat berbagai macam hambatan yang mengakibatkan tersendatnya kegiatan produksi dalam suatu perusahaan, maka kegiatan dalam perusahaan tersebut akan terganggu.

Sedemikian pentingnya kegiatan produksi dalam suatu perusahaan sehingga sudah menjadi hal yang sangat umum jika perusahaan-perusahaan akan selalu memperhatikan kegiatan produksi dalam perusahaan tersebut.

“Produksi diartikan sebagai kegiatan yang dapat menimbulkan tambahan manfaat atau penciptaan faedah baru (Ahyari, 1994:6)”. Faedah/manfaat ini dapat terdiri dari beberapa macam, misalnya faedah bentuk, faedah waktu, faedah tempat, serta kombinasi dari beberapa faedah tersebut.

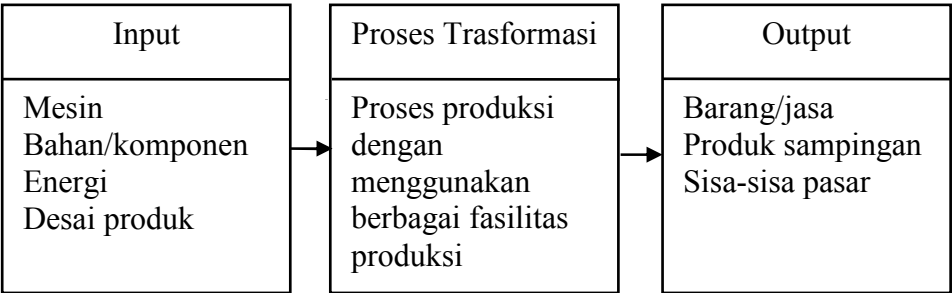
Apabila terdapat suatu kegiatan yang dapat menimbulkan manfaat baru, atau mengadakan penambahan dari manfaat yang sudah ada, maka kegiatan tersebut akan disebut sebagai kegiatan produksi. Apapun manfaat atau kegunaan yang dihasilkannya, hal ini tidaklah menjadi persoalan.

Dengan demikian yang dinamakan dengan kegiatan produksi akan terdiri dari berbagai macam kegiatan yang beraneka ragam serta mempunyai variasi yang sangat banyak. Sehingga apapun bentuk dan macam dari kegiatan yang dilaksanakan jika dapat menambah manfaat atau menciptakan manfaat baru, kegiatan yang bersangkutan itu dapat disebut sebagai kegiatan produksi.

2. Proses Produksi

“Proses produksi dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan dengan melibatkan tenaga manusia, bahan, serta peralatan untuk menghasilkan produk yang berguna (Yamit, 1998:116)”.

Dari definisi di atas, dapat dilihat bahwa proses produksi pada hakekatnya adalah proses pengubahan (*trasformasi*) dari bahan atau komponen (*input*) menjadi produk lain yang mempunyai nilai lebih tinggi atau dalam proses terjadi tambahan nilai, seperti ditunjukkan dalam gambar di bawah ini:



Gambar 1 Proses Produksi

Sumber : Yamit.,1998:116

Gambar tersebut memperlihatkan bahwa setelah semua unsur input yang dibutuhkan tersedia, maka proses produksi dapat dimulai yang meliputi proses pembuatan dalam unit-unit *prosesing* maupun dalam unit-unit perakitan dengan prosedur yang benar dan dikontrol untuk mendapatkan kesesuaian dengan desain yang telah ditetapkan. Proses produksi akan berakhir ketika pada produk yang dihasilkan dilakukan pengepakan untuk dikirim ke konsumen.

3. Pengertian Manajemen Produksi dan Operasi

Manajemen produksi dan operasi telah mengalami perubahan yang cukup drastis sejalan dengan perkembangan inovasi teknologi yang tumbuh dengan sangat cepat. Keadaan ini menuntut kegiatan/aktivitas produksi dan operasi harus memperhatikan prinsip efisiensi. Manajemen produksi dan operasi tidak saja sebagai alat untuk mengendalikan urutan input-output sebagai hubungan yang dinamis, tetapi merupakan keseluruhan sistem yang berlandaskan pada konsep pendekatan sistem.

Manajemen produksi dan operasi berurusan dengan desain, perencanaan, pengorganisasian, dan pengawasan dari sumber-sumber untuk menyediakan barang-barang dan jasa sehingga dapat mempertemukan keinginan konsumen dengan tujuan organisasi.

Manajemen produksi dan operasi merupakan usaha-usaha pengelolaan secara optimal terhadap sumber daya-sumber daya (faktor-faktor produksi) –tenaga kerja, mesin-mesin, peralatan, bahan mentah, dan sebagainya- dalam proses transformasi bahan mentah dan tenaga kerja menjadi berbagai produk dan jasa. Para manajer produksi dan operasi mengarahkan berbagai (*input*) agar dapat memproduksi

berbagai keluaran (*output*) dalam jumlah, kualitas, harga, waktu dan tempat tertentu sesuai dengan permintaan konsumen.

Dari uraian di atas, maka manajemen produksi dan operasi dapat didefinisikan sebagai pelaksanaan kegiatan manajerial yang dibawakan dalam pemilihan, perancangan, pembaharuan, pengoperasian, dan pengawasan sistem-sistem produktif. (Chase dan Aquilano, 1998:4).

Kegiatan-kegiatan tersebut secara ringkas dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Pemilihan adalah keputusan strategik yang menyangkut pemilihan proses melalui mana berbagai barang atau jasa akan diproduksi atau disediakan.
- b. Perancangan adalah keputusan-keputusan taktikal yang menyangkut kreasi metoda-metoda pelaksanaan suatu operasi produksif.
- c. Pembaharuan adalah implementasi perbaikan-perbaikan yang diperlukan dalam sistem produksi berdasarkan perubahan-perubahan permintaan, tujuan-tujuan organisasional, teknologi dan manajemen.
- d. Pengoperasian adalah keputusan-keputusan perencanaan tingkat keluaran jangka panjang atau dasar *forecast* permintaan dan keputusan-keputusan *shceduling* pekerjaan dan pengalokasian karyawan jangka pendek.
- e. Pengawasan adalah prosedur-prosedur yang menyangkut pengambilan tindakan korektif dalam operasi-operasi produksi barang atau penyediaan jasa.

B. Manajemen Provek

1. Proyek

Suatu proyek merupakan aktivitas yang tersusun dalam suatu waktu yang secara jelas ditentukan waktu permulaan dan penyelesaiannya. Proyek didefinisikan sebagai aktivitas yang kompleks yang melibatkan koordinasi dari sejumlah bagian yang terpisah dari organisasi dan di dalamnya terdapat skedul dan syarat-syarat dimana kita harus bekerja. (Yamit, 1996:296).

Sebagai contoh : pengerjaan pesanan khusus, perencanaan produk baru, kampanye promosi, perluasan gedung/bangunan pabrik, pemasangan fasilitas, dan lain –lain.

Proyek memiliki karakteristik sebagai berikut :

- a. Jangka waktu suatu proyek mungkin bisa mingguan, bulanan, atau tahunan. Selama periode waktu tersebut, biaya-biaya proyek, teknologi, tenaga kerja, dan sumber-sumber lainnya bisa berubah dan mempengaruhi proyek tersebut.
- b. Sifatnya kompleks, melibatkan berbagai aktivitas yang saling berhubungan. Hal ini dapat dikatakan sebagai interaksi dari berbagai disiplin, berbagai tingkat eksekutif (pelaksana), dan perantara dari luar.
- c. Penundaan waktu penyelesaian dapat mempertinggi biaya Dalam pelaksanaan suatu proyek terdapat anggaran biaya untuk operasional yang berkaitan dengan waktu penyelesaian, sehingga jika terdapat penundaan, maka akan menumbulkan biaya diluar anggaran biaya yang telah ditetapkan.

- d. Merupakan suatu rangkaian yang berurutan yang memerlukan alternatif aktivitas yang didahulukan. Dengan demikian terdapat aktivitas-aktivitas yang secara pasti harus dilengkapi/diselesaikan sebelum aktivitas-aktivitas lain dimulai.
- e. Besarnya proyek meliputi luasnya investasi. Keputusan untuk melanjutkan proyek besar berarti bahwa koreksi pelaksanaan tidak dapat dengan mudah dilakukan, dan umpan balik informasi lambat dan sering terlambat.

Suatu aktivitas dalam suatu proyek biasanya dipandang sebagai suatu pekerjaan (*job*) yang dalam penyelesaiannya memerlukan waktu, tenaga, dan biaya.

Kegiatan/aktivitas proyek dapat diartikan sebagai salah satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan di maksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasarannya telah digariskan dengan jelas. (Soeharto, 1995:01).

Dalam suatu proyek yang memiliki aktivitas sangat kompleks maka akan menyebabkan semakin kompleks pula perencanaan dan pengelolaannya, sehingga memerlukan adanya manajemen proyek yang berguna untuk perencanaan, penjadwalan waktu, dan pengawasan, sehingga sasaran dapat tercapai sesuai dengan yang telah ditetapkan.

2. Proses Produksi Proyek khusus

Sesuai dengan namanya, proses produksi proyek khusus adalah merupakan suatu proses produksi yang dilaksanakan karena adanya beberapa program secara khusus atau adanya kepentingan khusus (Ahyari,1994:84).

Apabila proses produksi yang dilaksanakan dalam suatu program tersebut telah selesai, maka ini berarti proses produksi tersebut sudah selesai pula. Dengan demikian proses produksi proyek khusus ini akan merupakan suatu proses produksi yang apabila produk yang diharapkan sudah selesai dikerjakan akan berarti proses tersebut dapat segera diakhiri. Pada umumnya proses produksi semacam ini akan dilaksanakan sehubungan dengan adanya permintaan atau order yang bersifat khusus.

3. Pengertian Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan suatu cabang khusus dalam manajemen. Bidang ini tumbuh dan berkembang karena adanya kebutuhan dalam dunia industri modern untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kompleks.

“Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan (Soeharto, 1995:24)”

Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan lingkup-lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan penyelenggaraan proyek. (Soeharto, 1995:49).

Secara umum manajemen proyek mempunyai tahapan sebagai berikut :

a. Perencanaan

Tahapan ini meliputi : identifikasi kegiatan, perkiraan waktu aktivitas, dan hubungan logika ketergantungan antar aktivitas. Dalam *Critical Path Method (CPM)* dan *Program Evaluation and Review Technique (PERT)* tahap ini menghasilkan diagram matrik.

b. Skeduling

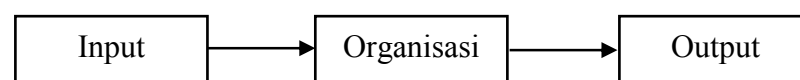
Berdasarkan tahap perencanaan dibuatlah skedul sumber daya yang diperlukan seperti : tenaga kerja, mesin, dan uang untuk setiap aktivitas.

c. Pengawasan

Tahap ini meliputi laporan perkembangan proyek, memperbaharui diagram matrik dalam menghadapi setiap terjadi perubahan selama proyek berlangsung.

C. Organisasi Proyek

Pada prinsipnya suatu organisasi merupakan wadah sebagai tempat untuk bekerja sama di bawah pimpinan (*manager*) organisasi tersebut dalam rangka mencapai tujuan (*objectives*) organisasi (perusahaan). Ibarat suatu mesin, organisasi mengubah masukan atau input yang terdiri dari *men*, *money*, dan *material* untuk mencapai keluaran atau output. Hal tersebut diilustrasikan pada gambar di bawah ini :



Gambar 2 Organisasi yang Mengubah Input Menjadi Output

Sumber : Supranto, 1988:2

Organisasi Proyek dalam perusahaan bertujuan untuk menangani banyak pekerjaan dan sering kali dibubarkan pada saat proyek telah selesai. Organisasi proyek adalah cara yang efektif untuk mengumpulkan orang dan sumber daya fisik yang diperlukan untuk waktu yang terbatas untuk menyelesaikan proyek tertentu atau tujuan. (Render dan Heizer, 2001:504-505).

Dalam menangani pelaksanaan proyek, manajer harus mengatur semua kebutuhan proyek, dan semua unit organisasi harus diarahkan untuk mencapai tujuan proyek.

D. Program Evaluation and Review Technique (PERT) dan Critical Path Method (CPM)

1. Asal usul perencanaan jaringan

Frederick Taylor mengemukakan pentingnya pemakaian cara-cara ilmiah dalam pemecahan masalah manajemen produksi dan operasi. Ia mengatakan bahwa metode ilmiah dapat dan harus digunakan dalam Manajemen Produksi dan Operasi, dalam membimbing dan mengerjakan kegiatan dalam proses produksi. Dalam rangka ini Frederick terkenal

sebagai bapak manajemen ilmiah (*scientific management*) (Assauri, 1999:7).

Pendekatan ilmiah memunculkan Riset Operasi (*Operation Research*) untuk mengatasi persoalan-persoalan optimisasi di dalam memecahkan permasalahan manajemen suatu organisasi.

Pengertian Riset Operasi, adalah riset dengan penerapan metode ilmiah melalui suatu tim secara terpadu untuk memecahkan permasalahan yang timbul dalam kegiatan operasi suatu sistem organisasi agar diperoleh pemecahan yang optimum (Supranto, 1988:3).

Riset Operasi berperan sebagai alat atau teknik untuk memecahkan persoalan pencapaian output yang optimum dengan input yang serba terbatas dengan menggunakan metode ilmiah. Tujuannya adalah memecahkan masalah bagaimana caranya dalam keadaan input yang serba terbatas perusahaan harus dapat mencapai pemecahan yang optimum.

Optimisasi berarti mencakup maksimisasi dan minimisasi, yaitu mencari pemecahan yang maksimum (jumlah penerimaan hasil penjualan, jumlah hasil keuntungan) atau yang minimum (jumlah kerugian, jumlah biaya transportasi, lamanya menunggu untuk menerima pelayanan/antri, lamanya waktu penyelesaian proyek, jumlah biaya proyek).

Berdasarkan survei yang dilakukan Turban, E pada tahun 1972, diketahui Teknik Riset Operasi yang paling sering dipergunakan perusahaan-perusahaan di Amerika Serikat adalah sebagai berikut :

Tabel II.1 Penggunaan Riset Operasi

Teknik		Jumlah proyek	Frekuensi penggunaan (%)
Dynamik linear	Analisis Statistik	63	29
	Simulasi	54	25
	Program Linear	41	19
	Teori Persediaan	13	6
	PERT/CPM	13	6
	Program	9	4
	Program Non	7	3
		2	1
		2	1
	Queving	13	6
	ProgramHeuristic		
	Miscellaneous		

Sumber : Supranto, 1988:11

Dari hasil survei tersebut dapat diketahui bahwa *PERT* dan *CPM* menempati urutan ke lima, yang berarti pada tahun 1972 *PERT* digunakan oleh 13 proyek di Amerika Serikat dengan frekuensi penggunaan 6%.

Metode perencanaan jaringan dikembangkan secara terpisah oleh kelompok yang berlainan. *PERT (Program Evaluation and Review Technique)* merupakan metode perencanaan dan pengendalian yang dikembangkan oleh Angkatan Laut Amerika Serikat untuk melaksanakan proyek peluru kendali Polaris yang merupakan proyek yang paling kompleks. Sedangkan *CPM (Critical Path Method)* dikembangkan oleh Perusahaan Du Pont Company untuk pelaksanaan proyek pengendalian pemeliharaan pabrik-pabrik kimia. Metode ini akhirnya di terapkan juga secara luas oleh Du Pont untuk melaksanakan banyak fungsi teknik.

2. Pengertian *PERT* dan *CPM*

PERT (Program Evaluation and Review Technique) dan *CPM (Critical Path Method)* merupakan suatu metode analitik yang dirancang untuk membantu dalam penjadwalan dan pengawasan kompleks yang memerlukan kegiatan-kegiatan tertentu yang harus dijalankan dalam urutan tertentu, dan kegiatan-kegiatan itu mungkin tergantung pada kegiatan-kegiatan lain (Handoko, 1993:401).

PERT dan *CPM* merupakan metode untuk mempercepat waktu penyelesaian suatu proyek atau paling tidak selesai tepat pada waktunya (*Completion of projects on time*). Jadi merupakan metode untuk penjadwalan (*scheduling*) dan penganggaran

(*budgeting*) berbagai sumber (*resources*) antara lain waktu, tenaga, dan biaya, serta sekaligus tercapainya tujuan seperti yang diharapkan.

PERT dan *CPM* pada dasarnya merupakan metode yang berorientasi waktu, dalam arti bahwa keduanya akan berakhir dengan penentuan penjadwalan waktu (*a time schedule*). Kedua teknik tersebut terdiri dari tiga tahap, yaitu :

a. Perencanaan

- 1). Memecahkan/menguraikan proyek menjadi kegiatan-kegiatan (*activities*).
- 2). Perkiraan waktu kegiatan-kegiatan dalam suatu proyek.
- 3). Diagram jaringan kerja (*network*) dinyatakan dalam simpul (*node*) dan anak panah (*arrow*).

b. Penjadwalan

- 1). Menunjukan waktu mulai dan selesainya setiap kegiatan serta hubungannya satu sama lain dalam proyek.
- 2). Menunjukan kegiatan-kegiatan yang kritis dilihat dari segi waktu.
- 3). Menunjukan banyaknya waktu mengambang (*slack*) yang dapat dipergunakan ketika kegiatan tertunda atau kalau sumber daya yang terbatas dipergunakan secara efektif (mencapai sasaran/tujuan yang dikehendaki).

c. Pengontrolan/pengawasan

- 1). Penggunaan diagram simpul atau anak panah dan waktu mulai serta selesainya kegiatan untuk membuat laporan kemajuan secara periodik
- 2). Jaringan kerja (*network*) perlu diperbaharui dan dianalisis, dan jika perlu suatu jadwal baru ditentukan.

PERT menggunakan tiga perkiraan untuk masing-masing aktivitas, yaitu waktu optimis, waktu realistis, dan waktu pesimis. Sedangkan *CPM* membuat asumsi bahwa waktu aktivitas diketahui dengan kepastian dan oleh sebab itu hanya satu faktor waktu diberikan untuk masing-masing aktivitas (Render dan Heizer, 2001:507).

PERT dilandasi oleh perkiraan waktu-waktu kegiatan yang mungkin dapat dicapai (*probabilistic estimates of activity times*), dan ini menghasilkan suatu jalur yang diperkirakan mungkin ada (*a probabilistic path*) dalam suatu jaringan kegiatan dan waktu penyelesaian proyek yang mungkin dapat dicapai (*a probability project completion time*). Tetapi *CPM* mengasumsikan waktu-waktu kegiatan yang konstan atau yang sudah ditentukan.

Bila *CPM* mempergunakan perkiraan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka *PERT* direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan

PERT memakai pendekatan yang menganggap bahwa waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (*range*), yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. *PERT* juga

memperkenalkan parameter lain yang mencoba mengukur ketidakpastian tersebut secara kuantitatif, seperti “deviasi standar” dan varian. Dengan demikian, metode ini memiliki cara yang spesifik untuk menghadapi hal tersebut yang memang hampir selalu terjadi pada kenyataannya dan mengakomodasinya dalam berbagai bentuk perhitungan.

Metode *PERT* mempunyai kelemahan pada ketepatan dalam menentukan tiga estimasi waktu yang digunakan, sering dijumpai estimator menggunakan angka-angka yang jauh dari realistis karena kurang pengalaman dalam bidangnya. Hasil perhitungan akhir akan jauh berbeda hanya karena estimator yang satu bersikap optimis dan yang lain konservatif.

“Selain adanya perbedaan seperti yang diuraikan di atas, *PERT* maupun *CPM* pada dasarnya memiliki persamaan dalam cara mengidentifikasi jalur kritis, *slack* atau *float* (Imam Soeharto, 1995: 194)”.

Perbandingan antara *PERT* dan *CPM* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel II.2 Perbandingan *PERT* dan *CPM*

Penomena	<i>PERT</i>	<i>CPM</i>
1. Estimasi kurun waktu kegiatan	probabilistik, tiga angka	deterministik, satu angka
2. Arah orientasi		ke kegiatan
3. Identifikasi jalur kritis dan <i>float</i>	ke	
4. Kurun waktu penyelesaian proyek	peristiwa/kejadian	cara sama
5. Kemungkinan (probability)		dengan <i>PERT</i>

mencapai target jadwal	dengan	
6. Menganalisis jadwal yang ekonomis	hitungan maju dan mundur	ditandai dengan suatu angka tertentu
	angka tertentu ditambah varians	hitungan/analisis untuk maksud tersebut tidak ada
	dilengkapi cara khusus untuk itu	prosedurnya jelas
	mungkin perlu dikomunikasikan ke <i>CPM</i> dahulu	

Sumber : Soeharto, 1995:238

Prosedur yang terdapat dalam *PERT* dan *CPM* adalah sebagai berikut :

- a. Mendefinisikan proyek dan semua aktivitas atau tugas yang signifikan.
- b. Membuat keterkaitan antara aktivitas-aktivitasnya. Putuskan mana aktivitas yang harus mendahului dan mana yang harus mengikuti yang lain.
- c. Menggambar jaringan yang menghubungkan semua aktivitas.

- d. Membebaskan estimasi waktu dan atau biaya kemasing-masing aktivitas.
- e. Hitunglah jalur waktu paling panjang melalui jaringan itu; ini disebut jalur kritis.

Gunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

3. Pertimbangan Biaya Dalam *PERT* dan *CPM*

Aspek biaya diperhitungkan dalam *PERT* dan *CPM* dengan jalan mendefinisikan hubungan biaya (*cost*) dengan lamanya kegiatan dalam proyek, dimana biaya yang dimaksud ialah biaya langsung (*direct cost*). Biaya tudak langsung untuk keperluan administrasi dan supervisi tidak dimasukan.

Waktu proses produksi dalam proyek dapat diperpendek dengan menambah biaya, akan tetapi pengurangan waktu ini ada batasnya (*limit*). Usaha untuk memperpendek waktu dalam penyelesaian proyek menyangkut pengurangan waktu bagi kegiatan-kegiatan yang kritis saja.

Hasil penekanan suatu kegiatan mungkin menimbulkan suatu jadwal waktu yang baru dengan jalur kritis yang juga baru. Biaya yang berhubungan dengan jadwal baru biasanya lebih tinggi daripada jadwal yang sebelumnya.

4. Keuntungan serta Keterbatasan *PERT* dan *CPM*

Keuntungan dan keterbatasan *PERT* dan *CPM* sebagai berikut :

a. Keuntungan

- 1). Berguna pada beberapa tingkat manajemen proyek, terutama dalam penjadwalan dan pengendalian produk besar.

- 2). Kebenaran dalam konsep dan tidak begitu kompleks secara matematis.
 - 3). Menampilkan secara grafis dengan menggunakan jaringan untuk menunjukkan hubungan aktivitas proyek
 - 4). Jalur kritis dan analisis waktu mundur membantu menunjuk sesuatu dengan tepat yang perlu dilihat secara dekat/jelas.
 - 5). Jaringan yang dihasilkan memberikan dokumentasi proyek yang berguna dan secara grafis menunjuk siapa yang bertanggung jawab untuk aktivitas-aktivitas yang beragam.
 - 6). Dapat diterapkan ke variasi proyek dan industri yang lebih luas.
 - 7). Berguna dalam memonitor bukan hanya pada jadwal tapi juga biaya.
- b. Keterbatasan
- 1). Aktivitas proyek harus didefinisikan secara jelas, independen, dan stabil dalam hubungan di antaranya.
 - 2). Hubungan preseden harus di tunjukan dan di kaitkan secara bersama-sama.
 - 3). Perkiraan waktu cenderung subjektif dan menjadi subjek bagi manajer untuk berbuat curang yang takut akan bahaya akan terlalu optimis atau tidak cukup pesimis.
 - 4). Bahaya yang melekat karena terlalu banyak menekan ditempatkan di jalur yang paling panjang, atau paling kritis. Dekat jalur kritis harus dimonitor sedekat mungkin.

E. Efisiensi

Dengan semakin canggihnya pelaksanaan proyek, maka diperlukan teknik dan metode yang sistematis agar tercapai efisiensi.

