

Permonitoran Dan Kawalan Projek : Pendekatan Analisis Rangkaian

Safie Mat Yatim

Institut Sains Komputer
Universiti Teknologi Malaysia

Abstrak

Perancangan, penskedulan, pemantauan, dan kawalan merupakan 4 fasa penting dalam pengurusan projek. Penggunaan kaedah-kaedah perancangan dan penskedulan projek yang dibangunkan berdasarkan analisis rangkaian telah terbukti dapat membantu pengendalian pengurusan projek yang lebih berkesan. Walau bagaimanapun, pembangunan kaedah kawalan dan penjanaan maklumat pemantauan dari analisis rangkaian kurang diberi perhatian berbanding dengan pembangunan kaedah perancangan dan penskedulan.

Kertas kerja ini membincangkan kemudahan pemantauan dan kawalan projek yang boleh disediakan oleh analisis rangkaian. Tumpuan pembincangan diberikan kepada pembentukan mekanisma atau sistem kawalan, kaedah-kaedah kawalan, dan maklumat-maklumat pemantauan yang dapat dijana oleh analisis rangkaian untuk membolehkan kawalan ke atas pengendalian atau pelaksanaan projek yang lebih berkesan dihasilkan.

Abstract

Planning, scheduling, monitoring, and control are considered to be the utmost important phases in project management. Project planning and scheduling methodology developed based on network analysis are proven to produce the better outcome in achieving a more efficient project handling. Despite this, the development of the methods for control and generation monitoring information from network analysis were not given the appropriate attention compared to the development of planning and scheduling methods.

This paper discussed the facilities that can be offered by network analysis. Discussion will be focused on the building of control mechanism or system, control methods, and the monitoring information that can be generated by network analysis in order to produce a more efficient control on project handling and implementation.

Kata Kunci: Pengurusan Projek, Analisis Rangkaian, Analisis Lintasan Genting, Perancangan & Penskedulan Projek, Pemantauan & Kawalan Projek, Sistem Kawalan, Kitaran Kawalan, Kaedah Kawalan, Kitaran Bermaklumbalas, Maklumbalas Lampau, Maklumbalas Hadapan.

1. Pendahuluan

Analisis rangkaian merupakan satu teknik yang dilahirkan pada pertengahan tahun 1950an hasil pengubahsuaian dan pengembangan teori graf matematik dalam memenuhi keperluan praktikal pengurusan projek yang bersistemetik. Penggunaan analisis rangkaian dalam pengurusan projek telah terbukti sangat berkesan. Contoh projek yang sering digunakan untuk menggambarkan keberkesanan teknik ini adalah projek pembinaan "polaris fleet ballistic missile" yang diuruskan oleh "U.S. Navy Special Projects Office". Analisis rangkaian telah berjaya mengurangkan masa pelaksanaan projek pembinaan senjata yang melibatkan beribu subkontraktor dan agensi kerajaan ini sebanyak 2 tahun (lebih awal daripada skedul yang ditetapkan). Satu senarai yang panjang juga telah disediakan oleh Anon untuk menggambarkan keberkesanan dan faedah yang boleh diperolehi dari penggunaan analisis rangkaian dalam pengurusan projek [lihat (Batterby, 1970), (Safie, 1987)]. Faedah yang tertera dalam senarai tersebut meliputi kesemua 4 fasa utama pengurusan projek, iaitu: perancangan, penskedulan, pemantauan, dan kawalan.

Walau bagaimanapun, faedah dan keberkesanan yang boleh diperolehi dari penggunaan analisis rangkaian dalam pemantauan dan kawalan projek belum dimanafaati dan dikembangkan sepenuhnya. Kebanyakan model-model analisis rangkaian yang tersedia seperti CPM (Critical Path Method) dan PERT (Project Evaluation and Review Technique) hanya menitikberatkan keperluan perancangan dan penskedulan projek. Kaedah-kaedah atau teknik-teknik yang disediakan oleh model-model tersebut lebih sesuai digunakan sebelum projek dimulakan. Hasil yang diperolehi daripada penggunaan teknik-teknik perancangan dan penskedulan projek tersebut hanyalah suatu unjuran bagaimana sesuatu projek akan dilaksanakan.

Kemungkinan unjuran tersebut tercapai sempurna sepenuhnya adalah kecil. Ini disebabkan gangguan-gangguan yang tidak diduga dan tidak diambilkira semasa perancangan mungkin berlaku semasa pelaksanaan projek. Kaedah-kaedah pemantauan dan kawalan yang tertentu, berbeza dengan kaedah-kaedah yang digunakan dalam perancangan dan penskedulan, diperlukan untuk membolehkan pengesanan dan pengendalian masalah atau gangguan yang berlaku semasa pelaksanaan projek ditangani secara lebih berkesan.