Efisiensi berarti setiap pelaksanaan suatu tugas dalam mencapai tujuan dikeluarkan korban yang sekecil mungkin. Korban dapat berupa uang, barang maupun waktu. Dengan demikian efisiensi merupakan derajat atau tingkat pengorbanan dari suatu kegiatan yang dilakukan untuk mencapai tujuan (Gitosudarmo, 1996:319).

Untuk mencapai efisiensi pada suatu proyek dengan *PERT* dan *CPM* maka dilakukan minimisasi pada waktu dan biaya pengerjaan proyek.

Dalam proses produksi dengan *PERT* dan *CPM* efisiensi dapat dicapai dengan melakukan perbandingan antara lamanya waktu penyelesaian dengan biaya. Perbandingan kuantitatif antara percepatan waktu penyelesaian dengan biaya percepatan dapat dilakukan untuk mendapatkan percepatan kegiatan-kegiatan dalam proses produksi dengan biaya terendah, dimana biaya yang dimaksud adalah biaya langsung (*Direct Cost*).

Konsep-konsep untuk mengurangi biaya seminimal mungkin ini dilandasi oleh biaya *versus* waktu kegiatan. Berbagai kegiatan yang berbeda memberikan respon yang berbeda terhadap perubahan biaya (percepatan).

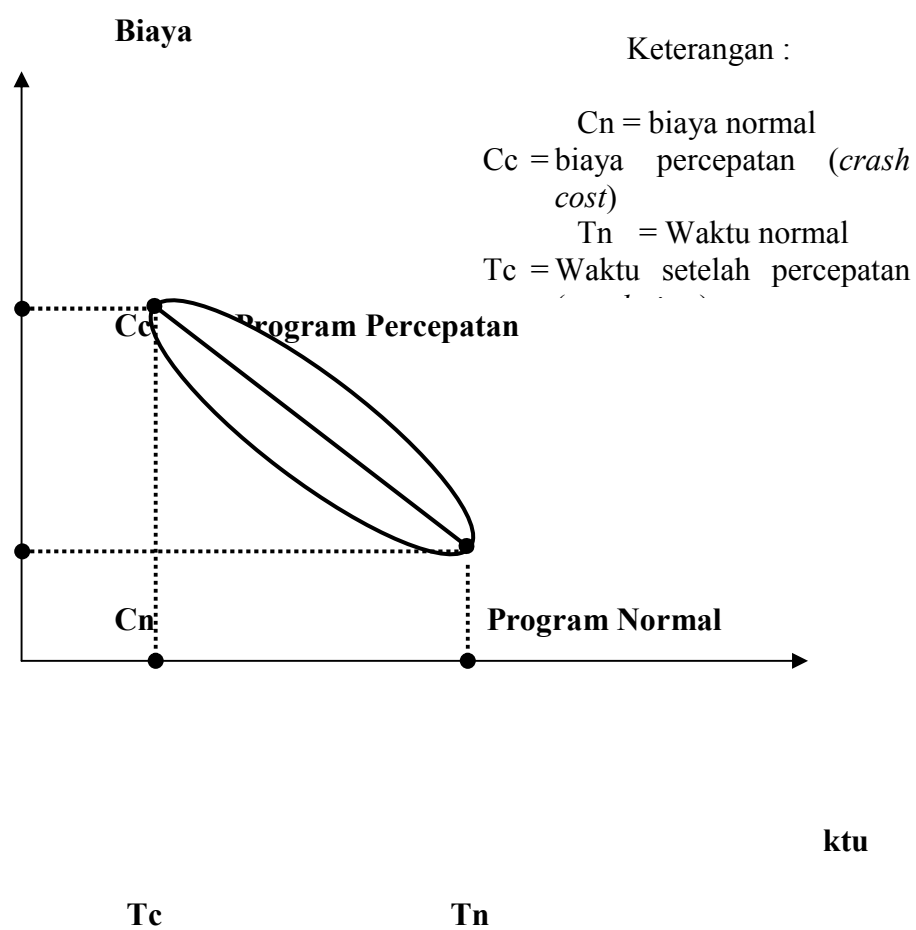
PERT/waktu dan *PERT*/biaya berjalan bersama-sama. *PERT*/biaya dibangun atas dasar konsep *CPM* dan dikembangkan dalam tahun 1962. Tidak seperti *PERT*/waktu, yang memusatkan pada pengukuran ketidak-pastian

estimasi waktu kegiatan. *PERT*/biaya menekankan usaha meminimalisasi biaya proyek. *PERT*/biaya akan selalu dihadapkan pada “*trade-off*” antara waktu dan biaya (sumber daya). Dimana dalam mengerjakan proyek lebih cepat dari waktu normal biasanya memerlukan biaya yang lebih besar ; dan semakin banyak waktu yang ingin dihemat, semakin besar pula biaya tambahan yang harus dibayar.

“Yang terpenting adalah mengintegrasikan waktu-waktu kegiatan dan biaya-biaya dalam *network* dan menentukan “*trade-off*” yang optimal” (Handoko, 1993:416). Agar berhasil dalam mencapai pengurangan waktu dengan biaya sekecil mungkin, perlu dilihat kegiatan kritis yang mempunyai koefisien arah (*slope*) sekecil mungkin, dalam hubungan waktu dan biaya tersebut.

Untuk mencapai efisiensi proses produksi dilakukan perhitungan agar dapat mengetahui adanya program normal dan program percepatan (*crash program*). Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan di bawah program normal disebut waktu normal, dan biaya yang terjadi disebut biaya normal. Sedangkan waktu minimum untuk menyelesaikan aktivitas disebut waktu percepatan (*crash time*); dan biaya yang berhubungan dengan waktu percepatan disebut biaya percepatan (*crash cost*). Dengan informasi tersebut dapat ditentukan “*trade-off*” antara waktu dan biaya.

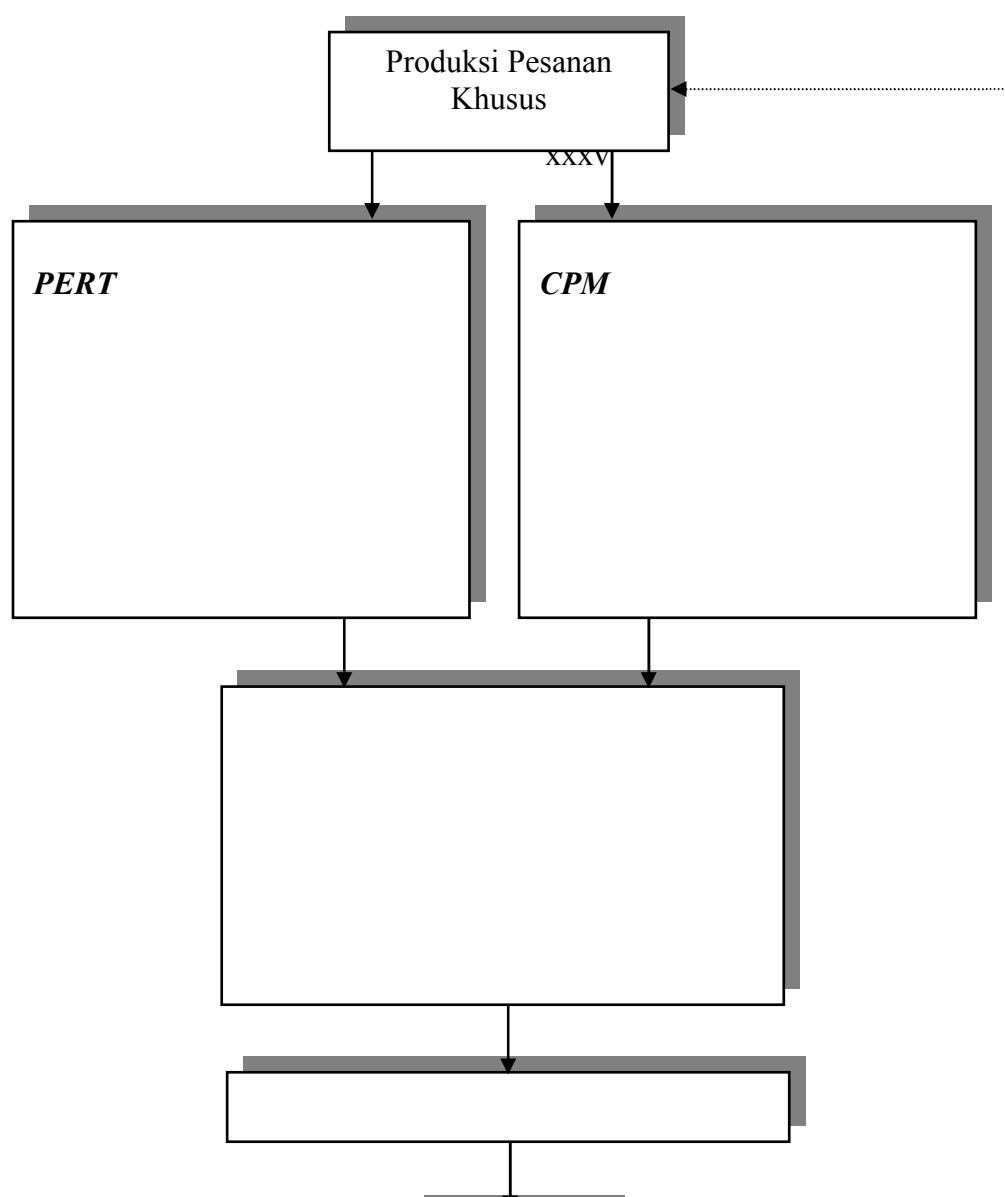
Kemiringan garis “*trade-off*” waktu/biaya menunjukkan biaya tambahan (*incremental cost*)- kenaikan biaya per unit pengurangan waktu. Dari “*trade-off*” waktu dan biaya dapat dicapai efisiensi dengan memilih waktu yang paling cepat dengan biaya yang paling minimal. Hal tersebut ditunjukkan dalam gambar di bawah ini :



Gambar 3 “*Trade-Off*” Antara Waktu dan Biaya

Sumber : Handoko:417.

F. Kerangka Pemikiran



Gambar 4 Kerangka Pemikiran

Produksi/Operasi merupakan salah satu fungsi manajemen dalam organisasi perusahaan yang memfokuskan kegiatannya pada penciptaan barang dan jasa. Dalam produksi terdapat proses produksi yang pada hakekatnya adalah proses pengubahan (*trasformasi*) dari bahan atau komponen (*input*) menjadi produk lain yang mempunyai nilai lebih tinggi atau dalam proses terjadi tambahan nilai. Proses produksi proyek khusus adalah merupakan suatu proses produksi yang dilaksanakan karena adanya beberapa program secara khusus atau adanya kepentingan khusus.

PERT (Program Evaluation and Review Technique) dan *CPM (Critical Path Method)* merupakan suatu metode analisis yang dirancang untuk membantu dalam penjadwalan dan pengawasan kompleks dalam produksi yang memerlukan aktivitas-aktivitas tertentu dan harus dijalankan dalam urutan tertentu, dan aktivitas-aktivitas itu mungkin tergantung pada kegiatan-kegiatan lain.

PERT menggunakan tiga perkiraan untuk masing-masing aktivitas, yaitu waktu *optimistis* (*to*), waktu *realistis* (*tm*), dan waktu *pesimistis* (*tp*). Setelah ketiga parameter tersebut diketahui, selanjutnya perkiraan lama waktu kegiatan atau sama dengan istilah rata-rata atau *mean* yang dapat diketahui dengan rumus :

$$\frac{to + 4tm + tp}{6}$$
. Dalam persamaan tersebut, setiap *to* dan *tp* mempunyai bobot satu

dan waktu normal/*realistis* (*tm*) memiliki bobot 4. Oleh karena itu total bobot adalah 6 (1 + 1 + 4) dan dibagi dengan 6 sebagai rata-rata bobot.

Langkah berikutnya adalah membuat diagram jaringan kerja (*network*) yang dinyatakan dengan diagram simpul (*nodes network*). Keseluruhan diagram

simpul memberikan suatu representasi grafis mengenai keterkaitan antara berbagai aktivitas suatu proyek.

Diagram simpul (*nodes network*) menggambarkan keterkaitan antara aktivitas proyek. Suatu simpul (*node*) biasanya dipergunakan untuk mewakili suatu aktivitas dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakannya. Hubungan suatu aktivitas dengan aktivitas sebelumnya ditunjukkan oleh adanya anak panah (*arrow*). Panjang anak panah tidak menggambarkan jangka waktu dari kegiatan itu. Anak panah menggambarkan apa yang dikerjakan mendahului, sebelum kegiatan dikerjakan.

Dalam menggambar diagram simpul (*nodes diagram*) harus diperhatikan bahwa setiap aktivitas hanya boleh diwakili oleh satu simpul saja dalam jaringan kerja (*network*).

CPM membuat asumsi bahwa waktu aktivitas diketahui dengan kepastian dan oleh sebab itu hanya satu faktor waktu diberikan untuk masing-masing aktivitas *CPM*. Langkah selanjutnya adalah membuat jaringan kerja (*network*), yang pada dasarnya memiliki persamaan dengan pembuatan jaringan kerja (*network*) pada *PERT*.

Langkah berikutnya adalah menganalisis jalur kritis dan waktu mengambang (*float or slack time*). Hal tersebut dimulai dengan penentuan lamanya waktu (*duration*) pada tiap-tiap aktivitas, yaitu mendapatkan waktu mulai paling awal ($ES = \text{earliest start time}$), waktu mulai aktivitas paling akhir ($LS = \text{latest start time}$), waktu penyelesaian aktivitas paling awal ($EF = \text{earliest$

finish time), dan waktu penyelesaian paling akhir ($LF = latest\ finish\ time$) dari setiap aktivitas.

Jalur kritis merupakan rantai aktivitas kritis yang menghubungkan titik dimulainya dan diakhirinya aktivitas dalam diagram simpul atau dengan singkat dapat dikatakan suatu jalur yang terdiri dari aktivitas-aktivitas yang kritis.

Setelah menentukan jalur kritis, tahap berikutnya adalah menghitung waktu mengambang (*float or slack time*) dengan rumus $S = LS - ES$ atau $S = LF - EF$ yang memungkinkan untuk melakukan penundaan pelaksanaan aktivitas tanpa menunda waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Dari langkah-langkah perhitungan di atas yang telah diselesaikan, maka dapat diketahui waktu yang diharapkan (*expected time*) bagi penyelesaian seluruh aktivitas pekerjaan, aktivitas-aktivitas pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis, dan mengetahui lama waktu aktivitas dapat ditunda tanpa menunda proses produksi secara keseluruhan.

Percepatan proses produksi dilakukan dengan membuat diagram *network* atas dasar waktu normal dan menghitung biaya percepatan setiap aktivitas, kemudian mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan mengutamakan aktivitas kritis yang memiliki biaya percepatan per satuan waktu terkecil. Langkah selanjutnya adalah menyusun kembali *network* yang baru dengan menggunakan waktu aktivitas yang dipercepat dan hitung jalur kritisnya kemudian bila memungkinkan dilakukan percepatan lagi.

Untuk mencapai efisiensi proses produksi pada proyek, maka dilakukan “*trade-off*” antara waktu dan biaya penyelesaian. Dari perhitungan di atas dapat

diketahui adanya program normal dan program percepatan (*crash program*). Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pada program normal disebut waktu normal, dan biaya yang terjadi disebut biaya normal. Sedangkan waktu minimum untuk menyelesaikan aktivitas disebut waktu percepatan (*crash time*); dan biaya yang berhubungan dengan waktu percepatan disebut biaya percepatan (*crash cost*). Dengan informasi tersebut dapat ditentukan “*trade-off*” antara waktu dan biaya.

Kemiringan garis “*trade-off*” waktu/biaya menunjukkan biaya tambahan (*incremental cost*)- kenaikan biaya per unit pengurangan waktu. Dari “*trade-off*” waktu dan biaya dapat dicapai efisiensi dengan memilih waktu yang paling cepat dengan biaya yang paling minimal.

BAB III

METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini digunakan metode ilmiah. Metode ilmiah akan berguna untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah dalam bidang ekonomi, khususnya pada proses produksi dengan tujuan pencapaian efisiensi.

Metode penelitian bisnis dapat diartikan sebagai cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid dengan tujuan dapat ditemukan, dibuktikan, dan dikembangkan suatu pengetahuan sehingga pada gilirannya dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah dalam bidang bisnis.

Memahami berarti memperjelas suatu masalah atau informasi dalam proses produksi yang tidak diketahui dan selanjutnya menjadi tahu. Memecahkan berarti

meminimalkan atau menghilangkan masalah, dan mengantisipasi berarti mengupayakan agar masalah tidak terjadi.

A. Desain Penelitian

Untuk menerapkan metode penelitian dalam praktek penelitian bisnis, maka digunakan desain penelitian yang sesuai dengan kondisi serta seimbang dengan dalam dan dangkalnya penelitian. Desain penelitian merupakan semua proses yang diperlukan dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian. Proses tersebut terdiri dari dua bagian, yaitu : perencanaan penelitian, dan pelaksanaan penelitian atau proses operasional penelitian. Proses perencanaan penelitian dimulai dari identifikasi, pemilihan serta rumusan masalah sampai dengan perumusan hipotesis serta kaitannya dengan teori dan kepustakaan yang ada, proses selebihnya merupakan tahap operasional dari penelitian.

Untuk mendapatkan desain penelitian yang ideal, yang merupakan perpaduan antara keputusan dan revisi, dimana suatu keputusan yang diambil selalu diiringi dengan pengaruh adanya keseimbangan dalam proses. Tiap keputusan harus disandarkan kepada metode ilmiah dan dalam menterjemahkan keputusan tersebut pada suatu prosedur operasional yang khas memerlukan seni dan keterampilan.

Pada penulisan skripsi ini digunakan desain penelitian deskriptif studi kasus. Penelitian deskriptif bertujuan untuk pencarian fakta dengan interpretasi yang tepat serta mengetahui proses-proses yang sedang berlangsung, dalam hal ini adalah proses produksi dan pengaruh dari suatu fenomena penerapan *PERT* dan *CPM* dalam proses produksi Batik Tulis.

Studi kasus (*Case Study*) adalah penelitian tentang status obyek yang berkenaan dengan suatu fase spesifik atau khas dari keseluruhan personalitas. obyek penelitian ini adalah lembaga yang merupakan badan usaha dengan bentuk CV yang bergerak dalam bidang *Factory and Art Shop*.

Studi kasus akan memberikan gambaran secara mendetail tentang latar belakang, sifat-sifat serta karakter yang khas dari kasus, ataupun struktur dari obyek penelitian.

Hasil dari penelitian deskriptif studi kasus ini akan merupakan kesimpulan yang hanya berlaku terbatas pada kasus yang diteliti yang diharapkan dapat digeneralisasi pada kasus-kasus yang sesuai.

Secara lebih jelas, langkah-langkah desain penelitian deskriptif studi kasus yang diterapkan adalah sebagai berikut :

Mengetahui status obyek yang diteliti, yaitu badan usaha dengan bentuk CV. yang bernama Batik Surya Kencana (*Batik Factory and Art Shop*) yang berlokasi di Ngadinegaran MJ 3 / 133 Yogyakarta.

Menetapkan segmen atau fase yang diteliti, yaitu proses produksi batik tulis dengan penekanan pada proses produksi pesanan khusus (proyek).

Membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai obyek dan fakta-fakta serta sifat-sifat dari proses produksi pada proyek dengan *PERT* dan *CPM*.

Mendapatkan makna dari penerapan *PERT* dan *CPM*.

Melakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisis yang dilakukan.

B. Instrumen Penelitian

Dari variabel waktu penyelesaian dan biaya penyelesaian, maka instrumen penelitian yang dipergunakan adalah

1. Alat ukur waktu

Untuk mengetahui waktu penyelesaian proses produksi, maka digunakan alat ukur waktu dengan satuan jam.

2. *Interview guide* (panduan wawancara).

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

- a. Produk yang akan diproduksi, yaitu pesanan khusus batik tulis.
- b. Aktivitas-aktivitas yang diperlukan dalam pengerjaan pesanan khusus dari permulaan sampai dengan selesainya secara keseluruhan.
- c. Waktu yang diperlukan dari setiap aktivitas dalam proses produksi.
- d. Urutan aktivitas-aktivitas untuk menyelesaikan produksi proyek pesanan khusus.
- e. Keseluruhan waktu dalam proses produksi.
- f. Biaya (*cost*) dari tenaga kerja untuk setiap aktivitas yang dilakukan.
- g. Biaya dari bahan baku dan peralatan yang digunakan.
- h. Metode *PERT* dan *CPM* dalam proses produksi.
- i. Pengukuran efisiensi yang mempergunakan “*trade-off*” antara waktu dan biaya dalam proses produksi proyek pesanan khusus.

C. Sumber Data

1. Data Primer

Data-data Primer diperoleh dari pihak-pihak (*responden*) yang berkompeten dalam perusahaan dan mengetahui secara pasti tentang informasi. Penulis melakukan pengumpulan data dari pimpinan produksi, karyawan, dan pekerja yang terlibat langsung dalam proses produksi pengerjaan batik tulis. Data primer yang diperlukan adalah tentang pengerjaan pesanan khusus.

2. Data Sekunder

Data-data sekunder diperoleh dari buku-buku referensi yang berkaitan serta memuat informasi yang diperlukan dalam penulisan skripsi ini, yaitu tentang *PERT* dan *CPM*.

D. 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 :

1. 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.

Berdasarkan analisis dari setiap jawaban *responden* tersebut, maka diajukan berbagai pertanyaan berikutnya yang lebih terarah pada tujuan dari wawancara tersebut.

Observasi

Observasi sebagai metode pengumpulan data mempunyai ciri yang spesifik bila dibandingkan dengan metode yang lain, yaitu tidak terbatas pada orang tetapi dapat berinteraksi pada obyek-obyek alam yang lain. Observasi merupakan suatu proses yang kompleks, suatu proses yang tersusun dari berbagai proses biologis dan psikologis. Dua yang terpenting adalah proses-proses pengamatan dan ingatan.

Dari segi pelaksanaan pengumpulan data, maka observasi yang digunakan adalah observasi non partisipan (*non participant observation*) yaitu peneliti tidak terlibat langsung dan hanya sebatas sebagai pengamat independent.

Pemeriksaan Dokumen

Dalam proses produksi batik tulis, hal-hal terdapat data yang didapat dari dokumen perusahaan tentang sistem kerja dalam mengolah bahan baku, aktivitas-aktivitas yang dilakukan, waktu yang dibutuhkan dalam melakukan aktivitas-aktivitas tersebut, dan urutan dari berbagai aktivitas pekerjaan.

E. Metode Analisis Data

Dalam penulisan skripsi ini, analisis data merupakan kegiatan setelah data dari seluruh responden terkumpul. Kegiatan dalam analisis data ini adalah mengelompokkan data berdasarkan variabel dan jenis responden, mentabulasi data berdasarkan variabel dari seluruh responden, menyajikan data dari variabel yang diteliti, melakukan perhitungan untuk menjawab rumusan masalah, dan melakukan perhitungan untuk menguji hipotesis yang telah diajukan.

Dalam melakukan analisis data terhadap proses produksi pesanan khusus batik tulis dengan *PERT* dan *CPM*, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan estimasi waktu penyelesaian aktivitas

Dalam *PERT* langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas pekerjaan. Setiap aktivitas memiliki tiga macam estimasi waktu, yaitu :

- a. Waktu optimis penyelesaian aktivitas (t_o).
- b. Waktu realistis penyelesaian aktivitas (t_m).
- c. Waktu pesimis penyelesaian aktivitas (t_p).

Ketiga macam perkiraan waktu tersebut digunakan untuk menghitung waktu yang diharapkan (t_e) bagi penyelesaian suatu aktivitas pekerjaan. Adapun perhitungan t_e untuk setiap kegiatan adalah dengan cara ketiga estimasi waktu tersebut ditentukan bobotnya dan dirata-rata seperti pada persamaan berikut :

$$t_e = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$$

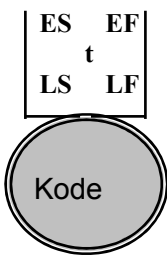
(Stevenson, 2002:786-787)

Dalam *CPM* setiap aktivitas dilakukan estimasi waktu yang dianggap sudah pasti, sehingga tidak diperlukan perhitungan seperti di atas.

2. Analisis jaringan kerja (*network*)

Dengan mengetahui estimasi waktu yang diperlukan untuk mengerjakan setiap aktivitas pekerjaan, maka dapat dilakukan analisis jaringan kerja (*network*) sebagai berikut :

- a. Setelah mengumpulkan semua jenis kegiatan dan mengetahui urutan kegiatan dalam proses kerja, kemudian digambarkan dengan diagram jaringan kerja (*network*). Penggambaran jaringan kerja dilakukan dengan menggunakan aktivitas pada simpul/*activity on node* (AON).



Menunjukan aktivitas (dalam kode) yang terjadi pada simpul dan waktu yang diperlukan untuk melakukannya (t), waktu mulai aktivitas paling awal (ES), waktu penyelesaian aktivitas paling awal (EF), waktu mulai aktivitas paling akhir (LS), serta waktu penyelesaian aktivitas paling akhir (LF).

—————→ Menunjukan urutan aktivitas yang diperlukan.

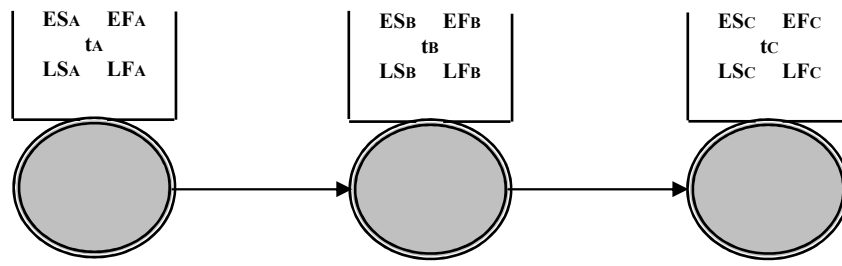


Diagram jaringan kerja (*network*) yang menunjukkan urutan aktivitas awal sampai dengan aktivitas paling akhir.

(Stevenson, 2002:786-787)

- b. Menentukan waktu yang diperlukan oleh masing-masing aktivitas dalam proses produksi yang telah digambarkan dalam jaringan kerja (*network*).

Dengan menghitung :

ES = Waktu mulai aktivitas paling awal

LS = Waktu mulai aktivitas paling akhir

EF = Waktu penyelesaian aktivitas paling awal

LF = Waktu penyelesaian aktivitas paling akhir

- c. Penentuan jalur kritis, yaitu jalur dalam jaringan kerja yang memiliki jumlah waktu penyelesaian yang paling lama, sehingga jika ingin melakukan efisiensi waktu pengerjaan, maka aktivitas kegiatan dalam jalur kritis tersebut yang dipercepat

3. Kelonggaran waktu (*slack*)

Terdapat pada kegiatan-kegiatan yang tidak merupakan bagian jalur kritis, ini memungkinkan untuk melakukan penundaan pelaksanaan aktivitas tanpa menunda waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Kelonggaran waktu (*slack*) dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$S = LS - ES$$

$$S = LF - EF$$

(Stevenson, 2002:786)

4. “*Trade-Off*” antara waktu dan biaya

Dalam *PERT* dan *CPM* dapat diketahui dua program yang berbeda, yaitu : program normal dan program percepatan (*crash program*). Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pada program normal disebut waktu normal, dan biaya yang terjadi disebut biaya normal. Sedangkan waktu dalam program percepatan disebut waktu percepatan (*crash time*); dan biaya yang berhubungan dengan waktu percepatan disebut biaya percepatan (*crash cost*). Dengan informasi tersebut dapat ditentukan “*trade-off*” antara waktu dan biaya.

Kemiringan garis “*trade-off*” waktu/biaya menunjukkan biaya tambahan (*incremental cost*)- kenaikan biaya per unit pengurangan waktu. Biaya tambahan (*Ic*) setiap aktivitas dapat dihitung dengan rumus

$$: I_c = \frac{C_c - C_n}{T_n - T_c}$$

Dimana :

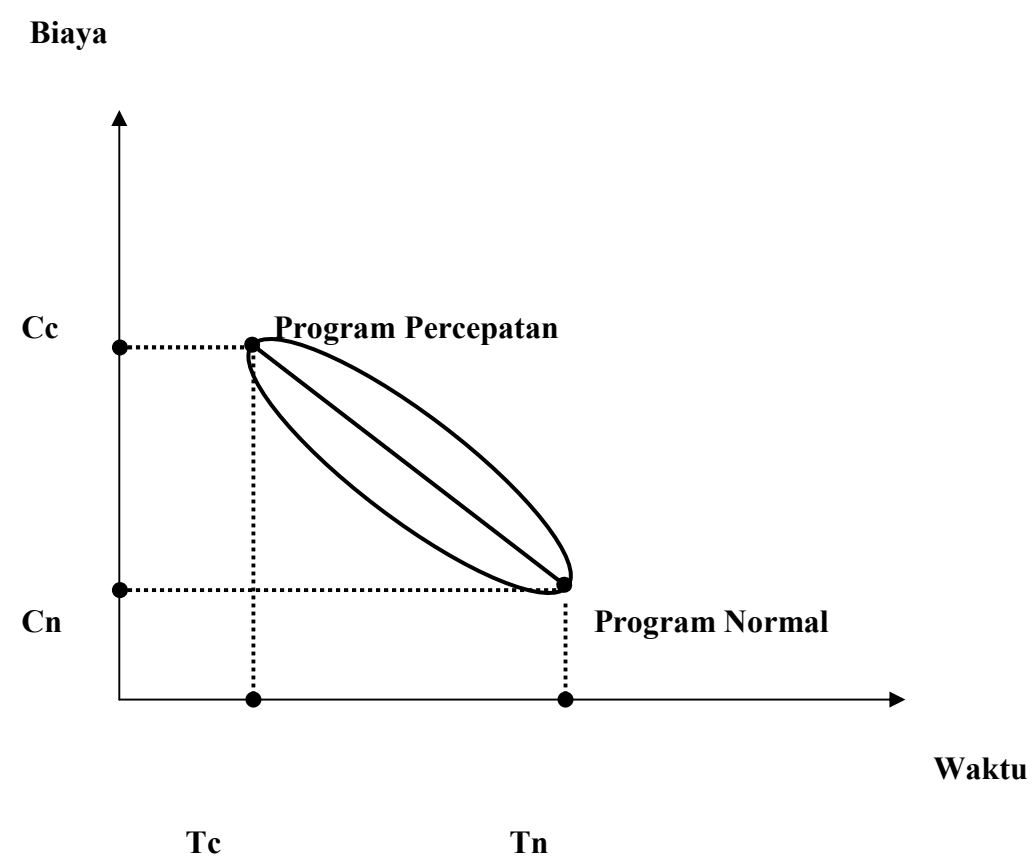
Cn = biaya normal

Cc = biaya percepatan (*crash cost*)

Tn = Waktu normal

Tc = Waktu setelah percepatan (*crash time*)

“*Trade-Off*” antara waktu dan biaya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 5 “*Trade-Off*” Antara Waktu dan Biaya

Sumber : Hani Handoko:417.

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum CV. Batik Surya Kencana

1. Sejarah Perkembangan Perusahaan

Pada tahun 1939 Bapak Atmosutedjo mendirikan suatu usaha yang berbentuk usaha rumah tangga. Usaha tersebut bergerak dalam bidang produksi batik. Dalam operasionalnya, Bapak Atmosutedjo sebagai pemilik usaha menyediakan bahan baku yang diperlukan dalam pembuatan batik, sedangkan proses pembatikan dilakukan karyawan bagian produksi di rumah masing-masing. Setelah proses pembatikan selesai, dilanjutkan dengan finishing yang dikerjakan di rumah Bapak Atmosutedjo

Tenaga kerja bagian produksi berasal dari sekitar Dearah Istimewa Yogyakarta, seperti Bantul dan Kulonprogo. Hal tersebut memudahkan dalam distribusi bahan baku dan koordinasi kerja para karyawan bagian produksi.

Dalam perkembangannya, usaha batik tersebut mengalami kemajuan. Permintaan produk batik meningkat dan mendapatkan respon yang baik dari konsumen. Untuk meningkatkan kinerja opsional, maka dilakukan penambahan tenaga kerja bagian produksi dan relokasi proses produksi di rumah Bapak Atmosutedjo.

Pada tahun 1965 situasi ekonomi dan politik Bangsa Indonesia dalam keadaan tidak menentu. Industri batik sebagai komponen dari sektor ekonomi mengalami kesulitan dalam mendapatkan bahan baku, terutama mori. Namun

Bapak Atmosutedjo tidak menyerah pada keadaan tersebut. Ia berusaha bertahan dan terus mengembangkan usaha batiknya.

Setelah Bapak Atmosutedjo meninggal, pengelolaan usaha batik diteruskan oleh putra-putrinya. Untuk memperluas usaha batik tersebut, maka bentuk usaha berubah menjadi *Commanditaire Vennootschap* (CV) pada tanggal 25 September 1975 dengan akte notaries nomor 63, atas nama RM. Soejanto Partaningrat, SH.

Dengan semakin berkembangnya usaha tersebut, maka dilakukan perluasan perusahaan dengan membuka sebuah *Art Shop* Surya Kencana sebagai galeri dan tempat penjualan produk-produk yang dihasilkan.

Berkat keberhasilan dan kerja keras dalam pengelolaan usaha batik yang menyerap tenaga kerja cukup besar, maka pada akhir tahun 1991 tepatnya tanggal 28 Desember 1991 perusahaan menerima penghargaan Upakarti dari Pemerintah Indonesia. Penghargaan Upakarti adalah penghargaan untuk kepeloporan perusahaan dalam membina dan melestarikan Batik. Penghargaan tersebut diserahkan langsung oleh Bapak Soeharto sebagai Presiden Indonesia pada saat itu kepada Ibu Atmosutedjo sebagai pimpinan perusahaan.

Pada saat ini CV. Batik Surya Kencana dikelola oleh Ibu Utari Indramadjie sebagai pimpinan perusahaan. Di bawah pimpinan Ibu Utari Indramadji CV. Batik Surya Kencana telah menjadi perusahaan batik yang cukup besar di Daerah Istimewa Yogyakarta. Produk-produknya telah merambah pasar luar negeri. Hal tersebut didukung oleh pariwisata yang

membuat batik dapat dikenal oleh masyarakat luar negri sebagai cinderamata khas Yogyakarta.

Untuk tetap dapat *eksis* dalam dunia usaha batik pada saat ini, perusahaan terus melakukan pengembangan dan inovasi motif batik, pengembangan keterampilan karyawan, serta meningkatkan kualitas pada produknya –produknya, tanpa menghilangkan ciri tradisional khas daerah Yogyakarta.

2. Struktur Organisasi

Organisasi yang terstruktur diperlukan dalam suatu usaha yang kegiatan operasionalnya melibatkan orang banyak, Pengorganisasian diperlukan untuk mempermudah dalam pengaturan dan pengelolaan sumber daya yang dimiliki perusahaan.

Dengan pengorganisasian setiap anggota organisasi akan menjalankan tugas dan kewajibannya sesuai dengan wewenang yang telah ditetapkan, sehingga tujuan dan sasaran perusahaan dapat tercapai.

Struktur organisasi CV. Batik Surya Kencana adalah stuktur garis yang merupakan bentuk struktur organisasi paling sederhana. Dalam struktur organisasi ini hanya terdapat beberapa pimpinan yang masing-masing mempunyai beberapa bawahan. Wewenang dalam stuktur organisasi garis mengalir langsung dari pimpinan kepada anggota organisasi (karyawan) dan anggota organisasi bertanggungjawab atas pekerjaannya kepada pimpinan.

Struktur organisasi CV. Batik Surya Kencana dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Uraian tugas dan tanggung jawab dari masing-masing anggota dalam organisasi CV. Batik Surya Kencana adalah sebagai berikut :

- a. Pimpinan Perusahaan merupakan pimpinan semua bagian dalam organisasi dan bertanggung jawab terhadap kinerja perusahaan. Tugas pimpinan perusahaan adalah sebagai berikut :
 - 1). Merencanakan program kerja
 - 2). Menetapkan kebijakan perusahaan
 - 3). Menjamin bahwa kebijakan dapat dimengerti dan dilaksanakan oleh semua karyawan.
 - 4). Mengevaluasi kinerja perusahaan
- b. Sekretaris, bertanggung jawab kepada pimpinan dan bertugas membantu pimpinan dalam hal korespondensi dengan pihak luar perusahaan, serta mengarsip surat-surat perusahaan.
- c. Bagian Administrasi, bertanggung jawab kepada pimpinan perusahaan dan mempunyai tugas sebagai berikut :
 - 1). Membawahi staf akunting dan staf keuangan
 - 2). Membantu pimpinan dalam mengawasi dan mengatur keuangan perusahaan
 - 3). Mengkonfirmasi utang piutang perusahaan

- 4). Membuat laporan keuangan setiap akhir periode
- d. Bagian Personalia, bertanggung jawab kepada pimpinan perusahaan dan bertugas :
- 1). Melakukan rekrutmen karyawan
 - 2). Melakukan pelatihan serta peningkatan keterampilan karyawan
 - 3). Memelihara kesejahteraan karyawan, dan ;
 - 4). Mengevaluasi kinerja karyawan
- e. Bagian Produksi, bertanggung jawab kepada pimpinan perusahaan.

Adapun tugas dari bagian produksi adalah :

- 1). Membuat perencanaan produksi
- 2). Menetapkan standar kualitas produk
- 3). Menetapkan prosedur proses produksi
- 4). Melakukan produksi dan dilaksanakan sesuai dengan rencana dan persyaratan yang telah ditetapkan
- 5). Melakukan pengawasan proses produksi

Bagian produksi membawahi :

- 1) Bagian gudang yang mempunyai bertanggung terhadap penyimpanan bahan baku dan produk yang dihasilkan perusahaan.
- 2) Bagian pembelian yang mempunyai tugas melakukan pembelian bahan baku serta kebutuhan perusahaan.
- 3) Seluruh karyawan proyek pengerjaan pesanan khusus.

Bagian produksi sebagai pelaksana proyek pesanan khusus, bertanggung jawab terhadap penyelesaian proyek dan bertugas mengkoordinir karyawan pada proyek. Karyawan proyek terdiri dari perancang desain,

pembuat batik, pembuat pigura, finishing, dan tenaga bantu. Organisasi ini merupakan bagian dari organisasi perusahaan secara keseluruhan, tetapi organisasi proyek dapat dibubarkan setelah pelaksanaan proyek selesai.

- f. Bagian Pemasaran, bertanggung jawab kepada pimpinan perusahaan dan mempunyai tugas sebagai berikut :
- 1) Melakukan penjualan produk perusahaan
 - 2) Melakukan distribusi produk kepada konsumen baik secara langsung maupun tidak langsung
 - 3) Mengadakan promosi kepada konsumen, dan ;
 - 4) Melakukan pelayanan purna jual kepada konsumen

3. Produksi

a. Jenis Produk

Produk utama CV. Batik Surya Kencana adalah kain batik tradisional Yogyakarta dengan jenis batik tulis dan batik cap. Untuk meningkatkan nilai jual produknya, maka perusahaan mengolah lebih lanjut produk tersebut menjadi produk sampingan, yaitu pakaian batik, selendang, taplak meja, seprai dan sarung bantal.

Pada saat ini perusahaan mendapatkan suatu pesanan khusus dari konsumennya, yaitu kain batik tulis tradisional yang dipigura sebagai hiasan dinding dengan berbagai motif dan ukuran yang telah ditetapkan oleh pemesan.

b. Bahan Baku

Untuk memenuhi pesanan khusus tersebut, perusahaan membutuhkan bahan baku untuk pengerjaan batik tulis dan bahan baku untuk pengerjaan pigura.

Bahan baku yang diperlukan dalam pembuatan batik adalah sebagai berikut :

1) Bahan Baku Batik :

- a) Mori adalah bahan baku batik dari katun. Kualitas mori bermacam-macam, dan jenisnya sangat menentukan baik buruknya kain batik yang dihasilkan. Kain mori berdasarkan

kualitasnya dapat dibedakan menjadi empat macam,yaitu : Mori Prima, Mori Prissima, Mori Voalisima, dan Mori Biru.

- b) Lilin (malam) adalah bahan baku yang dipergunakan untuk membatik. Pada hakekatnya fungsi malam selain untuk membentuk motif, juga untuk menutup mori pada tahap-tahap pemberian warna, dimana warna itu sebagai pembentuk motif batik yang sesungguhnya. Malam yang dipergunakan untuk membatik bermacam-macam kualitasnya. Kualitas ini mempengaruhi pada daya serap warna yang dapat akan mempengaruhi warna mori (kain), halusnya cairan dan sebagainya.
- c) Bahan Campuran Malam, malam yang dipergunakan untuk membatik dicampur dengan bahan-bahan campuran, yaitu keplak dan gondorukem.

2) Bahan Baku Mbabar :

Bahan baku yang dipergunakan dalam proses mbabar (penyelesaian batikan menjadi kain) merupakan bahan hasil alam yang diolah secara sederhana. Bahan-bahan tersebut adalah :

- a) Nila berasal dari tumbuh-tumbuhan tarum (jawa tom). Nila dipakai untuk membuat warna pada kain dengan campuran bahan yang lain.
- b) Tebu diambil gulanya atau tetes ; berfungsi sebagai campuran.
- c) Enjet (kapur sirih) dipergunakan untuk campuran.

- d) Tajin adalah semacam kanji yang diambil dari air rebusan beras.
- e) Soga adalah tumbuh-tumbuhan yang berwarna kuning. Soga dipergunakan dalam pewarnaan kain batik dengan campuran bahan yang lain, seperti : soga jambal, tengi, tegerang, gandarukem, kembang pulu, dan blendok trembela.
- f) Saren adalah ramuan dari beberapa bahan untuk mencelupkan batik setelah disoga. Bahan-bahan tersebut yaitu pijer, tawas, sari kuning, air jeruk nipis, gula batu, dan air tawar.

Bahan baku pembuatan pigura :

- 1). Kayu Jati, pigura dibuat dengan mempergunakan kayu Jati dengan alasan bahan tersebut mempunyai kualitas yang baik, tahan lama, kuat, dan mempunyai tekstur yang dianggap cukup unik yang dapat menguatkan kesan tradisional dari produk pesanan khusus tersebut. Kayu Jati tersebut digunakan juga sebagai pasak yang mempunyai fungsi untuk menyatukan pigura (paku yang terbuat dari kayu). Pasak dipergunakan untuk mengganti paku dari logam dengan tujuan untuk memberikan kesan alami.
- 2). Triplek, yaitu papan kayu dengan ketebalan yang cukup tipis. Triplek dipergunakan untuk menutup bagian belakang pigura.
- 3). Cat Kayu, untuk melapisi dan memberikan warna pada kayu pigura dipergunakan bahan cat kayu transparan sehingga tekstur kayu dapat terlihat.

- 4). Kaca pigura, pigura pada produk pesanan khusus ini menggunakan kaca bening dengan ketebalan dan ukuran yang disesuaikan dengan ukuran pigura tersebut.

c. Peralatan

Peralatan yang diperlukan dalam pembuatan kain batik tulis tradisional adalah sebagai berikut :

- 1). Gawangan yaitu perkakas untuk menyangkutkan dan membentangkan mori pada waktu dibatik. Gawangan harus dibuat sedemikian rupa, sehingga mudah dipindah-pindah tetapi harus kuat dan ringan.
- 2). Bandul yang dibuat dari timah, kayu, atau batu yang dikantongi. Fungsi pokok bandul adalah untuk menahan mori yang baru dibatik agar tidak mudah tergeser ditiup angin, atau tarikan si pembatik secara tidak sengaja.
- 3). Wajan Kecil adalah perkakas untuk mencairkan malam (lilin untuk membatik). Wajan terbuat dari logam baja, alumunium, atau tanah liat. Wajan kecil diberi tangkai agar mudah diangkat dan diturunkan dari perapian tanpa mempergunakan alat lain.
- 4). Kompor adalah alat memasak sebagai pemanas malam dalam proses pembatikan.
- 5). Taplak adalah kain untuk menutup paha si pembatik agar tidak terkena malam panas pada saat membatik. Taplak biasanya terbuat dari kain bekas.
- 6). Saringan malam adalah alat untuk menyaring malam yang kotor. Jika malam disaring, maka kotoran dapat dibuang sehingga tidak mengganggu jalannya malam pada canting sewaktu dipergunakan untuk membatik.

- 7). Dingklik (lincak) adalah tempat duduk si pembatik.
- 8). Canting adalah alat pokok untuk membatik yang menentukan apakah hasil pekerjaan itu dapat disebut batik, atau bukan batik. Canting berfungsi untuk menulis (melukiskan cairan malam), membuat motif-motif batik yang diinginkan. Alat ini terbuat dari tembaga yang mempunyai sifat ringan, mudah dilenturkan dan kuat, meskipun tipis.

Peralatan yang diperlukan dalam pembuatan pigura adalah :

- 1). Pensil, dipergunakan untuk menggambar motif pada kayu pigura dan untuk membuat garis agar saat pemotongan kayu dapat sesuai dengan desain yang diinginkan.
- 2). Pengaris Siku, berfungsi untuk menentukan sudut-sudut (siku) pada pigura agar pigura mempunyai sudut siku yang sama.
- 3). Martil, pada pembuatan pigura ini dipergunakan dua macam martil, yaitu martil besi dan martil kayu (ganden).
- 4). Gergaji, berfungsi sebagai alat pemotong kayu.
- 5). Ketam, dipergunakan untuk meratakan permukaan kayu dan menghaluskan kayu agar pigura terlihat rapi.
- 6). Tatah, dipergunakan untuk membuat motif ukiran pada kayu pigura.
- 7). Ampelas, berfungsi sebagai alat penghalus kayu pada proses finishing pigura.
- 8). Pisau Pemotong Kaca, berfungsi untuk memotong kaca agar mendapatkan kaca pigura yang sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.

d. Proses Produksi

Untuk menghasilkan produk batik tulis tradisional sesuai dengan pesanan diperlukan perencanaan produksi yang matang agar dapat memenuhi waktu pesanan dan produk yang dihasilkan sesuai dengan keinginan konsumen.

Berikut ini akan dijelaskan proses produksi salah satu dari pesanan khusus tersebut yang merupakan proses produksi batik tulis tradisional dan pembuatan pigura.

Dalam melakukan proses produksi pesanan khusus tersebut perlu dilakukan perencanaan yang meliputi perencanaan produksi batik tulis tradisional dan pembuatan pigura serta finishing menjadi produk sesuai pesanan. Setelah perencanaan dilakukan, langkah berikutnya adalah melakukan proses produksi.

Proses produksi dalam pembuatan batik tulis adalah sebagai berikut :

1). Pembuatan Desain

Pembuatan desain dilakukan dengan cara menggambar motif yang diinginkan pada kertas dengan mempergunakan pensil atau pena yang berwarna hitam atau biru.

2). Mengolah Mori Sebelum Dibatik

Sebelum dibatik mori harus diolah terlebih dahulu. Baik buruknya pengolahan akan menentukan baik buruknya kain. Pengolahan mori diawali dengan pemotongan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan ukuran.

Mori kemudian diplipit, yaitu dijahit pada bekas potongan supaya benang “pakan” (benang yang melintang pada tenunan) tidak terlepas. Setelah diplipit kemudian mori dicuci dengan air tawar sampai bersih. Kalau mori kotor, maka kotoran itu akan menahan meresapnya cairan lilin (malam) yang dibatikan dan menahan cairan warna pada waktu proses pembabaran. Selesai pencucian, barulah mori dijemur sampai kering. Mori menjadi lemas selanjutnya dikanji sehingga menjadi mengerut dan kaku.

Mori kemudian dikemplong, yaitu dipukuli pada tempat tertentu dengan cara tertentu supaya benang–benang menjadi kendur dan lemas, sehingga cairan lilin (malam) dapat meresap. Cara mengemplong mori adalah dengan kayu kemplongan sebagai alas dan alu pemukul atau “ganden” (martil agak besar yang terbuat dari kayu). Mori dilipat menurut lebarnya, lebar lipatan kurang lebih setengah jengkal. Kemudian ditaruh di atas kayu dasar memanjang lalu dipukul-pukul, jika perlu dibolak-balik agar pukulan rata. Selesai dikemplong mori siap untuk dibatik.