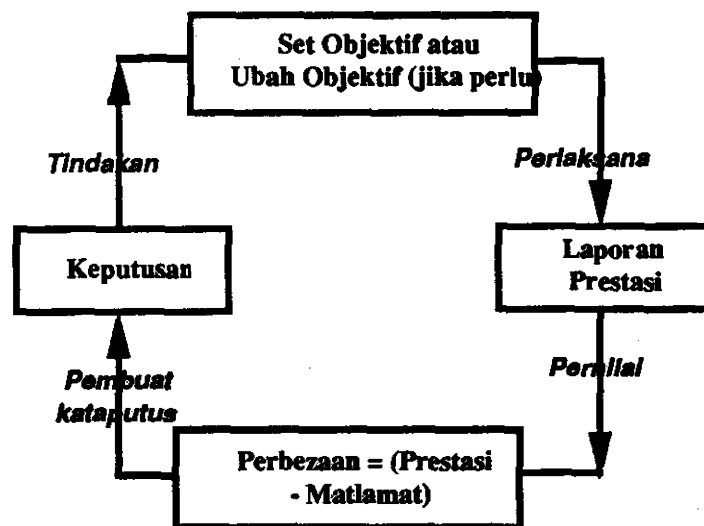
2. Sistem Kawalan Dan Analisis Rangkaian

Di samping perancangan yang teliti, satu mekanisma atau sistem kawalan yang berkesan juga merupakan keperluan yang mesti disediakan untuk menjamin kejayaan projek. Banyak projek yang telah dirancang dengan begitu teliti gagal disebabkan sistem kawalannya yang lemah.

Kebanyakan mekanisma moden untuk kawalan automatik berkemampuan memperaturkan ralat. Konsep ini telah diluaskan ke bidang pengurusan dengan kitaran kawalan bermaklumbalas. Sistem kawalan seperti ini dikatakan sangat berkesan kerana ianya dapat menyediakan maklumbalas prestasi projek yang kemaskini, membolehkan sebarang gangguan yang tidak dijangka dikesan dengan segera. Sistem ini juga pada umumnya dilengkapi dengan kaedah-kaedah untuk mengatasi gangguan-gangguan tersebut.

Satu kitaran kawalan bermaklumbalas melakukan perbandingan prestasi yang dicapai dengan matlamat yang ditetapkan dan mengukur perbezaannya. Hasil perbandingan ini, sama ada secara langsung atau disediakan sebagai satu fungsi terbitan boleh digunakan untuk mengesan dan mengukur kesan gangguan yang berlaku. Berdasarkan maklumat tersebut, kaedah kawalan atau tindakan yang perlu untuk mengatasi kesan gangguan yang dihadapi dapat dirancang dan diputuskan dengan lebih berkesan. Nilai baru prestasi projek akan dihasilkan dan proses kawalan mengulangi dirinya sendiri secara tertib. Ulangan atau kitaran tersebut boleh diringkaskan seperti dalam gambarajah (1). (Safie, 1987).

Sistem kawalan bermatlamat tidak lebih dari mengembalikan aktiviti-aktiviti projek yang masih tinggal kepada skedul yang dirancang, dan untuk mengurag atau mengelak perbelanjaan dan penggunaan sumberbahan melebihi peruntukan yang ditetapkan. Ianya mungkin melibatkan kualiti dan kebolehppercayaan teknikal di samping masa dan kos (Batterby, 1970) (Smith, 1982). Walau bagaimanapun, terdapat satu tambahan penting yang disediakan oleh analisis rangkaian untuk sistem ini berbanding dengan sistem kawalan biasa, iaitu; tidak hanya data yang lepas ditinjau tetapi anggaran masa, kos dan sumberbahan untuk aktiviti-aktiviti yang sedang dan belum dilaksanakan juga boleh dinilai dan disemak semula. Jika perlu nilai anggaran baru akan disediakan, dan digunakan dalam kitaran kawalan seterusnya. Ini bermakna, analisis rangkaian bukan sahaja menitikberatkan