3). Pengeblatan

Desain yang telah dibuat pada kertas, selanjutnya dipindahkan pada kain mori. Pemindahan desain dilakukan dengan cara meletakkan kain mori di atas kertas yang telah digambari desain, kemudian menempatkannya di atas meja kaca yang di bawahnya diberi alat penerang sehingga desain akan nampak pada kain mori.

4). Pembatikan

Sebelum proses membatik dilakukan, bahan dan peralatan yang akan dipergunakan harus dipersiapkan terlebih dahulu. Kompor dan wajan berisi malam harus sudah siap untuk mulai membatik. Malam harus sempurna cairannya (malam tua) supaya lancar keluarnya melalui cucuk canting, selain itu malam dapat meresap dengan sempurna pada mori.

Mori yang sudah dipersiapkan harus telah berada di atas gawangan.

Proses pembatikan harus dilakukan secara bertahap. Tahap-tahap itu adalah :

- a) Membatik kerangka, mori yang sudah dibatik seluruhnya berupa kerangka disebut “batikan kosongan”.
- b) Ngisen-iseni, yaitu memberi isi atau mengisi yang disebut “ngengreng”. Jadi ngengrengan merupakan kesatuan motif dari keseluruhan yang dikehendaki. Hal tersebut merupakan penyelesaian yang pertama.
- c) Nerusi, merupakan penyelesaian yang kedua. Batikan yang berupa ngengrengan kemudian dibalik permukaannya, dan dibatik kembali pada permukaan kedua. Membatik nerusi adalah membatik mengikuti motif batikan pertama pada bekas tembusnya. Nerusi bertujuan untuk mempertebal tembusan batikan pertama serta untuk memperjelas.
- d) Nembok, sebuah batikan tidak seluruhnya diberi warna, atau akan diberi warna yang bermacam-macam pada waktu proses penyelesaian menjadi kain. Bagian-bagian yang tidak akan diberi warna, atau akan diberi warna sesudah bagian yang lain harus ditutup dengan malam. Cara menutupnya sama seperti membatik bagian lain tetapi hanya dilakukan hanya pada sebelah muka mori.
- e) Bliriki adalah nerusi tembokan agar bagian-bagian tersebut tertutup sungguh-sungguh. Apabila tahap ini sudah selesai, berarti proses membatik selesai.

Setelah proses membatik selesai, selanjutnya batikan dijemur sampai malamnya hampir meleleh. Maksud penjemuan itu adalah agar lilin pada mori tidak mudah rontok, sebab malam panas (mendidih) waktu

dipergunakan untuk membatik dan bersinggungan dengan mori dingin akan membeku tiba-tiba karena proses kejut.

Pembekuan malam seperti itu kurang baik, karena batikan sering patah-patah dan malam mudah rontok. Tetapi jika dijemur, pemanasan terjadi secara merata dan mori ikut terpanasi. Mori yang terpanasi akan mengembang dan mempunyai daya serap. Proses mengembang ini memperkuat melekatnya malam yang mulai akan meleleh, sebelum meleleh batikan harus diangkat dengan hati-hati.

5). Mbabar

Adalah proses penyelesaian batikan menjadi kain. Proses mbabar harus dilakukan secara hati-hati karena pada proses ini terjadi reaksi kimia yang akan menentukan kualitas kain batik yang diproduksi.

Untuk mbabar batikan, dipergunakan bahan hasil alam dengan pengolahan sederhana. Proses mbabar dapat diuraikan sebagai berikut

- a) Medel adalah mencelupkan batikan pada bahan pewarna hasil olahan secara berulang-ulang sampai batikan berwarna hitam. Kemudian malam pada batikan reng-rengan dan terusan dikerok sampai bersih. Sedangkan malam pada tembokan dan blirikan tidak dikerok.
- b) Bironi adalah memberikan warna biru pada bagian-bagian yang membutuhkan warna biru dengan bahan pewarna hasil olahan bahan-bahan alami. Sebelum proses mbironi, bagian-bagian yang tidak membutuhkan warna biru ditutup dengan malam, cara menutupnya seperti membatik tembokan dan mbiliriki.

- c) Nyogo, setelah dibironi batikan kemudian disogo untuk memberikan warna kuning dengan cara batikan diwiru, yaitu dilipat bolak-balik (lipatan spiral) kemudian dimasukkan kedalam wadah yang berisi soda hangat, ditekan-tekan agar merata, sesudah merata kemudian diangkat.
- d) Nyareni adalah mencelup batikan dalam larutan saren. Kapur dan gula tebu dituangi air dalam jambangan dan diaduk sampai hancur. Sesudah mengendap, batikan dimasukkan sampai merata.
- e) Nglorot adalah memukul-mukul kain batikan dalam air panas supaya malam hilang.
- f) Dikemplong adalah menjemur batikan setelah dilorot. Setelah batikan dikemplong maka proses penyelesaian batikan menjadi kain (mbeber) telah selesai

Proses produksi yang dilakukan dalam pembuatan pigura adalah sebagai berikut :

1) Pembuatan desain pigura

Pembuatan desain pigura meliputi penentuan bahan, ukuran, pembuatan motif ukiran, dan warna pigura. Dalam pembuatan motif pigura dilakukan dengan cara menggambar rancangan motif pada kertas yang disebut sket motif.

2) Pengukiran kayu pigura

Setelah selesai pembuatan desain, langkah berikutnya adalah pengukiran kayu pigura. Pengukiran dilakukan oleh tenaga yang sudah ahli, sehingga hasilnya akan sesuai dengan desain.

3) Perangkaian pigura

Selanjutnya kayu yang sudah diukir tersebut, kemudian dirangkai untuk mendapatkan bentuk sebuah pigura. Perangkaian kayu pada pigura dilakukan tanpa menggunakan paku, tetapi dengan pasak yang terbuat dari kayu, sehingga pigura murni terbuat dari kayu.

4) Finishing pigura

Setelah hal tersebut di atas selesai pigura kemudian diampelas, dan dipernis dengan tujuan agar rapi, halus dan kayu terlindungi. Penggunaan pernis selain untuk melindungi kayu, juga bertujuan untuk menonjolkan tekstur kayu sehingga akan tampak lebih alami.

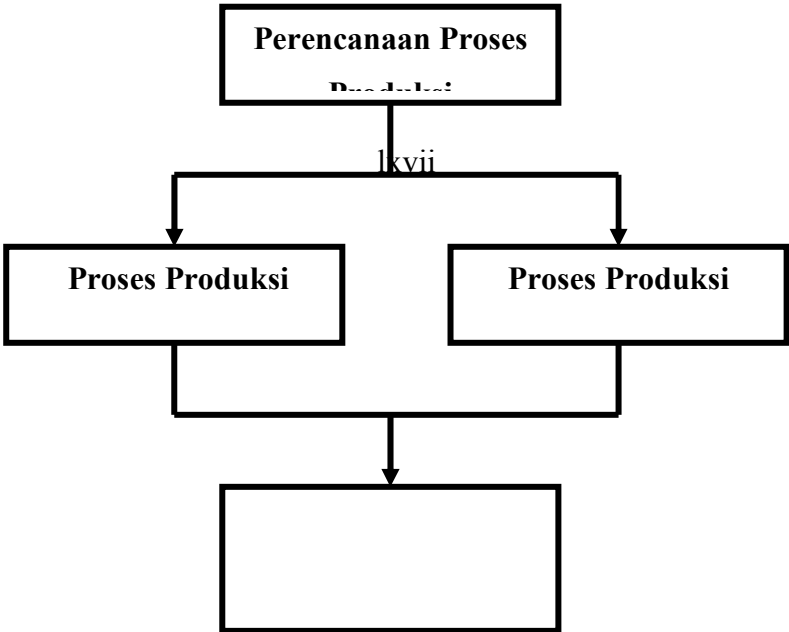
5) Pemasangan kaca pigura

Langkah terakhir dalam pembuatan pigura adalah pemasangan kaca. Kaca dipotong sesuai dengan bentuk dan ukuran yang telah ditentukan, kemudian sisi luarnya dihaluskan. Setelah hal tersebut selesai, kaca siap dipasang.

6) Pemasangan batik pada pigura

Proses selanjutnya adalah memasang kain batik yang telah selesai pada pigura dan dilanjutkan dengan pengemasan produk agar saat pengiriman produk tidak mengalami kerusakan.

Secara sederhana proses produksi pengerjaan proyek pesanan khusus tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 7 Proses Produksi Proyek Pesanan Khusus

4. Pemasaran

Pemasaran yang dilakukan CV. Batik Surya Kencana untuk produk-produknya adalah sebagai berikut :

a. Mendirikan Art Shop

Art shop digunakan sebagai galeri produk-produk perusahaan. Dalam galeri ini berbagai macam produk yang dihasilkan perusahaan dapat dibeli atau dapat digunakan sebagai contoh pesanan yang diinginkan oleh konsumen.

b. Promosi

Kegiatan promosi dilakukan dengan berbagai cara, antara lain adalah penyebaran brosur kepada wisatawan, ikut serta dalam pameran, dan melalui iklan pada media massa.

c. Pemberian Potongan harga

Perusahaan memberikan potongan harga kepada konsumen, jika melakukan pembelian dalam jumlah yang cukup banyak.

d. Kerja sama dengan pihak lain

Perusahaan dalam memasarkan produknya menjalin kerjasama dengan para supir taksi, tukang becak, dan kusir andong yang akan mengantarkan calon pembeli ke *Art Shop* Surya Kencana.

e. Ekspor

Produk-produk yang dihasilkan perusahaan tidak hanya dipasarkan di dalam negeri tetapi juga di luar negeri. Penjualan keluar negeri hanya dilakukan jika ada pesanan dari konsumen, seperti produk pesanan khusus yang dianalisis dalam penelitian ini.

5. Lokasi Perusahaan

CV. Batik Surya Kencana (*Batik Factory and Art Shop*) berlokasi di Ngadinegaran MJ 3 / 133 Yogyakarta 55143. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada tempat yang strategis yaitu di pusat kota, dekat dengan obyek wisata. Hal tersebut menunjang pemasaran produk karena lokasi dekat dengan konsumen.

6. Personalia

Tenaga kerja sebagai sumber daya manusia merupakan faktor yang penting untuk menunjang kinerja dan operasional perusahaan sehingga sasaran serta tujuan CV. Batik Surya Kencana dapat tercapai.

a. Jumlah Karyawan

Karyawan perusahaan terdiri dari karyawan tetap dan karyawan tidak tetap. Jumlah karyawan tetap yang dimiliki oleh CV. Batik Surya Kencana adalah 17 orang, yaitu :

Pimpinan perusahaan : 1 orang

Sekretaris : 1 orang

Bagian administrasi : 2 orang

Bagian produksi : 6 orang

Bagian pemasaran : 5 orang

Bagian personalia : 2 orang

Sedangkan karyawan tidak tetap yang merupakan karyawan untuk produksi rutin dan untuk pengerjaan proyek pesanan khusus, yaitu :

Karyawan produksi rutin 17 orang, dan karyawan proyek pengerjaan pesanan khusus adalah 13 orang yang terdiri dari :

Perancang desain : 1 orang

Pengolahan mori : 3 orang

Pembuat batik : 5 orang

Pembuat pigura : 2 orang

Finishing produk : 1 orang

Tenaga bantu : 1 orang

b. Jam Kerja

Hari kerja untuk karyawan tetap CV. Batik Surya Kencana adalah selama 6 hari, yaitu hari senin sampai dengan hari sabtu pukul 08.00 Wib sampai dengan 16.00 Wib dengan waktu istirahat selama satu jam pada pukul 12.00 sampai dengan 13.00 Wib. Untuk karyawan bagian pemasaran yang bertugas di *Art Shop* Surya Kencana memiliki hari kerja yang sama dengan pegawai tetap namun pada hari minggu karyawan dibagi dua shif yaitu dua orang masuk dan dua orang libur dan pada minggu berikutnya karyawan yang masuk adalah karyawan shif dua.

Sedangkan Untuk karyawan tidak tetap memiliki hari kerja yang sama dengan karyawan tetap, yaitu 6 hari kerja senin sampai dengan sabtu dan bila diperlukan dapat melakukan kerja lembur.

c. Sistem Penggajian

Sistem penggajian karyawan terdiri dari tiga macam, yaitu :

1). Sistem gaji bulanan

Gaji bulanan diberikan pada karyawan tetap sebulan sekali, yaitu pada pimpinan perusahaan, karyawan administrasi, personalia, pemasaran, produksi, dan sekretaris.

2). Sistem gaji borongan

Gaji borongan adalah gaji yang diberikan dengan berdasarkan jumlah produk yang dihasilkan oleh karyawan. Gaji borongan diberikan

kepada karyawan bagian produksi yang melakukan produksi kain batik secara rutin.

3). Sistem gaji kontrak

Sistem gaji kontrak dipergunakan bagi karyawan kontrak yang memiliki masa kerja sesuai kontrak kerja, yaitu karyawan untuk pengerjaan proyek pesanan khusus. Gaji ditetapkan sesuai kesepakatan antara perusahaan dengan karyawan kontrak untuk menyelesaikan suatu proyek.

B. Analisis dan Pembahasan

Analisis efisiensi proses produksi pesanan khusus (proyek) pada CV. Batik Surya kencana dilakukan terhadap satu macam produk pesanan dengan menggunakan *PERT* dan *CPM*.

PERT dan *CPM* pada dasarnya merupakan metode yang berorientasikan waktu. Walaupun *PERT* dan *CPM* dikembangkan secara terpisah dan bebas satu sama lain (*independent*), namun pada dasarnya sama. Perbedaan yang paling menonjol adalah perkiraan waktu yang diperlukan untuk melaksanakan aktivitas. *PERT* menggunakan tiga perkiraan waktu untuk masing-masing aktivitas, sedangkan *CPM* membuat asumsi bahwa waktu aktivitas diketahui dengan kepastian oleh sebab itu hanya satu faktor waktu diberikan untuk masing-masing aktivitas.

Analisis dengan *PERT* dan *CPM* dilakukan untuk mengetahui :

**1. Waktu yang Diharapkan (*Expected time*) Bagi Seluruh Aktivitas
Pekerjaan Dalam Proses Produksi Proyek Pesanan Khusus**

Hal tersebut dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menentukan aktivitas-aktivitas yang diperlukan dalam pengerjaan proyek
Suatu proyek merupakan kombinasi dari aktivitas-aktivitas yang saling berkaitan dan harus dilaksanakan dengan mengikuti suatu urutan tertentu. Tabel IV.1 di bawah ini menunjukkan seluruh aktivitas, simbol aktivitas, dan aktivitas yang mendahului sebelum suatu aktivitas dapat dilaksanakan (urutan pelaksanaan aktivitas-aktivitas) proyek pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana.

Tabel IV.1 Aktivitas –aktivitas Dalam Pesanan Khusus

No	Aktivitas	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang mendahului
1	Merancang produk pesanan	A	-
2	Penggambaran motif batik pada sket	B	A
3	Penggambaran motif batik sesuai ukuran produk	C	B
4	Pemotongan mori	D	A
5	Mori di lipat	E	D
6	Pencucian mori	F	E
7	Pengeringan	G	F
8	Mori dikanji	H	G
9	Mori dikemplong	I	H
10	Pengeblatan motif pada mori	J	C, I
11	Persiapan bahan dan peralatan membatik	K	I
12	Pemanasan malam/lilin	L	K
13	Membatik kerangka	M	J, K
14	Ngisen-iseni	N	M
15	Nerusi	O	N
16	Nembok	P	O
17	Blereki	Q	P
18	Pengeringan	R	Q
19	Pengolahan bahan medel	S	Q
20	Medel	T	R, S
21	Pengolahan bahan bironi	U	S
22	Bironi	V	T, U
23	Pengolahan bahan sogo	W	U
24	Mori diwiru	X	W
25	Nyogo	Y	V, X

26	Pengolahan bahan nyareni	Z	W
27	Nyareni	a	Y, Z
28	Nglorot	b	a
29	Kain dikemplong	c	b
30	Pembuatan desain ukiran pigura	d	A
31	Pengukiran kayu pigura	e	d
32	Perangkain kayu pigura	f	e
33	Finishing pigura	g	f
34	Pemasangan kaca pigura	h	g
35	Pemasangan batik pada pigura	i	c, h
36	Pengemasan produk	j	i

Sumber : CV. Batik Surya Kencana

b. Perhitungan estimasi waktu penyelesaian aktivitas

Dalam *PERT* langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan estimasi waktu (dipergunakan satuan waktu jam) yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas pekerjaan. Setiap aktivitas memiliki tiga macam estimasi waktu, yaitu :

- d. Waktu optimis penyelesaian aktivitas (*to*).
- e. Waktu realistis penyelesaian aktivitas (*tm*).
- f. Waktu pesimis penyelesaian aktivitas (*tp*).

Ketiga macam perkiraan waktu tersebut digunakan untuk menghitung waktu yang diharapkan (*te*) bagi penyelesaian suatu aktivitas pekerjaan. Adapun perhitungan *te* untuk setiap kegiatan adalah dengan cara ketiga estimasi waktu tersebut ditentukan bobotnya dan dirata-rata seperti pada persamaan berikut :

$$t_e = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$$

(Stevenson, 2002:786-787)

Estimasi waktu dan hasil perhitungan waktu yang diharapkan (te) dalam pengerjaan proyek pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana dapat dilihat pada tabel IV.2, sedangkan secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel IV.4 di bawah ini :

Tabel IV.2 Estimasi Waktu dan Hasil Perhitungan Waktu yang Diharapkan (te)

No	Simbol Aktivitas	Waktu optimis (to)	Waktu realistis (tm)	Waktu pesimis (tp)	Waktu yang diharapkan (te)
1	A	6	9	12	9
2	B	5	7	9	7
3	C	4	5	6	5
4	D	1	2	3	2
5	E	0,5	1	1,5	1
6	F	1,5	2	2,5	2
7	G	3	7	11	7
8	H	1	1,5	2	1,5
9	I	0,5	2	3,5	2
10	J	1,5	3	4,5	3
11	K	0,5	1	1,5	1
12	L	0,5	1	1,5	1
13	M	15	18	21	18
14	N	20	25	30	25
15	O	12	20	28	20
16	P	7	10	13	10
17	Q	2	4	6	4
18	R	3	7	11	7
19	S	0,5	1	1,5	1
20	T	4	7	10	7
21	U	0,5	1	1,5	1
22	V	8	11	14	11
23	W	0,5	1	1,5	1
24	X	0,5	1	1,5	1
25	Y	12	15	18	15
26	Z	0,5	1	1,5	1
27	A	1,5	3	4,5	3
28	B	1	3	5	3
29	C	0,5	2	3,5	2

30	D	1,5	2	2,5	2
31	E	5	9	13	9
32	F	1	2	3	2
33	G	2	3	4	3
34	H	1	2	3	2
35	I	1,5	3	4,5	3
36	J	2	4	6	4

Sumber : CV. Batik Surya Kencana

Dalam *CPM* setiap aktivitas mempunyai waktu yang dianggap sudah pasti, sehingga tidak diperlukan perhitungan seperti di atas. Waktu setiap aktivitas dalam proyek pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini :

Tabel IV.3 Estimasi Waktu Setiap Aktivitas Dengan CPM

No	Simbol Aktivitas	Waktu Normal
1	A	9
2	B	7
3	C	5
4	D	2
5	E	1
6	F	2
7	G	7
8	H	1.5
9	I	2
10	J	3
11	K	1
12	L	1
13	M	18
14	N	25
15	O	20
16	P	10
17	Q	4

18	R	7
19	S	1
20	T	7
21	U	1
22	V	11
23	W	1
24	X	1
25	Y	15
26	Z	1
27	a	3
28	b	3
29	c	2
30	d	2
31	e	9
32	f	2
33	g	3
34	h	2
35	i	3
36	j	4

Sumber : CV. Batik Surya Kencana

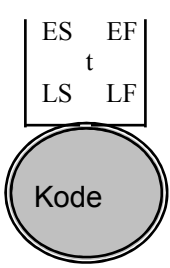
2. **Aktivitas-aktivitas Pekerjaan yang Termasuk Dalam Jalur Kritis Pada Proses Produksi Proyek Pesanan Khusus**

Untuk mengetahui hal tersebut, diperlukan analisis sebagai berikut :

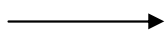
a. Analisis jaringan kerja (*network*)

Dengan mengetahui estimasi waktu yang diperlukan untuk mengerjakan setiap aktivitas pekerjaan, maka dapat dilakukan analisis jaringan kerja (*network*) sebagai berikut :

- 1). Setelah mengumpulkan semua jenis aktivitas dan mengetahui urutan aktivitas dalam proses kerja, kemudian digambarkan dengan diagram jaringan kerja (*network*). Penggambaran jaringan kerja dilakukan dengan menggunakan metode aktivitas pada simpul/*activity on node (AON)*.



Menunjukkan aktivitas (dalam kode) yang terjadi pada simpul dan waktu yang diperlukan untuk melakukannya (t), waktu mulai aktivitas paling awal (ES), waktu penyelesaian aktivitas paling awal (EF), waktu mulai aktivitas paling akhir (LS), serta waktu penyelesaian aktivitas paling akhir (LF).



Menunjukkan urutan aktivitas yang diperlukan.

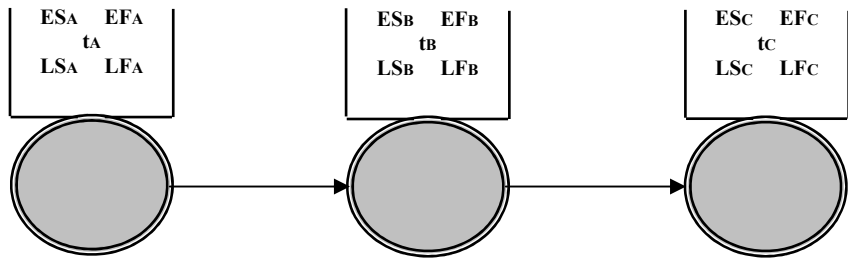


Diagram jaringan kerja (*network*) menunjukkan urutan aktivitas awal sampai dengan aktivitas paling akhir.

(Stevenson, 2002:785).

Dari diagram jaringan kerja tersebut dapat diketahui bahwa aktivitas A harus diselesaikan dahulu sebelum aktivitas B dan D dimulai, aktivitas C dapat dimulai setelah aktivitas C selesai, aktivitas E dapat dimulai setelah aktivitas D selesai, kemudian dilanjutkan dengan aktivitas F, G, H, untuk aktivitas J dapat dimulai setelah aktivitas C dan I selesai, aktivitas K dapat dimulai setelah aktivitas I, aktivitas L dapat dimulai setelah aktivitas K selesai, aktivitas M dapat dimulai setelah aktivitas J dan K selesai, aktivitas N dapat dimulai setelah aktivitas M selesai dan dapat diteruskan dengan aktivitas O, P, Q, R, dan S, untuk aktivitas T baru

dapat dimulai setelah aktivitas R dan S selesai, kemudian dapat dilanjutkan dengan aktivitas U, aktivitas V dapat dimulai setelah aktivitas T dan U selesai, kemudian dapat dilanjutkan dengan aktivitas W, X, untuk aktivitas Y dapat dimulai setelah aktivitas V dan X selesai, kemudian dapat dilanjutkan dengan aktivitas Z, aktivitas a dapat dimualia setelah aktivitas Y dan Z selesai, kemudian dapat dilanjutkan dengan aktivitas a, b, sedangkan aktivitas c dapat dimulai setelah aktivitas A selesai dan dapat diteruskan dengan kativitas d, e,f,g,h, sedangkan aktivitas i baru dapat dimulai setelah aktivitas c dan h selesai dan akan berakhir pada aktivitas j yang dapat dimulai setelah aktivitas i selesai.

2). Melakukan perhitungan waktu mulai aktivitas paling awal (ES), waktu penyelesaian aktivitas paling awal (EF), waktu mulai aktivitas paling akhir (LS), serta waktu penyelesaian aktivitas paling akhir (LF).

Prinsip-prinsip menghitung waktu mulai aktivitas paling awal (ES) dan waktu penyelesaian aktivitas paling awal (EF) adalah sebagai berikut :

- a). Kecuali aktivitas awal, maka suatu aktivitas baru dapat dimulai bila aktivitas yang mendahuluinya telah selesai.
- b). Waktu selesai paling awal aktivitas (EF) adalah sama dengan waktu mulai aktivitas paling awal (ES), ditambah kurun waktu aktivitas (t) yang bersangkutan.

Rumus :

$$EF = ES + t$$

- c). Bila suatu aktivitas memiliki dua atau lebih aktivitas terdahulu yang menggabung, maka waktu mulai aktivitas paling awal (ES) dari aktivitas tersebut adalah sama dengan waktu selesai aktivitas paling awal (EF) yang terbesar dari aktivitas sebelumnya.

Prinsip-prinsip menghitung waktu mulai aktivitas paling akhir (LS), dan waktu penyelesaian aktivitas paling akhir (LF) :

- a). Perhitungan dimulai dari aktivitas terakhir penyelesaian proyek suatu jaringan kerja.
- b). Waktu mulai aktivitas paling akhir (LS) adalah sama dengan waktu selesai paling akhir (LF) dikurangi kurun waktu berlangsungnya aktivitas yang bersangkutan (t), atau :

$$LS = LF - t$$

- c). Bila suatu aktivitas memiliki (memecah menjadi) dua atau lebih aktivitas-aktivitas berikutnya, maka waktu selesai paling akhir (LF) dari aktivitas tersebut adalah sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) aktivitas berikutnya yang terkecil.

Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan komputer menggunakan Program *WINQSB PERT/CPM* dengan hasil seperti tampak pada tabel di bawah ini :

Tabel IV.4 Analisis ES, EF, LS, dan LF

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu Normal	<i>Earliest Start</i>	<i>Earliest Finish</i>	<i>Latest Start</i>	<i>Latest Finish</i>
1	A	-	9	0	9	0	9
2	B	A	7	9	16	12.5	19.5
3	C	B	5	16	21	19.5	24.5
4	D	A	2	9	11	9	11
5	E	D	1	11	12	11	12
6	F	E	2	12	14	12	14

7	G	F	7	14	21	14	21
8	H	G	1.5	21	22.5	21	22.5
9	I	H	2	22.5	24.5	22.5	24.5
10	J	C, I	3	24.5	27.5	24.5	27.5
11	K	I	1	24.5	25.5	25.5	26.5
12	L	K	1	25.5	26.5	26.5	27.5
13	M	J, L	18	27.5	45.5	27.5	45.5
14	N	M	25	45.5	70.5	45.5	70.5
15	O	N	20	70.5	90.5	70.5	90.5
16	P	O	10	90.5	100.5	90.5	100.5
17	Q	P	4	100.5	104.5	100.5	104.5
18	R	Q	7	104.5	111.5	104.5	111.5
19	S	Q	1	104.5	105.5	110.5	111.5
20	T	R, S	7	111.5	118.5	111.5	118.5
21	U	S	1	105.5	106.5	117.5	118.5
22	V	T, U	11	118.5	129.5	118.5	129.5
23	W	U	1	106.5	107.5	127.5	128.5
24	X	W	1	107.5	108.5	128.5	129.5
25	Y	V, X	15	129.5	144.5	129.5	144.5
26	Z	W	1	107.5	108.5	143.5	144.5
27	a	Y, Z	3	144.5	147.5	144.5	147.5
28	b	A	3	147.5	150.5	147.5	150.5
29	c	B	2	150.5	152.5	150.5	152.5
30	d	A	2	9	11	134.5	136.5
31	e	D	9	11	20	136.5	145.5
32	f	E	2	20	22	145.5	147.5
33	g	F	3	22	25	147.5	150.5
34	h	G	2	25	27	150.5	152.5
35	i	C, h	3	152.5	155.5	152.5	155.5
36	j	I	4	155.5	159.5	155.5	159.5

Dari tabel IV.4 di atas dapat diketahui waktu penyelesaian paling awal (LS) proyek pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana adalah sama dengan waktu selesai paling akhir (LF), yaitu sebesar 159,5 jam.

b. Penentuan jalur kritis

Jalur kritis adalah suatu deretan aktivitas kritis (rantai kegiatan kritis) yang menghubungkan titik dimulainya dan diakhirinya aktivitas dalam jaringan kerja (*network*) yang terdiri dari aktivitas-aktivitas yang kritis. Aktivitas kritis, yaitu aktivitas dalam jaringan kerja yang memiliki jumlah waktu penyelesaian yang paling lama dan memiliki $ES = LS$, sehingga jika ingin melakukan efisiensi waktu pengerjaan, maka aktivitas dalam jalur kritis tersebut yang dipercepat.

Sifat atau syarat umum dari jalur kritis adalah :

- 1). Pada aktivitas pertama : $ES = LS = 0$
- 2). Pada aktivitas terakhir $LF = EF$

Tabel IV.5 Analisis Aktivitas Dalam Jalur Kritis

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu Normal	<i>Earliest Start</i>	<i>Earliest Finish</i>	<i>Latest Start</i>	<i>Latest Finish</i>	Aktivitas Kritis
1	A	-	9	0	9	0	9	Ya
2	B	A	7	9	16	12.5	19.5	Tidak

3	C	B	5	16	21	19.5	24.5	Tidak
4	D	A	2	9	11	9	11	Ya
5	E	D	1	11	12	11	12	Ya
6	F	E	2	12	14	12	14	Ya
7	G	F	7	14	21	14	21	Ya
8	H	G	1.5	21	22.5	21	22.5	Ya
9	I	H	2	22.5	24.5	22.5	24.5	Ya
10	J	C, I	3	24.5	27.5	24.5	27.5	Ya
11	K	I	1	24.5	25.5	25.5	26.5	Tidak
12	L	K	1	25.5	26.5	26.5	27.5	Tidak
13	M	J, L	18	27.5	45.5	27.5	45.5	Ya
14	N	M	25	45.5	70.5	45.5	70.5	Ya
15	O	N	20	70.5	90.5	70.5	90.5	Ya
16	P	O	10	90.5	100.5	90.5	100.5	Ya
17	Q	P	4	100.5	104.5	100.5	104.5	Ya
18	R	Q	7	104.5	111.5	104.5	111.5	Ya
19	S	Q	1	104.5	105.5	110.5	111.5	Tidak
20	T	R, S	7	111.5	118.5	111.5	118.5	Ya
21	U	S	1	105.5	106.5	117.5	118.5	Tidak
22	V	T, U	11	118.5	129.5	118.5	129.5	Ya
23	W	U	1	106.5	107.5	127.5	128.5	Tidak
24	X	W	1	107.5	108.5	128.5	129.5	Tidak
25	Y	V, X	15	129.5	144.5	129.5	144.5	Ya
26	Z	W	1	107.5	108.5	143.5	144.5	Tidak
27	a	Y, Z	3	144.5	147.5	144.5	147.5	Ya
28	b	a	3	147.5	150.5	147.5	150.5	Ya
29	c	B	2	150.5	152.5	150.5	152.5	Ya
30	d	A	2	9	11	134.5	136.5	Tidak
31	e	D	9	11	20	136.5	145.5	Tidak
32	f	E	2	20	22	145.5	147.5	Tidak
33	g	F	3	22	25	147.5	150.5	Tidak
34	h	G	2	25	27	150.5	152.5	Tidak
35	i	c, h	3	152.5	155.5	152.5	155.5	Ya
36	j	I	4	155.5	159.5	155.5	159.5	Ya

Dari tabel IV.5 di atas dapat diketahui jalur kritis dalam jaringan kerja proyek pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana, yaitu : A-D-E-F-

G-H-I-J-M-N-O-P-Q-R-T-V-Y-a-b-c-i-j, dan waktu jalur kritis yaitu 159,5 jam.

Setelah melakukan semua langkah-langkah dan perhitungan di atas, maka dapat digambarkan diagram jaringan kerja (*network*) berikut ES, EF, LS dan LF dari setiap aktivitas.

3. Aktivitas yang Dapat Ditunda Tanpa Menunda Waktu Penyelesaian Produksi Pesanan khusus

Kelonggaran waktu (*slack*), terdapat pada aktivitas-aktivitas yang tidak merupakan bagian jalur kritis. Ini memungkinkan untuk melakukan penundaan pelaksanaan aktivitas tanpa menunda waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Ada dua macam *slack*, yaitu :

a. *Slack* Total (*Total Slack*)

Adalah merupakan jumlah waktu yang diperkenankan suatu aktivitas boleh ditunda, tanpa mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jumlah waktu tersebut sama dengan waktu yang di dapat bila semua aktivitas terdahulu dimulai seawal mungkin, sedangkan aktivitas berikutnya dimulai selambat mungkin. *Slack* total ini dimiliki bersama oleh semua aktivitas yang ada pada jalur yang bersangkutan. Ini berarti bila salah satu aktivitas telah memakainya, maka *slack* total yang tersedia untuk aktivitas-aktivitas lain yang berada pada jalur tersebut adalah sama dengan *slack* total semula, dikurangi waktu *slack* yang telah terpakai.

Slack total suatu aktivitas sama dengan waktu selesai paling akhir (LF) dikurangi waktu selesai paling awal (EF), atau waktu mulai paling akhir (LS) dikurangi waktu mulai paling awal (ES) dari aktivitas tersebut.

Rumus :

$$S = LS - ES, \text{ atau}$$

$$S = LF - EF$$

b. *Slack* bebas (*Free Slack*)

Slack bebas menunjukkan kelonggaran waktu yang menyebabkan suatu aktivitas dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal suatu aktivitas (ES). Syarat *slack* bebas adalah bilamana semua kegiatan pada jalur yang bersangkutan mulai seawal mungkin. Besarnya *slack* bebas suatu aktivitas adalah sama dengan sejumlah waktu di mana penyelesaian aktivitas tersebut dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu waktu mulai paling awal dari aktivitas berikutnya. Dengan kata lain *slack* bebas hanya dimiliki oleh suatu aktivitas tertentu.

Slack bebas dari suatu aktivitas adalah sama dengan waktu mulai paling awal (ES) dari aktivitas berikutnya dikurangi waktu selesai paling awal (EF) aktivitas yang dimaksud.

Rumus :

$$FS_A = ES_B - EF_A$$

(Stevenson, 2002:786)

Tabel IV.6 Analisis *Slack* (kelonggaran waktu)

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu Normal	<i>Earliest Start</i>	<i>Earliest Finish</i>	<i>Latest Start</i>	<i>Latest Finish</i>	<i>Slack</i>
1	A	-	9	0	9	0	9	0
2	B	A	7	9	16	12.5	19.5	3.5
3	C	B	5	16	21	19.5	24.5	3.5
4	D	A	2	9	11	9	11	0
5	E	D	1	11	12	11	12	0
6	F	E	2	12	14	12	14	0
7	G	F	7	14	21	14	21	0
8	H	G	1.5	21	22.5	21	22.5	0
9	I	H	2	22.5	24.5	22.5	24.5	0
10	J	C, I	3	24.5	27.5	24.5	27.5	0
11	K	I	1	24.5	25.5	25.5	26.5	1
12	L	K	1	25.5	26.5	26.5	27.5	1
13	M	J, L	18	27.5	45.5	27.5	45.5	0
14	N	M	25	45.5	70.5	45.5	70.5	0
15	O	N	20	70.5	90.5	70.5	90.5	0
16	P	O	10	90.5	100.5	90.5	100.5	0
17	Q	P	4	100.5	104.5	100.5	104.5	0
18	R	Q	7	104.5	111.5	104.5	111.5	0
19	S	Q	1	104.5	105.5	110.5	111.5	6
20	T	R, S	7	111.5	118.5	111.5	118.5	0
21	U	S	1	105.5	106.5	117.5	118.5	12
22	V	T, U	11	118.5	129.5	118.5	129.5	0
23	W	U	1	106.5	107.5	127.5	128.5	21
24	X	W	1	107.5	108.5	128.5	129.5	21
25	Y	V, X	15	129.5	144.5	129.5	144.5	0
26	Z	W	1	107.5	108.5	143.5	144.5	36
27	a	Y, Z	3	144.5	147.5	144.5	147.5	0
28	b	a	3	147.5	150.5	147.5	150.5	0
29	c	b	2	150.5	152.5	150.5	152.5	0
30	d	a	2	9	11	134.5	136.5	125.5
31	e	d	9	11	20	136.5	145.5	125.5
32	f	e	2	20	22	145.5	147.5	125.5
33	g	f	3	22	25	147.5	150.5	125.5
34	h	g	2	25	27	150.5	152.5	125.5
35	i	c, h	3	152.5	155.5	152.5	155.5	0
36	j	i	4	155.5	159.5	155.5	159.5	0

Dari tabel IV.6 di atas dapat diketahui bahwa aktivitas yang memiliki *slack* adalah B, C, K, L, S, U, W, X, Z, d, e, f, g, dan h.

- a. *Slack* total aktivitas B dan C adalah 3,5 jam. Jadi pada jalur B – C mempunyai kelonggaran waktu 3,5 jam. Waktu 3,5 jam tersebut merupakan batas kemunduran waktu mulai aktivitas dari waktu mulai yang telah ditentukan atau keterlambatan penyelesaian aktivitas dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut sebagaimana yang telah diestimasi (t_e). Jika aktivitas B telah menggunakan kelonggaran waktu tersebut secara maksimal (3,5 jam) maka aktivitas C tidak dibenarkan untuk terlambat dan sebaliknya (kelonggaran waktu aktivitas B + kelonggaran waktu aktivitas C yang diperkenankan = 3,5 jam), karena jika melebihi 3,5 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- b. Aktivitas K dan L dengan *slack* total 1 jam. Ini berarti jalur K – L mempunyai kelonggaran waktu 1 jam. Waktu 1 jam tersebut merupakan batas kemunduran waktu mulai aktivitas dari waktu mulai yang telah ditentukan atau keterlambatan penyelesaian aktivitas dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut sebagaimana yang telah diestimasi (t_e). Jika aktivitas K telah menggunakan kelonggaran

waktu tersebut secara maksimal (1 jam) maka aktivitas L tidak dibenarkan untuk terlambat dan sebaliknya (kelonggaran waktu aktivitas K + kelonggaran waktu aktivitas L yang diperkenankan = 1 jam), karena jika melebihi 1 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

- c. Aktivitas S memiliki *slack* bebas 6 jam. Hal ini berarti kelonggaran waktu untuk aktivitas S tanpa memperlambat waktu mulai paling awal (ES) untuk aktivitas berikutnya adalah 6 jam.
- d. Aktivitas U memiliki *slack* bebas 12 jam. Hal ini berarti kelonggaran waktu untuk aktivitas U tanpa memperlambat waktu mulai paling awal (ES) untuk aktivitas berikutnya adalah 12 jam.
- e. Aktivitas W dan X memiliki *slack* total 21 jam. Ini berarti kelonggaran waktu aktivitas W + kelonggaran waktu aktivitas X yang diperkenankan adalah 21 jam dan jika melebihi 21 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- f. Aktivitas Z memiliki *slack* bebas 36 jam, yang berarti aktivitas tersebut dapat ditunda dengan waktu penundaan selama 36 jam tanpa menyebabkan keterlambatan waktu mulai paling awal (ES) aktivitas berikutnya.
- g. Aktivitas d, e, f, g, dan h memiliki *slack* total 125,5 jam. Ini berarti jika ingin menunda aktivitas dalam jalur tersebut waktu yang diperkenankan adalah selama 125,5 jam dan jika melebihi waktu tersebut akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek.

4. Percepatan Dengan *PERT* dan *CPM*

Untuk mengetahui berbagai alternatif program percepatan dengan *PERT* dan *CPM* dalam memenuhi batas waktu penyelesaian yang disepakati dengan konsumen/ pemesan, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

a. Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek

Analisis ini akan menguji apakah percepatan proses produksi berdasarkan *PERT* dan *CPM* akan lebih efisien, serta mengetahui besarnya efisiensi dari percepatan tersebut.

Untuk menguji hal tersebut, maka diperlukan adanya program normal dan program percepatan (*crash program*). Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan di bawah program normal disebut waktu normal (*normal time* : T_n), dan biaya yang terjadi disebut biaya normal (*normal cost* : C_n). Sedangkan pada program percepatan terdapat waktu percepatan (*crash time* : T_c); dan biaya yang berhubungan dengan waktu percepatan disebut biaya percepatan (*crash cost* : C_c). Kenaikan biaya per unit pengurangan waktu atau biaya tambahan (I_c) setiap aktivitas dapat dihitung dengan rumus :

$$I_c = \frac{C_c - C_n}{T_n - T_c}$$

Dimana :

C_n = biaya normal

Cc = biaya percepatan (*crash cost*)

Tn = Waktu normal

Tc =Waktu setelah percepatan (*crash time*)

Program normal dan program percepatan proyek pesanan khusus pada

CV. Batik Surya Kencana dapat dilihat pada tabel IV.7 di bawah ini :

Tabel IV.7 Analisis Kenaikan Biaya Per Unit Pengurangan Waktu (*Ic*)

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu Normal	Waktu Dipercepat	Biaya Normal	Biaya Dipercepat	Ic
1	A	-	9	6	40.000	65.000	8.333
2	B	A	7	5	9.000	12.000	1.500
3	C	B	5	4	25.000	30.000	5.000
4	D	A	2	1	3.000	5.000	2.000
5	E	D	1	0.5	3.000	6.000	6.000
6	F	E	2	1.5	1.000	3.000	4.000
7	G	F	7	3	5.000	7.000	500
8	H	G	1.5	1	5.500	7.000	3.000
9	I	H	2	0.5	10.000	15.000	3.333
10	J	C, I	3	1.5	18.000	23.000	3.333
11	K	I	1	0.5	3.500	4.500	2.000
12	L	K	1	0.5	3.000	4.500	3.000
13	M	J, L	18	15	70.000	90.000	6.667
14	N	M	25	20	100.000	125.000	5.000
15	O	N	20	12	40.000	60.000	2.500
16	P	O	10	7	30.000	45.000	5.000
17	Q	P	4	2	15.000	25.000	5.000
18	R	Q	7	3	5.000	7.000	500
19	S	Q	1	0.5	9.000	13.000	8.000
20	T	R, S	7	4	15.000	25.000	3.333
21	U	S	1	0.5	9.000	13.000	8.000
22	V	T, U	11	8	15.000	25.000	3.333
23	W	U	1	0.5	9.000	13.000	8.000
24	X	W	1	0.5	3.000	6.000	6.000
25	Y	V, X	15	12	15.000	25.000	3.333
26	Z	W	1	0.5	9.000	13.000	8.000

27	A	Y, Z	3	1.5	15.000	25.000	6.667
28	B	a	3	1	10.000	12.000	1.000
29	C	b	2	0.5	10.000	15.000	3.333
30	D	A	2	1.5	9.000	12.000	6.000
31	E	d	9	5	50.000	75.000	6.250
32	F	e	2	1	7.500	10.000	2.500
33	G	f	3	2	5.000	7.500	2.500
34	H	g	2	1	6.000	9.000	3.000
35	I	c, h	3	1.5	3.000	5.000	1.333
36	J	i	4	2	15.000	20.000	2.500
Total Biaya					600.500	857.500	

Sumber : CV Batik Surya kencana

Proses percepatan waktu penyelesaian proyek dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1). Melakukan analisis jaringan kerja (*network*) atas dasar waktu dan biaya normal. Analisis ini dapat dilihat pada tabel IV.4, IV.5, IV.6, dan 11 serta gambar 9.

Jika digunakan waktu dan biaya normal proyek pada CV. Batik Surya Kencana, maka proyek tersebut dapat diselesaikan dalam waktu 159,5 jam dengan total biaya Rp. 600.500,00 (dihitung dengan menjumlahkan seluruh biaya normal)

- 2). Melakukan analisis jaringan kerja (*network*) berdasarkan waktu dan biaya percepatan aktivitas secara keseluruhan.

Analisis jaringan kerja (*network*) tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel IV.8 Waktu dan Biaya setiap aktivitas yang Dipercepat

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu Dipercepat	Biaya Dipercepat
1	A	-	6	65.000
2	B	A	5	12.000
3	C	B	4	30.000
4	D	A	1	5.000
5	E	D	0.5	6.000
6	F	E	1.5	3.000
7	G	F	3	7.000
8	H	G	1	7.000
9	I	H	0.5	15.000
10	J	C, I	1.5	23.000
11	K	I	0.5	4.500
12	L	K	0.5	4.500
13	M	J, L	15	90.000
14	N	M	20	125.000
15	O	N	12	60.000
16	P	O	7	45.000
17	Q	P	2	25.000
18	R	Q	3	7.000
19	S	Q	0.5	13.000
20	T	R, S	4	25.000
21	U	S	0.5	13.000
22	V	T, U	8	25.000

23	W	U	0.5	13.000
24	X	W	0.5	6.000
25	Y	V, X	12	25.000
26	Z	W	0.5	13.000
27	a	Y, Z	1.5	25.000
28	b	a	1	12.000
29	c	b	0.5	15.000
30	d	a	1.5	12.000
31	e	d	5	75.000
32	f	E	1	10.000
33	g	F	2	7.500
34	h	G	1	9.000
35	i	C, h	1.5	5.000
36	j	I	2	20.000
Total Biaya				857.500

Tabel IV.9 Analisis Jaringan Kerja (*Network*) Terhadap seluruh aktivitas yang Dipercepat

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu Dipercepat	<i>Earliest Start</i>	<i>Earliest Finish</i>	<i>Latest Start</i>	<i>Latest Finish</i>	<i>Slack</i>	Aktivitas Kritis
1	A	-	6	0	6	0	6	0	Ya
2	B	A	5	6	11	6	11	0	Ya
3	C	B	4	11	15	11	15	0	Ya
4	D	A	1	6	7	7.5	8.5	1.5	Tidak
5	E	D	0.5	7	7.5	8.5	9	1.5	Tidak
6	F	E	1.5	7.5	9	9	10.5	1.5	Tidak
7	G	F	3	9	12	10.5	13.5	1.5	Tidak
8	H	G	1	12	13	13.5	14.5	1.5	Tidak
9	I	H	0.5	13	13.5	14.5	15	1.5	Tidak
10	J	C, I	1.5	15	16.5	15	16.5	0	Ya
11	K	I	0.5	13.5	14	15.5	16	2	Tidak
12	L	K	0.5	14	14.5	16	16.5	2	Tidak
13	M	J, L	15	16.5	31.5	16.5	31.5	0	Ya
14	N	M	20	31.5	51.5	31.5	51.5	0	Ya
15	O	N	12	51.5	63.5	51.5	63.5	0	Ya
16	P	O	7	63.5	70.5	63.5	70.5	0	Ya
17	Q	P	2	70.5	72.5	70.5	72.5	0	Ya
18	R	Q	3	72.5	75.5	72.5	75.5	0	Ya

19	S	Q	0.5	72.5	73	75	75.5	2.5	Tidak
20	T	R, S	4	75.5	79.5	75.5	79.5	0	Ya
21	U	S	0.5	73	73.5	79	79.5	6	Tidak
22	V	T, U	8	79.5	87.5	79.5	87.5	0	Ya
23	W	U	0.5	73.5	74	86.5	87	13	Tidak
24	X	W	0.5	74	74.5	87	87.5	13	Tidak
25	Y	V, X	12	87.5	99.5	87.5	99.5	0	Ya
26	Z	W	0.5	74	74.5	99	99.5	25	Tidak
27	a	Y, Z	1.5	99.5	101	99.5	101	0	Ya
28	b	a	1	101	102	101	102	0	Ya
29	c	b	0.5	102	102.5	102	102.5	0	Ya
30	d	A	1.5	6	7.5	92	93.5	86	Tidak
31	e	d	5	7.5	12.5	93.5	98.5	86	Tidak
32	f	e	1	12.5	13.5	98.5	99.5	86	Tidak
33	g	f	2	13.5	15.5	99.5	101.5	86	Tidak
34	h	g	1	15.5	16.5	101.5	102.5	86	Tidak
35	i	c, h	1.5	102.5	104	102.5	104	0	Ya
36	j	i	2	104	106	104	106	0	Ya

Dari tabel IV.9 di atas dapat diketahui :

- a). Waktu penyelesaian paling awal (EF) dari percepatan seluruh aktivitas berdasarkan waktu dan biaya percepatan proyek pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana adalah sama dengan waktu selesai paling akhir (LF), yaitu 106 jam.
- b). Terdapat satu jalur kritis, yaitu : A-B- C-J-M-N-O-P-Q-R-T-V-Y-a-b-c-i-j.
- c). Aktivitas yang memiliki *slack* adalah D, E, F, G, H, I, K, L, S, U, W, X, Z, d, e, f, g, dan h.