Gambarajah (1) : Kitaran Sistem Kawalan Bermaklumbalas

maklumbalas lampau, tetapi juga dapat menghasilkan maklumbalas hadapan. Kelebihan kitaran maklumbalas hadapan seperti ini bukanlah tidak disedari sebelum wujudnya analisis rangkaian, tetapi penggunaannya secara berkesan dan bergitu meluas dalam analisis rangkaian mungkin boleh disifatkan sebagai satu revolusi. Tidak ada sistem pengurusan lain yang memberikan penekanan sedemikian kepada maklumbalas hadapan, sama seperti data yang lepas atau maklumat lampau. Sistem kawalan begini bukan sahaja dapat mengukur kesan gangguan yang telah berlaku tetapi juga dapat menyediakan maklumat pemantauan yang mampu mengesan gangguan-gangguan yang akan dihadapi. Ini

mbolehkan tindakan kawalan dan pembetulan dilaksanakan lebih awal sebelum gangguan-gangguan tersebut terjadi. (Safie, 1987).

3. Sela Masa Kitaran Kawalan

Gangguan-gangguan yang berlaku akan menjadi sukar atau mungkin tidak boleh diatasi jika ianya lewat dikesan. Kebolehan sesuatu sistem kawalan mengesan gangguan banyak bergantung kepada maklumbalas berkaitan yang kemaskini. Di sini timbul soalan: "berapa kerapkah kitaran kawalan perlu dilaksanakan untuk menghasilkan maklumbalas yang kemaskini ?".

Terdapat beberapa pandangan atau cadangan yang berkaitan dengan masalah ini. Di antaranya, (Batterby, 1970) dan (Sulc, 1969) menyatakan penetapan sela masa kitaran kawalan bergantung kepada jenis atau bentuk dan kompleksiti projek yang dilaksanakan. Di antara contoh-contoh projek yang mereka sediakan untuk memperjelaskan lagi pandangan ini adalah:-

I. Sela masa antara 4 hingga 6 minggu selalunya ditetapkan sebagai kitaran kawalan bagi projek pembinaan industri besar yang memerlukan masa 3 hingga 4 tahun untuk disiapkan.

II. Sela masa 1 bulan diambil sebagai kitaran kawalan bagi terbitan saham yang memerlukan masa 6 bulan untuk disiapkan.

(Batterby, 1970) juga menyatakan bahawa sela masa yang ditetapkan seperti dalam contoh-contoh di atas merupakan suatu keperluan umum kawalan sekala yang mesti dilaksanakan. Untuk sebahagian data yang dikelaskan sebagai maklumat utama atau berpengaruh, kekerapan tinjauan penyemakan perlu ditambah. Di samping itu, tinjauan penyemakan khusus juga diperlukan dalam kes-kes kecemasan atau bila berlaku perubahan lintasan genting.

(Batterby, 1970) dan (Sulc, 1969) tidak menakrifkan sebarang kaedah dalam menentukan sela masa kitaran kawalan. Sebaliknya, (Prideaux, 1969) mengaitkannya dengan kataputus yang optimum. (Prideaux, 1969) menyatakan bahawa pengoptimuman kataputus kawalan boleh dicapai jika tinjauan penyemakan dibuat mengikut kadar siap pelaksanaan aktiviti. Ini bermakna, bagi projek yang mempunyai n aktiviti, bilangan kitaran kawalan yang perlu dilaksanakan boleh mencapai $(n+1)$ kali dengan sela masa yang tidak sekala.

Cadangan (Prideaux, 1969) tidak sesuai atau tersaur untuk projek-projek berjangka masa pelaksanaan yang pendek dengan bilangan aktiviti yang besar. Kekerapan kitaran kawalan bagi projek-projek sedemikian akan menjadi begitu besar berbanding dengan jangka masa pelaksanaan projek. Operasi-operasi kawalan memerlukan biaya. Pemantauan dan kawalan yang berlebihan akan melibatkan perbaziran tenaga dan kewangan. Berdasarkan kenyataan ini, (Travnik, 1969) mencadangkan kriteria kos digunakan dalam menentukan sela masa kitaran kawalan yang optimum. (Travnik, 1969) mengklas kos kawalan ke dalam dua kategori iaitu:-

I. Kos Pemantauan - kos yang diperlukan untuk menyediakan maklumat yang boleh digunakan bagi mengesan dan mengenalpasti gangguan, dan untuk mengukur kesan gangguan ke atas projek. Kos ini akan berkurang jika sela masa kitaran dipanjangkan.

II. Kos sisihan - kos yang diperlukan untuk membetulkan sisihan (sama ada yang dapat dikesan atau tidak dapat dikesan) bagi keseluruhan projek. Kos sisihan pada umumnya berkadar songsang dengan bilangan kitaran kawalan.