(1). *Slack* total aktivitas D, E, F, G, H dan I adalah 1,5 jam. Jadi pada jalur D – I mempunyai kelonggaran waktu 1,5 jam. Waktu 1,5 jam tersebut merupakan batas kemunduran waktu mulai aktivitas dari waktu mulai yang telah ditentukan atau keterlambatan penyelesaian aktivitas dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut sebagaimana yang telah diestimasi (t_e). Jika terdapat salah satu aktivitas yang menggunakan kelonggaran waktu tersebut secara maksimal (1,5 jam) maka aktivitas yang lain tidak dibenarkan untuk terlambat dan sebaliknya (kelonggaran waktu aktivitas D + E + F + G + H + I yang diperkenankan = 1,5 jam), karena jika melebihi 1,5 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

(2). Aktivitas K dan L dengan *slack* total 2 jam. Ini berarti jalur K – L mempunyai kelonggaran waktu 2 jam. Waktu 1 jam tersebut merupakan batas kemunduran waktu mulai aktivitas dari waktu mulai yang telah ditentukan atau keterlambatan penyelesaian aktivitas dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut sebagaimana yang telah diestimasi (t_e). Jika aktivitas K telah menggunakan kelonggaran waktu tersebut secara maksimal (2 jam) maka

- aktivitas L tidak dibenarkan untuk terlambat dan sebaliknya (kelonggaran waktu aktivitas K + kelonggaran waktu aktivitas L yang diperkenankan = 2 jam), karena jika melebihi 2 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- (3). Aktivitas S memiliki *slack* bebas 2,5 jam. Hal ini berarti kelonggaran waktu untuk aktivitas S tanpa memperlambat waktu mulai paling awal (ES) untuk aktivitas berikutnya adalah 2,5 jam.
- (4). Aktivitas U memiliki *slack* bebas 6 jam. Hal ini berarti kelonggaran waktu untuk aktivitas U tanpa memperlambat waktu mulai paling awal (ES) untuk aktivitas berikutnya adalah 6 jam.
- (5). Aktivitas W dan X memiliki *slack* total 13 jam. Ini berarti kelonggaran waktu aktivitas W + kelonggaran waktu aktivitas X yang diperkenankan adalah 13 jam dan jika melebihi 13 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- (6). Aktivitas Z memiliki *slack* bebas 25 jam, yang berarti aktivitas tersebut dapat ditunda dengan waktu penundaan selama 25 jam tanpa menyebabkan keterlambatan waktu mulai paling awal (ES) aktivitas berikutnya.

(7). Aktivitas d, e f, g, dan h memiliki *slack* total 86 jam. Ini berarti jika ingin menunda aktivitas dalam jalur tersebut waktu yang diperkenankan adalah selama 86 jam dan jika melebihi waktu tersebut akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Setelah melakukan analisis di atas, maka dapat digambarkan diagram jaringan kerja (*network*) berdasarkan waktu dan biaya dipercepat, berikut ES, EF, LS dan LF dari setiap aktivitas.

b. Mengetahui apakah waktu penyelesaian proyek dapat dipercepat.

Dari analisis jaringan kerja (*network*) berdasarkan waktu dan biaya normal, serta waktu dan biaya percepatan, maka dapat disimpulkan bahwa

proyek pada CV. Batik Surya Kencana dapat diselesaikan dalam waktu 159,5 jam hingga 106 jam dengan biaya Rp. 600.500 hingga Rp.857.500. Secara umum waktu penyelesaian proyek dapat dipercepat dengan waktu minimum 106 jam dengan biaya percepatan Rp. 857.500.

- c. Mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan mengutamakan aktivitas pada jalur kritis yang memiliki biaya percepatan per satuan waktu terkecil dan melakukan analisis jaringan kerja.

Tabel IV.10 Waktu dan Biaya Dipercepat Pada Jalur Kritis

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu	Biaya
----	------------------	------------------------------	-------	-------

1	A	-	6	65.000
2	B	A	7	9.000
3	C	B	5	25.000
4	D	A	1	5.000
5	E	D	0.5	6.000
6	F	E	1.5	3.000
7	G	F	3	7.000
8	H	G	1	7.000
9	I	H	0.5	15.000
10	J	C, I	1.5	23.000
11	K	I	1	3.500
12	L	K	1	3.000
13	M	J, L	15	90.000
14	N	M	20	125.000
15	O	N	12	60.000
16	P	O	7	45.000
17	Q	P	2	25.000
18	R	Q	3	7.000
19	S	Q	1	9.000
20	T	R, S	4	25.000
21	U	S	1	9.000
22	V	T, U	8	25.000
23	W	U	1	9.000
24	X	W	1	3.000
25	Y	V, X	12	25.000
26	Z	W	1	9.000
27	a	Y, Z	1.5	25.000
28	b	a	1	12.000
29	c	b	0.5	15.000
30	d	A	2	9.000
31	e	d	9	50.000
32	f	e	2	7.500
33	g	f	3	5.000
34	h	g	2	6.000
35	i	c, h	1.5	5.000
36	j	i	2	20.000
Total Biaya				792.000

Tabel IV.11 Analisis Jaringan Kerja (*Network*) Pada Jalur Kritis yang Dipercepat

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu	<i>Earliest Start</i>	<i>Earliest Finish</i>	<i>Latest Start</i>	<i>Latest Finish</i>	<i>Slack</i>	Aktivitas Kritis
1	A	-	6	0	6	0	6	0	Ya
2	B	A	7	6	13	6	13	0	Ya
3	C	B	5	13	18	13	18	0	Ya
4	D	A	1	6	7	10	11	4	Tidak
5	E	D	0.5	7	7.5	11	11.5	4	Tidak
6	F	E	1.5	7.5	9	11.5	13	4	Tidak
7	G	F	3	9	12	13	16	4	Tidak
8	H	G	1	12	13	16	17	4	Tidak
9	I	H	0.5	13	13.5	17	17.5	4	Tidak
10	J	C, I	1.5	18	19.5	18	19.5	0	Ya
11	K	I	1	13.5	14.5	17.5	18.5	4	Tidak
12	L	K	1	14.5	15.5	18.5	19.5	4	Tidak
13	M	J, L	15	19.5	34.5	19.5	34.5	0	Ya
14	N	M	20	34.5	54.5	34.5	54.5	0	Ya
15	O	N	12	54.5	66.5	54.5	66.5	0	Ya
16	P	O	7	66.5	73.5	66.5	73.5	0	Ya
17	Q	P	2	73.5	75.5	73.5	75.5	0	Ya
18	R	Q	3	75.5	78.5	75.5	78.5	0	Ya
19	S	Q	1	75.5	76.5	77.5	78.5	2	Tidak
20	T	R, S	4	78.5	82.5	78.5	82.5	0	Ya
21	U	S	1	76.5	77.5	81.5	82.5	5	Tidak
22	V	T, U	8	82.5	90.5	82.5	90.5	0	Ya
23	W	U	1	77.5	78.5	88.5	89.5	11	Tidak
24	X	W	1	78.5	79.5	89.5	90.5	11	Tidak
25	Y	V, X	12	90.5	102.5	90.5	102.5	0	Ya
26	Z	W	1	78.5	79.5	101.5	102.5	23	Tidak
27	a	Y, Z	1.5	102.5	104	102.5	104	0	Ya
28	b	a	1	104	105	104	105	0	Ya
29	c	b	0.5	105	105.5	105	105.5	0	Ya
30	d	A	2	6	8	87.5	89.5	81.5	Tidak
31	e	d	9	8	17	89.5	98.5	81.5	Tidak
32	f	e	2	17	19	98.5	100.5	81.5	Tidak
33	g	f	3	19	22	100.5	103.5	81.5	Tidak
34	h	g	2	22	24	103.5	105.5	81.5	Tidak
35	i	c, h	1.5	105.5	107	105.5	107	0	Ya
36	j	i	2	107	109	107	109	0	Ya

Dari tabel IV.11 di atas dapat diketahui :

- 1) Waktu penyelesaian paling awal (EF) dari percepatan aktivitas pada jalur kritis proyek pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana adalah sama dengan waktu selesai paling akhir (LF), yaitu 109 jam.
- 2) Terdapat satu jalur kritis, yaitu : A-B- C-J-M-N-O-P-Q-R-T-V-Y-a-b-c-i-j.
- 3) Aktivitas yang memiliki *slack* adalah D, E, F, G, H, I, K, L, S, U, W, X, Z, d, e, f, g, dan h.
 - a). *Slack* total aktivitas D, E, F, G, H dan I adalah 4 jam. Jadi pada jalur D – I mempunyai kelonggaran waktu 4 jam. Waktu 4 jam tersebut merupakan batas kemunduran waktu mulai aktivitas dari waktu mulai yang telah ditentukan atau keterlambatan penyelesaian aktivitas dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut sebagaimana yang telah diestimasi (te). Jika terdapat salah satu aktivitas yang menggunakan kelonggaran waktu tersebut secara maksimal (4 jam) maka aktivitas yang lain tidak dibenarkan untuk terlambat dan sebaliknya (kelonggaran waktu aktivitas D + E + F + G + H + I yang diperkenankan = 4 jam), karena jika melebihi 4 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
 - b). Aktivitas K dan L dengan *slack* total 4 jam. Ini berarti jalur K – L mempunyai kelonggaran waktu 4 jam. Waktu 4 jam tersebut

merupakan batas kemunduran waktu mulai aktivitas dari waktu mulai yang telah ditentukan atau keterlambatan penyelesaian aktivitas dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut sebagaimana yang telah diestimasi (t_e). Jika aktivitas K telah menggunakan kelonggaran waktu tersebut secara maksimal (4 jam) maka aktivitas L tidak dibenarkan untuk terlambat dan sebaliknya (kelonggaran waktu aktivitas K + kelonggaran waktu aktivitas L yang diperkenankan = 4 jam), karena jika melebihi 4 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

- c). Aktivitas S memiliki *slack* bebas 2 jam. Hal ini berarti kelonggaran waktu untuk aktivitas S tanpa memperlambat waktu mulai paling awal (ES) untuk aktivitas berikutnya adalah 2 jam.
- d). Aktivitas U memiliki *slack* bebas 5 jam. Hal ini berarti kelonggaran waktu untuk aktivitas U tanpa memperlambat waktu mulai paling awal (ES) untuk aktivitas berikutnya adalah 5 jam.
- e). Aktivitas W dan X memiliki *slack* total 11 jam. Ini berarti kelonggaran waktu aktivitas W + kelonggaran waktu aktivitas X yang diperkenankan adalah 11 jam dan jika melebihi 11 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- f). Aktivitas Z memiliki *slack* bebas 23 jam, yang berarti aktivitas tersebut dapat ditunda dengan waktu penundaan selama 23 jam

tanpa menyebabkan keterlambatan waktu mulai paling awal (ES) aktivitas berikutnya.

- g). Aktivitas d, e f, g, dan h memiliki *slack* total 81,5 jam. Ini berarti jika ingin menunda aktivitas dalam jalur tersebut waktu yang diperkenankan adalah selama 81,5 jam dan jika melebihi waktu tersebut akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Setelah melakukan analisis tersebut, maka dapat digambarkan diagram jaringan kerja (*network*) berdasarkan waktu dan biaya dipercepat, berikut ES, EF, LS dan LF dari setiap aktivitas.

- d. Hal tersebut memunculkan jalur kritis baru, maka dilakukan percepatan hingga maksimal. Aktivitas kritis yang dipercepat adalah aktivitas B dan C, dengan Ic Rp. 1500,00 dan Rp. 5.000,00.

Percepatan pertama dilakukan pada aktiuvitas yang memiliki biaya per unit pengurangan waktu (Ic) atau biaya tambahan terkacil, yaitu aktivitas B dengan biaya Rp. 1500.00.

Percapatan pertama tersebut dapat dilihat pada tabel IV.12 di bawah ini :

Tabel IV.12 Percepatan Aktivitas B Pada Jalur Kritis

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu	Biaya
1	A	-	6	65.000
2	B	A	5	12.000
3	C	B	5	25.000
4	D	A	1	5.000
5	E	D	0.5	6.000
6	F	E	1.5	3.000
7	G	F	3	7.000
8	H	G	1	7.000
9	I	H	0.5	15.000
10	J	C, I	1.5	23.000
11	K	I	1	3.500
12	L	K	1	3.000
13	M	J, L	15	90.000
14	N	M	20	125.000
15	O	N	12	60.000
16	P	O	7	45.000
17	Q	P	2	25.000
18	R	Q	3	7.000
19	S	Q	1	9.000
20	T	R, S	4	25.000
21	U	S	1	9.000
22	V	T, U	8	25.000
23	W	U	1	9.000
24	X	W	1	3.000
25	Y	V, X	12	25.000
26	Z	W	1	9.000
27	a	Y, Z	1.5	25.000
28	b	A	1	12.000
29	c	B	0.5	15.000
30	d	A	2	9.000
31	e	D	9	50.000
32	f	E	2	7.500
33	g	F	3	5.000
34	h	G	2	6.000

35	i	C, h	1.5	5.000
36	j	I	2	20.000
Total Biaya			795.000	

Tabel IV.13 Analisis Jaringan Kerja (*Network*) Terhadap Percepatan Aktivitas B Pada Jalur Kritis Baru

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu	<i>Earliest Start</i>	<i>Earliest Finish</i>	<i>Latest Start</i>	<i>Latest Finish</i>	<i>Slack</i>	Aktivitas Kritis
1	A	-	6	0	6	0	6	0	Ya
2	B	A	5	6	11	6	11	0	Ya
3	C	B	5	11	16	11	16	0	Ya
4	D	A	1	6	7	8	9	2	Tidak
5	E	D	0.5	7	7.5	9	9.5	2	Tidak
6	F	E	1.5	7.5	9	9.5	11	2	Tidak
7	G	F	3	9	12	11	14	2	Tidak
8	H	G	1	12	13	14	15	2	Tidak
9	I	H	0.5	13	13.5	15	15.5	2	Tidak
10	J	C, I	1.5	16	17.5	16	17.5	0	Ya
11	K	I	1	13.5	14.5	15.5	16.5	2	Tidak
12	L	K	1	14.5	15.5	16.5	17.5	2	Tidak
13	M	J, L	15	17.5	32.5	17.5	32.5	0	Ya
14	N	M	20	32.5	52.5	32.5	52.5	0	Ya
15	O	N	12	52.5	64.5	52.5	64.5	0	Ya
16	P	O	7	64.5	71.5	64.5	71.5	0	Ya
17	Q	P	2	71.5	73.5	71.5	73.5	0	Ya
18	R	Q	3	73.5	76.5	73.5	76.5	0	Ya
19	S	Q	1	73.5	74.5	75.5	76.5	2	Tidak
20	T	R, S	4	76.5	80.5	76.5	80.5	0	Ya
21	U	S	1	74.5	75.5	79.5	80.5	5	Tidak
22	V	T, U	8	80.5	88.5	80.5	88.5	0	Ya
23	W	U	1	75.5	76.5	86.5	87.5	11	Tidak
24	X	W	1	76.5	77.5	87.5	88.5	11	Tidak
25	Y	V, X	12	88.5	100.5	88.5	100.5	0	Ya
26	Z	W	1	76.5	77.5	99.5	100.5	23	Tidak
27	a	Y, Z	1.5	100.5	102	100.5	102	0	Ya
28	b	A	1	102	103	102	103	0	Ya
29	c	B	0.5	103	103.5	103	103.5	0	Ya
30	d	A	2	6	8	85.5	87.5	79.5	Tidak
31	e	D	9	8	17	87.5	96.5	79.5	Tidak
32	f	E	2	17	19	96.5	98.5	79.5	Tidak
33	g	F	3	19	22	98.5	101.5	79.5	Tidak
34	h	G	2	22	24	101.5	103.5	79.5	Tidak
35	i	c, h	1.5	103.5	105	103.5	105	0	Ya
36	j	I	2	105	107	105	107	0	Ya

Dari tabel IV.13 di atas dapat diketahui :

- 1) Waktu penyelesaian paling awal (EF) dari percepatan aktivitas kritis B proyek pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana adalah sama dengan waktu selesai paling akhir (LF), yaitu 107 jam.
- 2) Terdapat satu jalur kritis, yaitu : A-B- C-J-M-N-O-P-Q-R-T-V-Y-a-b-c-i-j.
- 3) Aktivitas yang memiliki *slack* adalah D, E, F, G, H, I, K, L, S, U, W, X, Z, d, e, f, g, dan h.
 - a). *Slack* total aktivitas D, E, F, G, H dan I adalah 2 jam. Jadi pada jalur D – I mempunyai kelonggaran waktu 2 jam. Waktu 2 jam tersebut merupakan batas kemunduran waktu mulai aktivitas dari waktu mulai yang telah ditentukan atau keterlambatan penyelesaian aktivitas dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut sebagaimana yang telah diestimasi (te). Jika terdapat salah satu aktivitas yang menggunakan kelonggaran waktu tersebut secara maksimal (4 jam) maka aktivitas yang lain tidak dibenarkan untuk terlambat dan sebaliknya (kelonggaran waktu aktivitas D + E + F + G + H + I yang diperkenankan = 2 jam), karena jika melebihi 2 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

- b). Aktivitas K dan L dengan *slack* total 2 jam. Ini berarti jalur K – L mempunyai kelonggaran waktu 2 jam. Waktu 2 jam tersebut merupakan batas kemunduran waktu mulai aktivitas dari waktu mulai yang telah ditentukan atau keterlambatan penyelesaian aktivitas dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut sebagaimana yang telah diestimasikan (t_e). Jika aktivitas K telah menggunakan kelonggaran waktu tersebut secara maksimal (2 jam) maka aktivitas L tidak dibenarkan untuk terlambat dan sebaliknya (kelonggaran waktu aktivitas K + kelonggaran waktu aktivitas L yang diperkenankan = 2 jam), karena jika melebihi 2 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- c). Aktivitas S memiliki *slack* bebas 2 jam. Hal ini berarti kelonggaran waktu untuk aktivitas S tanpa memperlambat waktu mulai paling awal (ES) untuk aktivitas berikutnya adalah 2 jam.
- d). Aktivitas U memiliki *slack* bebas 5 jam. Hal ini berarti kelonggaran waktu untuk aktivitas U tanpa memperlambat waktu mulai paling awal (ES) untuk aktivitas berikutnya adalah 5 jam.
- e). Aktivitas W dan X memiliki *slack* total 11 jam. Ini berarti kelonggaran waktu aktivitas W + kelonggaran waktu aktivitas X yang diperkenankan adalah 11 jam dan jika melebihi 11 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

f). Aktivitas Z memiliki *slack* bebas 23 jam, yang berarti aktivitas tersebut dapat ditunda dengan waktu penundaan selama 23 jam tanpa menyebabkan keterlambatan waktu mulai paling awal (ES) aktivitas berikutnya.

g). Aktivitas d, e f, g, dan h memiliki *slack* total 79,5 jam. Ini berarti jika ingin menunda aktivitas dalam jalur tersebut waktu yang diperkenankan adalah selama 79,5 jam dan jika melebihi waktu tersebut akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Setelah melakukan analisis tersebut, maka dapat digambarkan diagram jaringan kerja (*network*) berdasarkan waktu dan biaya dipercepat, berikut ES, EF, LS dan LF dari setiap aktivitas.

Setelah aktivitas kritis B dipercepat, langkah selanjutnya adalah memepercepat aktivitas kritis C sehingga seluruh aktivitas pada jalur kritis telah dipercepat, yang berarti percepatan telah maksimum.

Tabel IV.14 Waktu dan Biaya Percepatan Aktivitas C pada jalur Kritis Baru

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu	Biaya
1	A	-	6	65.000
2	B	A	5	12.000
3	C	B	4	30.000
4	D	A	1	5.000
5	E	D	0.5	6.000
6	F	E	1.5	3.000
7	G	F	3	7.000
8	H	G	1	7.000
9	I	H	0.5	15.000
10	J	C, I	1.5	23.000
11	K	I	1	3.500
12	L	K	1	3.000
13	M	J, L	15	90.000
14	N	M	20	125.000
15	O	N	12	60.000
16	P	O	7	45.000
17	Q	P	2	25.000
18	R	Q	3	7.000
19	S	Q	1	9.000
20	T	R, S	4	25.000
21	U	S	1	9.000
22	V	T, U	8	25.000
23	W	U	1	9.000

24	X	W	1	3.000
25	Y	V, X	12	25.000
26	Z	W	1	9.000
27	a	Y, Z	1.5	25.000
28	b	a	1	12.000
29	c	b	0.5	15.000
30	d	A	2	9.000
31	e	d	9	50.000
32	f	e	2	7.500
33	g	f	3	5.000
34	h	g	2	6.000
35	i	c, h	1.5	5.000
36	j	i	2	20.000
Total Biaya			800.000	

Tabel IV.15 Analisis Jaringan Kerja (*Network*) Terhadap Percepatan Aktivitas C Pada Jalur Kritis baru

No	Simbol Aktivitas	Aktivitas yang Mendahuluinya	Waktu	<i>Earliest Start</i>	<i>Earliest Finish</i>	<i>Latest Start</i>	<i>Latest Finish</i>	<i>Slack</i>	Aktivitas Kritis
1	A	-	6	0	6	0	6	0	Ya
2	B	A	5	6	11	6	11	0	Ya
3	C	B	4	11	15	11	15	0	Ya
4	D	A	1	6	7	7	8	1	Tidak
5	E	D	0.5	7	7.5	8	8.5	1	Tidak
6	F	E	1.5	7.5	9	8.5	10	1	Tidak
7	G	F	3	9	12	10	13	1	Tidak
8	H	G	1	12	13	13	14	1	Tidak
9	I	H	0.5	13	13.5	14	14.5	1	Tidak
10	J	C, I	1.5	15	16.5	15	16.5	0	Ya
11	K	I	1	13.5	14.5	14.5	15.5	1	Tidak
12	L	K	1	14.5	15.5	15.5	16.5	1	Tidak
13	M	J, L	15	16.5	31.5	16.5	31.5	0	Ya
14	N	M	20	31.5	51.5	31.5	51.5	0	Ya
15	O	N	12	51.5	63.5	51.5	63.5	0	Ya
16	P	O	7	63.5	70.5	63.5	70.5	0	Ya
17	Q	P	2	70.5	72.5	70.5	72.5	0	Ya
18	R	Q	3	72.5	75.5	72.5	75.5	0	Ya
19	S	Q	1	72.5	73.5	74.5	75.5	2	Tidak
20	T	R, S	4	75.5	79.5	75.5	79.5	0	Ya
21	U	S	1	73.5	74.5	78.5	79.5	5	Tidak
22	V	T, U	8	79.5	87.5	79.5	87.5	0	Ya
23	W	U	1	74.5	75.5	85.5	86.5	11	Tidak
24	X	W	1	75.5	76.5	86.5	87.5	11	Tidak
25	Y	V, X	12	87.5	99.5	87.5	99.5	0	Ya
26	Z	W	1	75.5	76.5	98.5	99.5	23	Tidak
27	a	Y, Z	1.5	99.5	101	99.5	101	0	Ya
28	b	A	1	101	102	101	102	0	Ya
29	c	B	0.5	102	102.5	102	102.5	0	Ya
30	d	A	2	6	8	84.5	86.5	78.5	Tidak
31	e	D	9	8	17	86.5	95.5	78.5	Tidak
32	f	E	2	17	19	95.5	97.5	78.5	Tidak
33	g	F	3	19	22	97.5	100.5	78.5	Tidak
34	h	G	2	22	24	100.5	102.5	78.5	Tidak
35	i	C, h	1.5	102.5	104	102.5	104	0	Ya
36	j	I	2	104	106	104	106	0	Ya

Dari tabel IV.15 di atas dapat diketahui :

- 1) Waktu penyelesaian paling awal (EF) dari percepatan aktivitas kritis B proyek pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana sama dengan waktu selesai paling akhir (LF), yaitu 106 jam.
- 2) Terdapat satu jalur kritis, yaitu : A-B- C-J-M-N-O-P-Q-R-T-V-Y-a-b-c-i-j.
- 3) Aktivitas yang memiliki *slack* adalah D, E, F, G, H, I, K, L, S, U, W, X, Z, d, e, f, g, dan h.
 - a). *Slack* total aktivitas D, E, F, G, H dan I adalah 1 jam. Jadi pada jalur D – I mempunyai kelonggaran waktu 1 jam. Waktu 1 jam tersebut merupakan batas kemunduran waktu mulai aktivitas dari waktu mulai yang telah ditentukan atau keterlambatan penyelesaian aktivitas dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut sebagaimana yang telah diestimasi (te). Jika terdapat salah satu aktivitas yang menggunakan kelonggaran waktu tersebut secara maksimal (1 jam) maka aktivitas yang lain tidak dibenarkan untuk terlambat dan sebaliknya (kelonggaran waktu aktivitas D + E + F + G + H + I yang diperkenankan = 1 jam), karena jika melebihi 1 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
 - b). Aktivitas K dan L dengan *slack* total 1 jam. Ini berarti jalur K – L mempunyai kelonggaran waktu 1 jam. Waktu 1 jam tersebut

merupakan batas kemunduran waktu mulai aktivitas dari waktu mulai yang telah ditentukan atau keterlambatan penyelesaian aktivitas dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut sebagaimana yang telah diestimasi (t_e). Jika aktivitas K telah menggunakan kelonggaran waktu tersebut secara maksimal (1 jam) maka aktivitas L tidak dibenarkan untuk terlambat dan sebaliknya (kelonggaran waktu aktivitas K + kelonggaran waktu aktivitas L yang diperkenankan = 1 jam), karena jika melebihi 1 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

- c). Aktivitas S memiliki *slack* bebas 2 jam. Hal ini berarti kelonggaran waktu untuk aktivitas S tanpa memperlambat waktu mulai paling awal (ES) untuk aktivitas berikutnya adalah 2 jam.
- d). Aktivitas U memiliki *slack* bebas 5 jam. Hal ini berarti kelonggaran waktu untuk aktivitas U tanpa memperlambat waktu mulai paling awal (ES) untuk aktivitas berikutnya adalah 5 jam.
- e). Aktivitas W dan X memiliki *slack* total 11 jam. Ini berarti kelonggaran waktu aktivitas W + kelonggaran waktu aktivitas X yang diperkenankan adalah 11 jam dan jika melebihi 11 jam maka akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- f). Aktivitas Z memiliki *slack* bebas 23 jam, yang berarti aktivitas tersebut dapat ditunda dengan waktu penundaan selama 23 jam

tanpa menyebabkan keterlambatan waktu mulai paling awal (ES) aktivitas berikutnya.

- g). Aktivitas d, e f, g, dan h memiliki *slack* total 78,5 jam. Ini berarti jika ingin menunda aktivitas dalam jalur tersebut waktu yang diperkenankan adalah selama 78,5 jam dan jika melebihi waktu tersebut akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Setelah melakukan analisis tersebut, maka dapat digambarkan diagram jaringan kerja (*network*) berdasarkan waktu dan biaya yang dipercepat, berikut ES, EF, LS dan LF dari setiap aktivitas.

5. Analisis Berbagai Waktu dan Biaya Penyelesaian Pesanan Khusus

Penyelesaian proyek pesanan khusus pada CV. Batik surya Kencana dapat dilakukan dengan berbagai alternatif waktu dan biaya. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel IV.16 Alternatif Waktu dan Biaya Penyelesaian Proyek

Keterangan	Waktu (jam)	Jumlah
Aktivitas normal	159,5	Rp. 600.500,00
Percepatan seluruh aktivitas	106	Rp. 857.500,00
Percepatan pada jalur kritis	109	Rp. 792.000,00
Percepatan pertama pada jalur kritis baru	107	Rp. 795.000,00
Percepatan kedua pada jalur kritis baru	106	Rp. 800.000,00

Dari tabel tersebut dapat diketahui :

- 1) Penyelesaian proyek dengan waktu normal adalah 159,5 jam dengan biaya Rp. 600.500,00.
- 2) Penyelesaian proyek dengan mempercepat seluruh aktivitas menghasilkan waktu penyelesaian 106 jam dengan biaya Rp. 857.500,00.
- 3) Penyelesaian proyek dengan mempercepat seluruh aktivitas pada jalur kritis menghasilkan waktu penyelesaian 109 dengan biaya Rp. 792.500,00.
- 4) Percepatan seluruh aktivitas pada jalur kritis menimbulkan jalur kritis baru, sehingga dapat dilakukan percepatan pada aktivitas kritisnya.

Penyelesaian proyek dengan mempercepat satu aktivitas kritis baru menghasilkan waktu penyelesaian 107 jam dengan biaya Rp. 795.000,00.

- 5) Penyelesaian proyek dengan mempercepat dua aktivitas kritis baru, sehingga seluruh aktivitas pada jalur kritis baru telah dipercepat, menghasilkan waktu penyelesaian 106 jam dengan biaya Rp.800.000.

Dari informasi tersebut dapat diketahui efisiensi biaya penyelesaian proyek dengan PERT dan CPM, yaitu :

Tabel IV.17 Efisiensi Waktu

Penyelesaian proyek dengan waktu normal pada seluruh aktivitas	Rp. 600.500,00	159,5 jam
Penyelesaian proyek dengan percepatan pada jalur kritis dan jalur kritis baru	Rp. 800.000,00	106 jam
Efisiensi waktu		53,5 jam

Dari tabel 21 di atas, dapat diketahui bahwa proses produksi pada proyek pesanan khusus dapat dilaksanakan berdasarkan waktu normal dengan total waktu penyelesaian 159,5 jam dengan biaya sebesar Rp. 600.500,00 atau dilaksanakan dengan percepatan pada jalur kritis dan jalur kritis baru, dengan total waktu penyelesaian 106 jam dengan biaya sebesar Rp. 800.000,00 . Jika total waktu proses produksi berdasarkan waktu normal dan percepatan pada jalur kritis serta jalur kritis baru dibandingkan, maka dapat diketahui bahwa terdapat efisiensi waktu proses produksi pada proyek pesanan khusus selama 53,5 jam (159,5 jam - 106 jam) untuk salah satu produk pesanan khusus.

Tabel IV.18 Efisiensi Biaya

Penyelesaian proyek dengan percepatan pada seluruh aktivitas	106 jam	Rp. 857.500,00
--	---------	----------------

Penyelesaian proyek dengan percepatan pada jalur kritis dan jalur kritis baru	106 jam	Rp. 800.000,00
Efisiensi biaya		Rp. 57.500,00

Dari tabel 22 di atas, dapat diketahui total biaya proses produksi pada proyek pesanan khusus berdasarkan waktu percepatan pada seluruh aktivitas sebesar Rp. 857.000,00, dan berdasarkan waktu percepatan pada jalur kritis serta jalur kritis baru sebesar Rp. 800.000,00 dengan total waktu penyelesaian yang sama, yaitu 106 jam. Jika kedua biaya tersebut dibandingkan, maka akan dapat diketahui besarnya efisiensi biaya pada proses produksi pesanan khusus dengan PERT dan CPM sebesar Rp. 57.500,00 (Rp. 857.000,00 - Rp. 800.000,00) untuk salah satu produk pesanan khusus.

Jika perusahaan tidak didesak dengan waktu penyelesaian pesanan khusus maka sebaiknya perusahaan menggunakan program normal karena paling efisien dari segi biaya.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat digambarkan “*trade-off*” antara waktu dan biaya berdasarkan tabel IV.16. Kemiringan garis “*trade-off*” waktu/biaya menunjukkan biaya tambahan (*incremental cost*)-kenaikan biaya pengurangan waktu. Dari “*trade-off*” waktu dan biaya dapat dicapai efisiensi dengan memilih waktu yang paling cepat dengan biaya yang paling minimal. Hal tersebut ditujukan dalam gambar di bawah ini :

Dari gambar “*trade-off*” waktu dan biaya tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat berbagai alternatif percepatan penyelesaian pesanan khusus, yaitu percepatan pada aktivitas secara keseluruhan, percepatan pada jalur kritis berdasarkan PERT dan CPM, percepatan salah satu aktivitas (aktivitas C) pada jalur kritis baru, dan percepatan seluruh aktivitas (aktivitas C dan B) pada jalur kritis baru.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis *PERT* dan *CPM* pada pesanan khusus dalam bab sebelumnya, maka dapat dibuat beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Waktu yang diharapkan (*Expected time*) bagi penyelesaian seluruh aktivitas pekerjaan dalam proses produksi proyek pesanan khusus adalah 159,5 jam.
2. Aktivitas-aktivitas pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis pada proses produksi proyek pesanan khusus adalah aktivitas merancang produk pesanan

(A), pemotongan mori (D), mori di lipit (E), pencucian mori (F), pengeringan (G), mori dikanji (H), mori dikemplong (I), pengeblatan motif pada mori (J), membatik kerangka (M), ngisen-iseni (N), nerusi (O), nembok (P), blereki (Q), pengeringan (R), medel (T), bironi (V), nyogo (Y), nyareni (a), nglorot (b), kain dikemplong (c), pemasangan batik pada pigura (i), dan pengemasan produk (j).

3. Aktivitas-aktivitas yang dapat ditunda dalam penyelesaian pesanan khusus tersebut adalah aktivitas penggambaran motif pada sket (B) dan penggambaran motif batik sesuai ukuran (C) dapat ditunda 3,5 jam, persiapan bahan dan peralatan bati (K) dan pemanasan malam/lilin (L) dapat ditunda 1 jam, pengolahan bahan medel (S) dapat ditunda 6 jam, pengolahan bahan bironi (U) dapat ditunda 12 jam, pengolahan bahan sogo (W) dan mori diwiru (X) dapat ditunda 21 jam, pengolahan bahan nyareni (Z) dapat ditunda 36 jam, dan pembuatan desain pigura (d), pengukiran kayu pigura (e), perangkaian kayu pigura (f), finishing pigura (g), pemasangan kaca pigura (h) dapat ditunda 125,5 jam.
4. Besarnya biaya pengerjaan pesanan khusus jika dilakukan percepatan, yaitu penyelesaian pesanan khusus dengan percepatan seluruh aktivitas adalah Rp. 875.500,00, percepatan pada jalur kritis adalah Rp. 792.000,00, percepatan pertama pada jalur kritis baru adalah Rp. 795.000,00, dan percepatan kedua pada jalur kritis baru adalah Rp. 800.000,00.

B. Saran

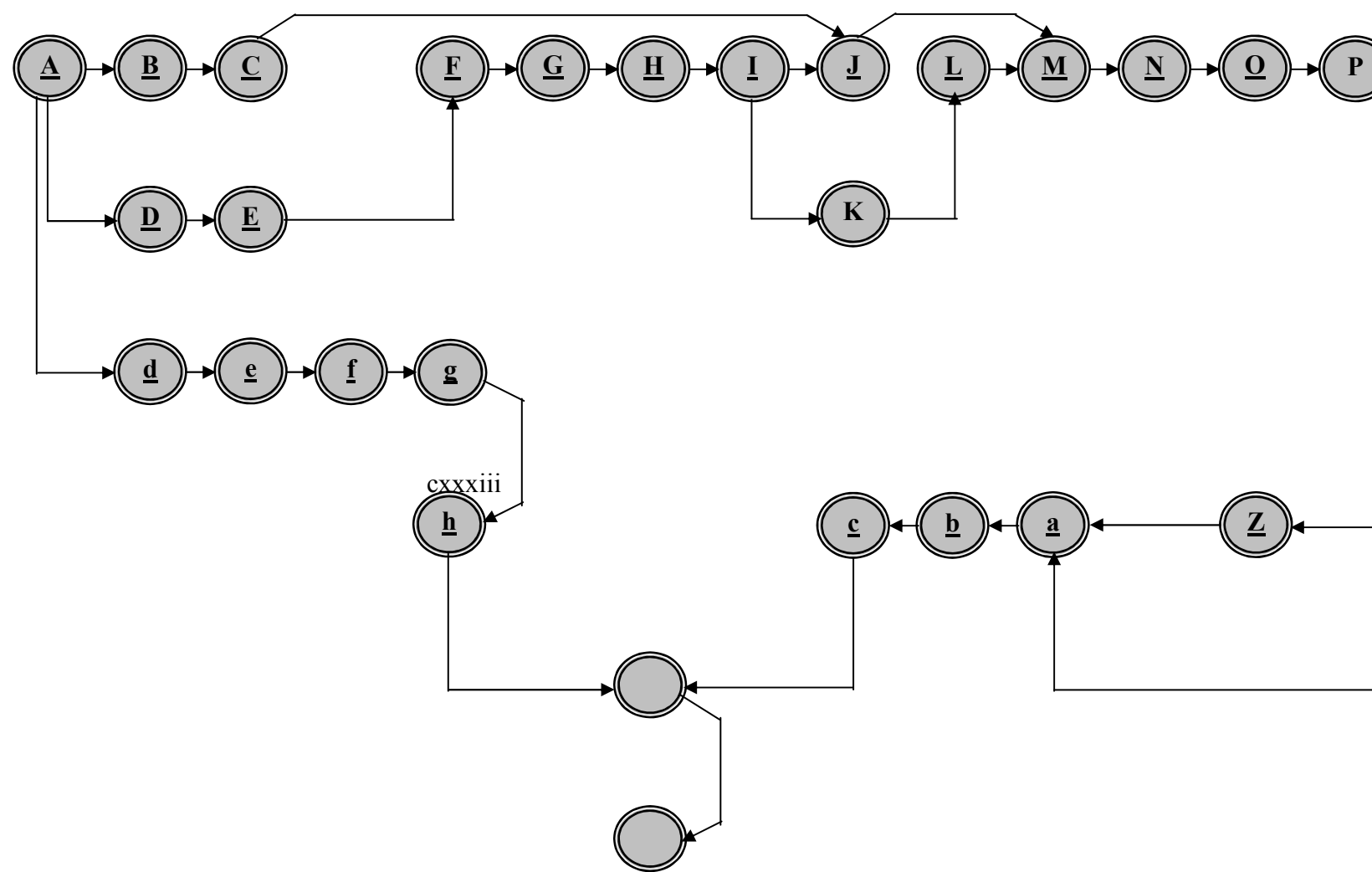
Pada akhir penelitian ini dapat diberikan beberapa saran yang dapat bermanfaat dalam penggunaan *PERT* dan *CPM* untuk pesanan khusus pada CV. Batik Surya Kencana, yaitu :

1. **Jika diperlukan percepatan pada pengerjaan pesanan khusus karena adanya perjanjian waktu penyelesaian dengan konsumen, maka sebaiknya perusahaan memilih program percepatan pada jalur kritis dan jalur kritis baru (percepatan maksimal), tetapi jika tidak ada ketentuan waktu penyelesaian, maka perusahaan sebaiknya menggunakan program normal.**
2. **Dalam proses produksi dengan *PERT* dan *CPM*, perusahaan sebaiknya menempatkan supervisor guna melakukan pengawasan aktivitas-aktivitas pada jalur kritis, jika aktivitas pada jalur kritis tersebut mengalami keterlambatan, supervisor harus mengambil tindakan secara cepat dan tepat untuk menghindari keterlambatan penyelesaian proses produksi yang telah direncanakan.**
3. **Pemanfaatan kelonggaran waktu (*slack*) pada *PERT* dan *CPM* untuk menunda pelaksanaan maupun penyelesaian aktivitas sebaiknya direncanakan dengan matang oleh pimpinan proyek dan diawasi dengan ketat oleh supervisor, sehingga tidak terjadi kemunduran atau melebihi kelonggaran waktu maksimum.**
4. **Jika proses produksi pada proyek pesanan khusus harus dipercepat, sebaiknya percepatan yang dilakukan oleh pimpinan proyek melibatkan secara langsung karyawan yang benar-benar kompeten dibidangnya,**

baik dalam penentuan estimasi waktu aktivitas, maupun dalam estimasi biaya normal dan percepatan, serta dengan mempertimbangkan “*trade-off*” antara waktu dan biaya, sehingga penggunaan *PERT* dan *CPM* dapat meningkatkan efisiensi proses produksi.

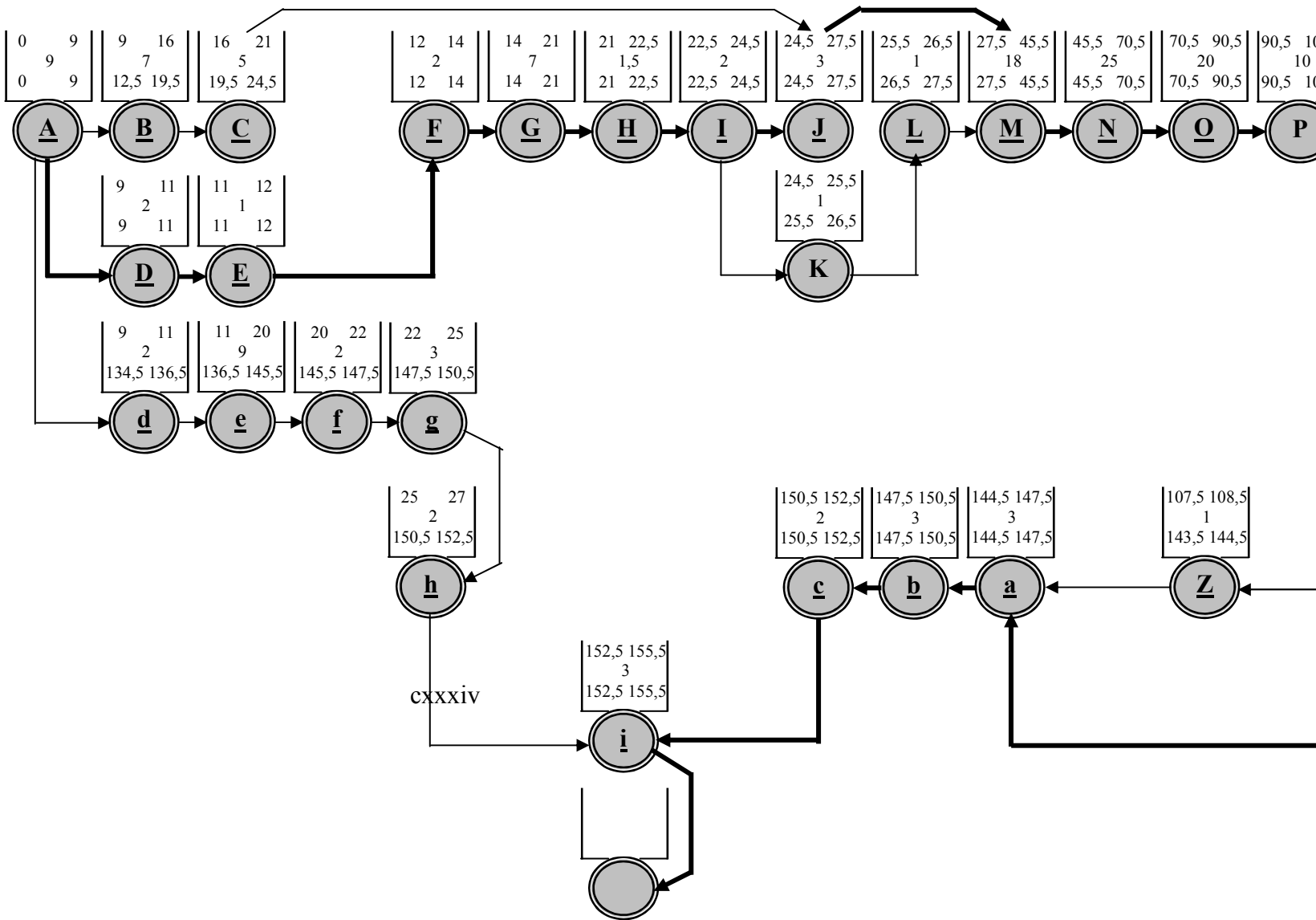
5. Pimpinan proyek sebaiknya jangan terpaku pada penyelesaian proyek pesanan khusus secara cepat, tetapi harus memperhatikan produk yang dihasilkan sesuai dengan kriteria kualitas dan hasil yang telah disepakati dengan konsumen untuk menghindari cacat produk sehingga menyebabkan produksi ulang yang akan berakibat peningkatan biaya dari anggaran yang telah direncanakan.

Diagram Jaringan Kerja Proyek Pesanan Khusus



Gambar 8 Diagram Jaringan Kerja Proyek Pesanan
Khusus Pada CV. Batik Surya Kencana

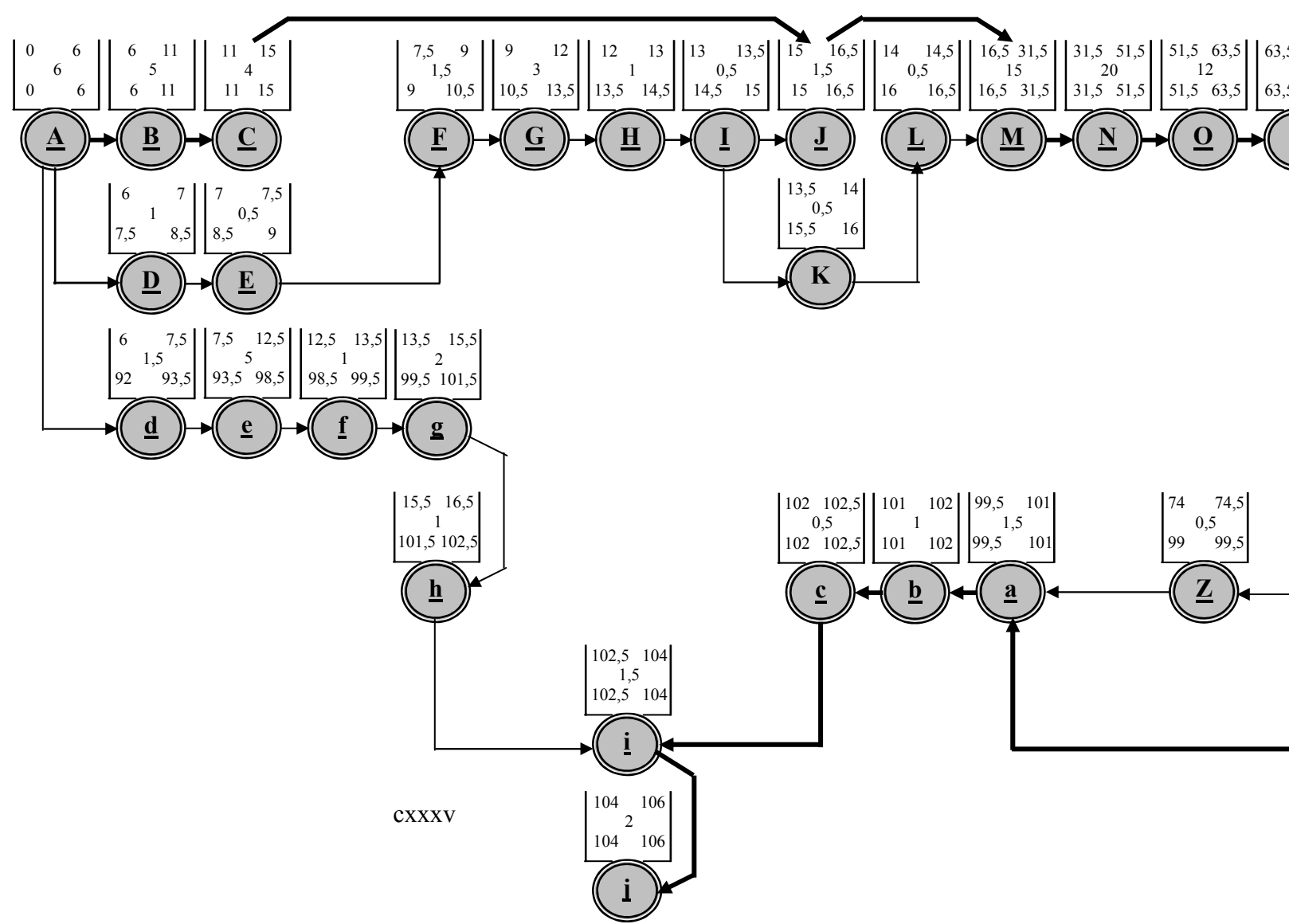
Diagram Jaringan Kerja Proyek Pesanan Khusus



Gambar 9 Diagram Jaringan Kerja Proyek Pesanan
Khusus Pada CV. Batik Surya Kencana

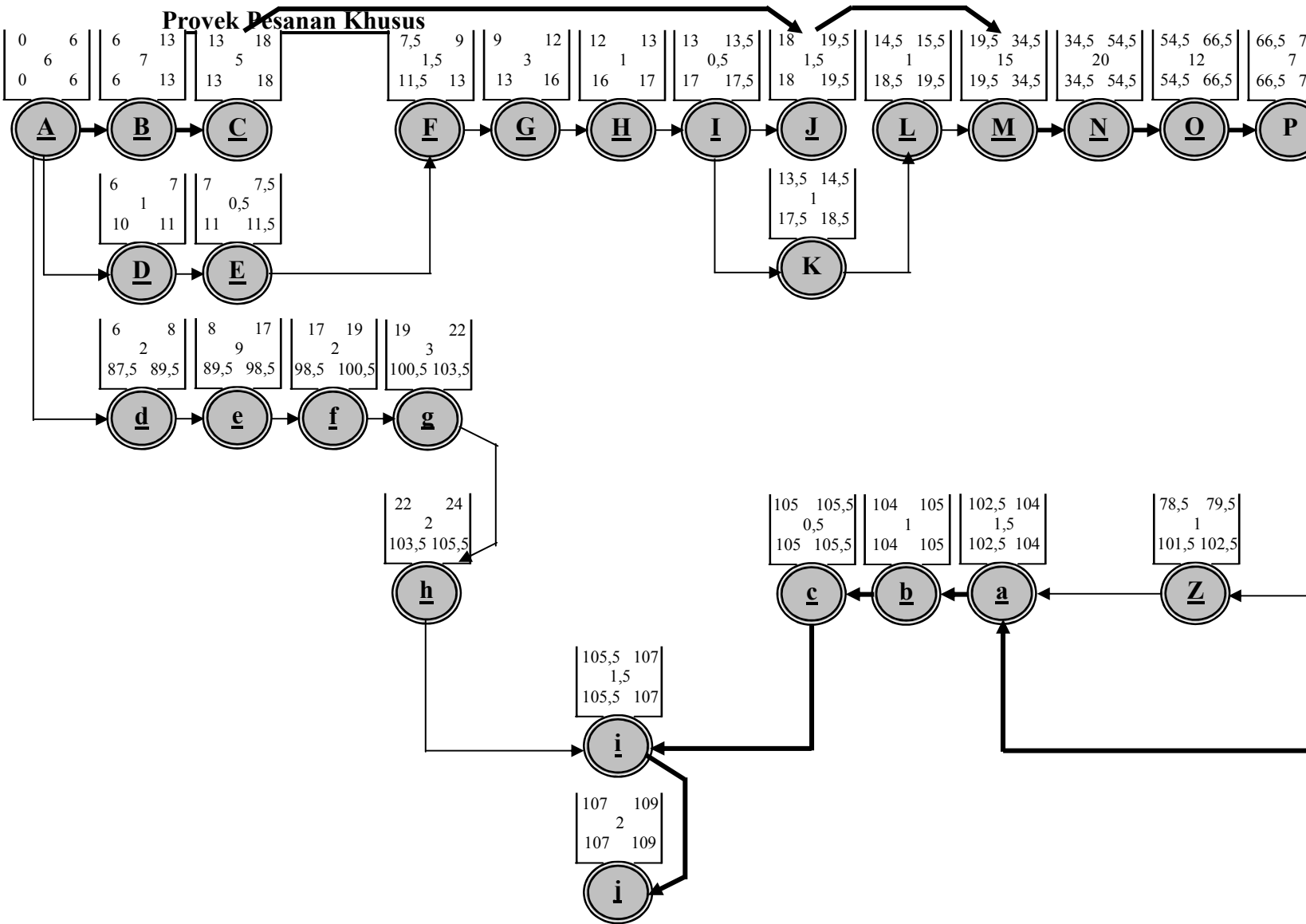
Diagram Jaringan Kerja Percepatan Proyek Pesanan

Khusus



Gambar 10 Diagram Jaringan Percepatan Kerja Proyek
Pesanan Khusus Pada CV. Batik Surya Kencana

Diagram Jaringan Kerja Percepatan Jalur Kritis



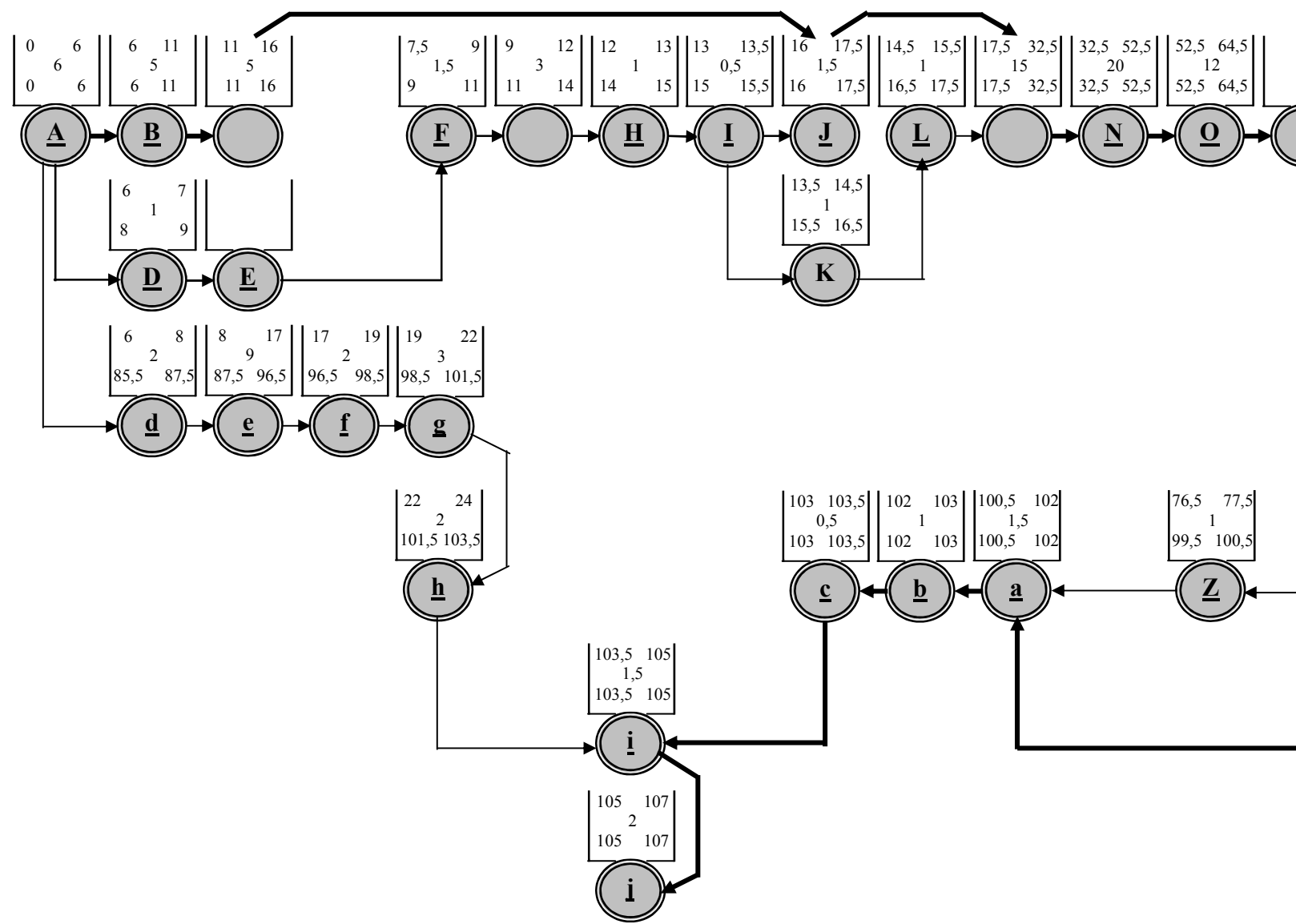
Gambar 11 Diagram Jaringan Percepatan Jalur Kritis

Kerja Proyek Pesanan Khusus Pada CV. Batik Surya

Kencana

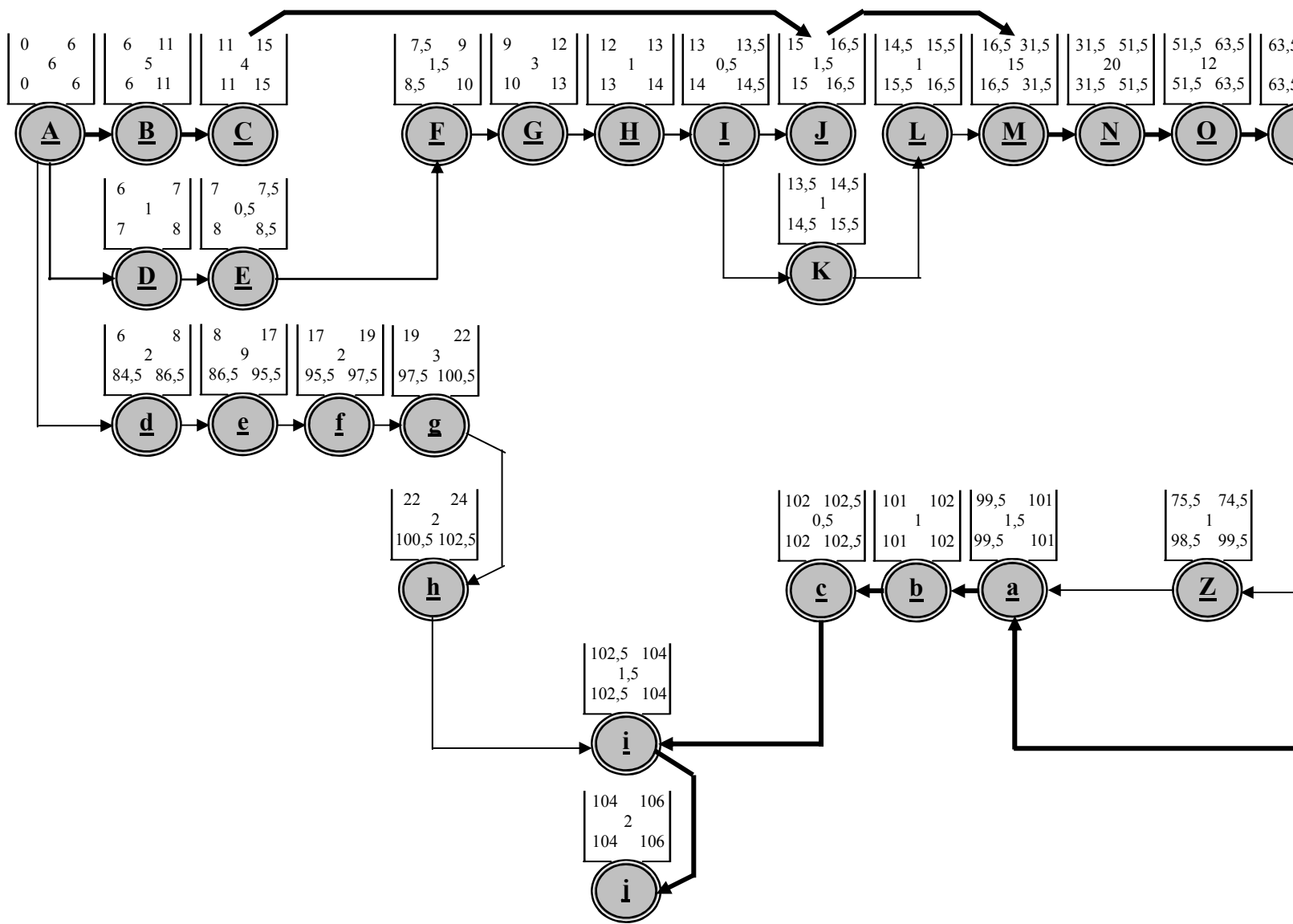
Diagram Jaringan Kerja Percepatan Pertama (Aktivitas B)

Jalur Kritis Baru Proyek Pesanan Khusus



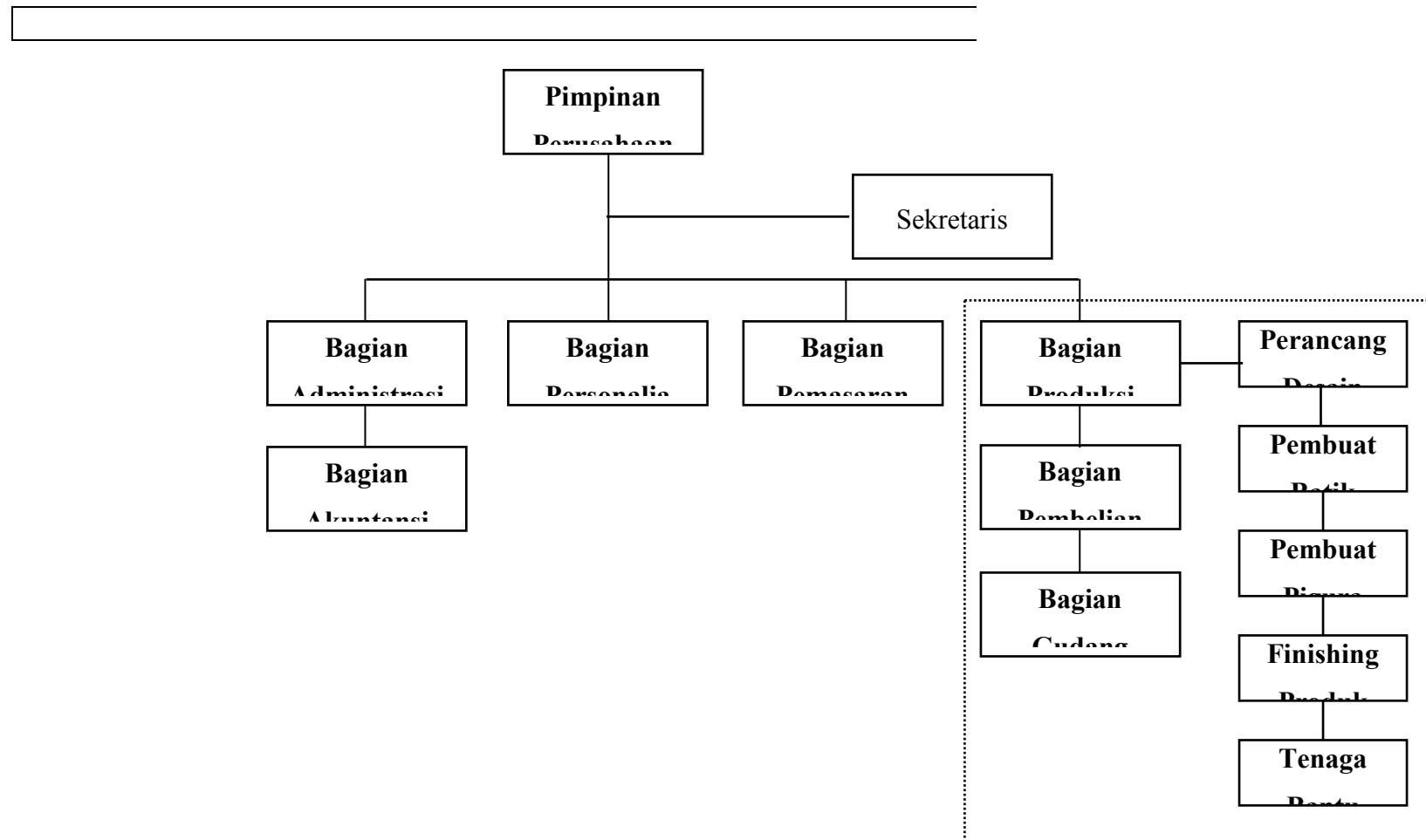
Gambar 12 Diagram Jaringan Kerja Percepatan Pertama
(Aktivitas B) Jalur Kritis Baru Proyek Pesanan Khusus
Pada CV. Batik Surya Kencana

Diagram Jaringan Kerja Percepatan Kedua (Aktivitas
C) Jalur Kritis Baru Proyek Pesanan Khusus

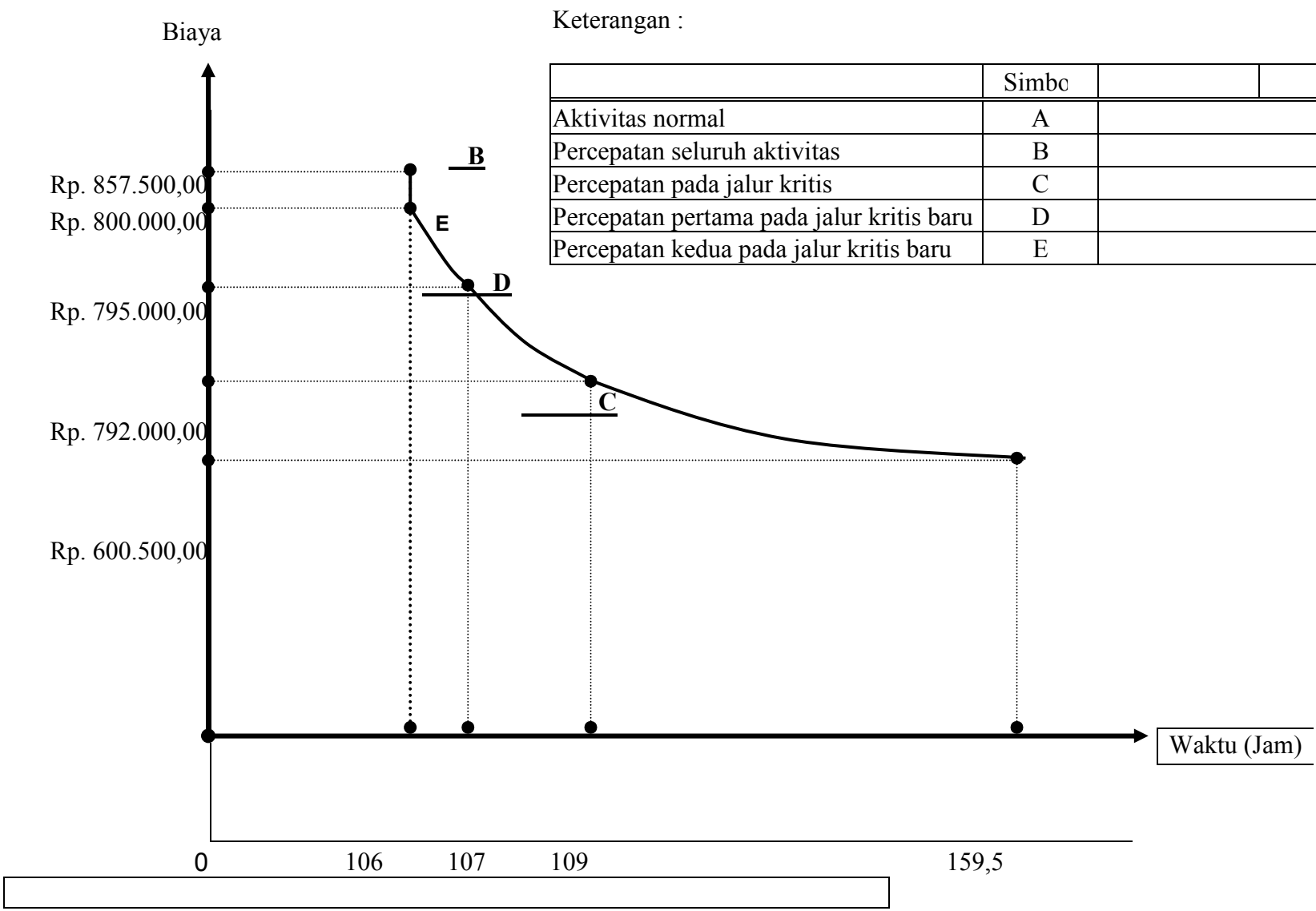


Gambar 13 Diagram Jaringan Kerja Percepatan Kedua
(Aktivitas C) Jalur Kritis Baru Proyek Pesanan Khusus
Pada CV. Batik Surya Kencana

Struktur Organisasi CV. Batik Surya Kencana



Gambar 6 Struktur Organisasi CV. Batik Surya Kencana
Sumber : CV.Batik Surya Kencana



Gambar 14 “*Trade-Off*” Antara Waktu dan Biaya Proyek Pesanan Khusus

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1 Penggunaan Riset Operasi	15
II.2 Perbandingan <i>PERT</i> Dan <i>CPM</i>	19
IV.1 Aktivitas-Aktivitas Dalam Proyek Pesanan Khusus	64
IV.2 Estimasi Waktu Dan Hasil Perhitungan Waktu Yang Diharapkan (<i>te</i>)	66
IV.3 Estimasi Waktu Setiap Aktivitas Dengan <i>CPM</i>	67
IV.4 Analisis ES, EF, LS, Dan LF	74
IV.5 Analisis Aktivitas Dalam Jalur Kritis	76
IV.6 Analisis <i>Slack</i> (Kelonggaran Waktu)	81
IV.7 Analisis Kenaikan Biaya Per Unit Pengurangan Waktu (<i>Ic</i>)	85
IV.8 Waktu Dan Biaya Setiap Aktivitas Yang Dipercepat	87
IV.9 Analisis Jaringan Kerja Terhadap Seluruh Aktivitas Yang Dipercepat.....	88
IV.10 Waktu Dan Biaya Dipercepat Pada Jalur Kritis	94
IV.11 Analisis Jaringan Kerja Pada Jalur Kritis	95
IV.12 Percepatan Aktivitas B Pada Jalur Kritis	101
IV.13 Analisis Jaringan Kerja Terhadap Percepatan Aktivitas B Pada Jalur Kritis Baru	102
IV.14 Waktu Dan Biaya Percepatan Aktivitas C Pada Jalur Kritis Baru	107
IV.15 Analisis Jaringan Kerja Terhadap Percepatan Aktivitas C Pada Jalur Kritis Baru	108
IV.16 Alternatif Waktu Dan Biaya Penyelesaian Proyek	113

IV.17 Efisiensi Waktu	114
IV.18 Efisiensi Biaya	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses Produksi	9
2. Organisasi Yang Mengubah Input Menjadi Output	13
3. “ <i>Trade-Off</i> ” Antara Waktu dan Biaya	24
4. Kerangka Pemikiran.....	25
5. “ <i>Trade-Off</i> ” Antara Waktu dan Biaya	40
6. Struktur Organisasi CV. Batik Surya Kencana	44
7. Proses Produksi Proyek Pesanan Khusus	58
8. Diagram Jaringan Kerja Proyek Pesanan Khusus Pada CV. Batik Surya Kencana	70
9. Diagram Jaringan Kerja Proyek Pesanan Khusus Pada CV. Batik Surya Kencana	78
10. Diagram Jaringan Kerja Percepatan Proyek Pesanan Khusus Pada CV. Batik Surya Kencana	92
11. Diagram Jaringan Kerja Percepatan Jalur Kritis Proyek Pesanan Khusus Pada CV. Batik Surya Kencana	99
12. Diagram Jaringan Kerja Percepatan Pertama (Aktivitas B) Jalur Kritis Baru Proyek Pesanan Khusus Pada CV. Batik Surya Kencana	106
13. Diagram Jaringan Kerja Percepatan Kedua (Aktivitas C) Jalur Kritis Baru Proyek Pesanan Khusus Pada CV. Batik Surya Kencana	112
14. “ <i>Trade-Off</i> ” Antara Waktu dan Biaya Proyek Pesanan Khusus	116

DAFTAR PUSTAKA

- Chase Richard B. and Nicolas J. Aquilano. 1981. *Production and Operations Management*. Edisi ketiga Illinois : Richard D. Irwin Inc.
- Soeharto Iman. 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta : Erlangga.
- Gitosudarmo Indriyo. 1996. *Pengantar Bisnis*. Edisi kedua Yogyakarta : BPFE UGM.
- Supranto J. 1988. *Riset Operasi Untuk Pengambilan Keputusan*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI-Press).
- Nazir M. 1999. *Metode Penelitian*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Render Barry, dan Jay Heizer. 2001. *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta : Terjemahan PT. Salemba Empat Patria.
- Stevenson William J. 2002. *Operation Management*. Seventh Edition New York : The McGraw-Hill Companies Inc.
- Assauri Sofjan. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi revisi Jakarta : Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Handoko T.H. 1993. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta : BPFE UGM.
- Yamit Zulian. 1996. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Pertama Yogyakarta : Ekonisia FE UII.

LAMPIRAN