Sela masa kitaran kawalan dikatakan optimum pada jumlah kedua-dua kos yang dikelaskan di atas adalah minimum. Analisis untuk menentukannya hanya boleh dilaksanakan jika fungsi-fungsi bagi kedua-dua kos tersebut dapat dibentuk atau ditakrifkan. Pembentukan atau penakrifan fungsi-fungsi tersebut memerlukan data statistik berkaitan yang sesuai, terutamanya data dari projek-projek serupa yang telah dilaksanakan. Ini bermakna, cadangan (Travnik, 1969) sukar untuk dilaksanakan pada projek-projek besar yang unik.

4. Kaedah-Kaedah Kawalan

Terdapat 3 kaedah atau pendekatan kawalan projek yang tersedia bagi analisis rangkaian, iaitu:-

- I. Mengubah jangka masa pelaksanaan aktiviti-aktiviti.
- II. Mengubah struktur rangkaian projek.
- III. Mengubah fungsi objektif.

Pendekatan pertama selalunya memerlukan peruntukan semula sumberbahan dan kos. Namun demikian, masa projek mungkin dapat dikurangkan dengan menyediakan organisasi aktiviti-aktiviti projek yang lebih baik. Dan ini dianggap telah dilakukan semasa perancangan. Bagaimanapun, semasa pelaksanaan perubahan lintasan genting mungkin terjadi, dan tinjauan semula peruntukan sumberbahan dan kos mungkin diperlukan untuk mengawal kerja-kerja yang masih tinggal supaya projek kembali kepada keadaan yang dirancang atau yang ditetapkan.

Mengubah struktur rangkaian bermakna melakukan perubahan ke atas tabii projek. Langkah yang paling berkesan adalah menyediakan struktur rangkaian projek yang lebih terperinci. Cara yang selalu digunakan adalah memecahkan kerja atau operasi yang pada asalnya diwakili oleh satu aktiviti kepada bahagian-bahagian yang lebih kecil. Setiap bahagian diwakili oleh satu aktiviti. Dan aktiviti-aktiviti tersebut mungkin dapat dilaksanakan serentak. Cara ini paling sesuai jika berlaku perubahan pada lintasan genting atau sisihan dari segi masa, kos atau/dan sumberbahan yang teruk.

Matlamat-matlamat yang ditetapkan di peringkat perancangan bukan sesuatu yang tidak boleh diubah. Pertukaran matlamat atau perubahan penekanan keutamaan di antara matlamat-matlamat tertentu mungkin diperlukan untuk mengatasi kesan gangguan yang berlaku. Perubahan penekanan matlamat, misalnya antara kos dan masa, akan memberi kesan ke atas kawalan projek. Ini disebabkan hubungan yang rapat antara fungsi kawalan dan fungsi objektif atau matlamat.

5. Maklumat Pemantauan Dan Kawalan

Walau apapun kaedah kawalan yang digunakan kesemuanya memerlukan maklumat yang dapat menerangkan keadaan projek pada sesuatu masa. Pemeriksaan yang kritis perlu dilakukan ke atas maklumat tersebut sebelum kataputus kaedah-kaedah kawalan yang akan digunakan dibuat. Kecocokan semua kaedah kawalan yang tersedia mungkin perlu disimulasikan terlebih dahulu sebelum keputusan tindakan muktamad diperolehi (Lee, 1982).

Kataputus terbaik yang membolehkan tindakan yang berkesan hanya boleh diperolehi jika maklumat berkaitan dengan pemantauan yang kemaskini disediakan. Cara penyediaan dan persembahan maklumat-maklumat tersebut juga memainkan peranan penting dalam menghasilkan kataputus yang baik.

5.1. Pemantauan Pada Gambarajah Rangkaian

Kaedah pemantauan paling mudah yang disediakan oleh analisis rangkaian adalah dengan melakukannya secara langsung pada gambarajah rangkaian. Pemantauan pada gambarajah rangkaian selalunya dilakukan dengan:-

I. Menebalkan garis panah bagi aktiviti yang telah siap dilaksanakan dan menandakan aktiviti-aktiviti yang sedang dilaksanakan dengan garis putus-putus yang lebih tebal dari garis asal.

II. Sebagai tambahan kepada (I), membahagikan panah untuk aktiviti-aktiviti yang sedang dilaksanakan mengikut kadaran yang telah disiapkan dan menandakannya. Ini baik dilakukan jika panjang panah disediakan mengikut skala masa.

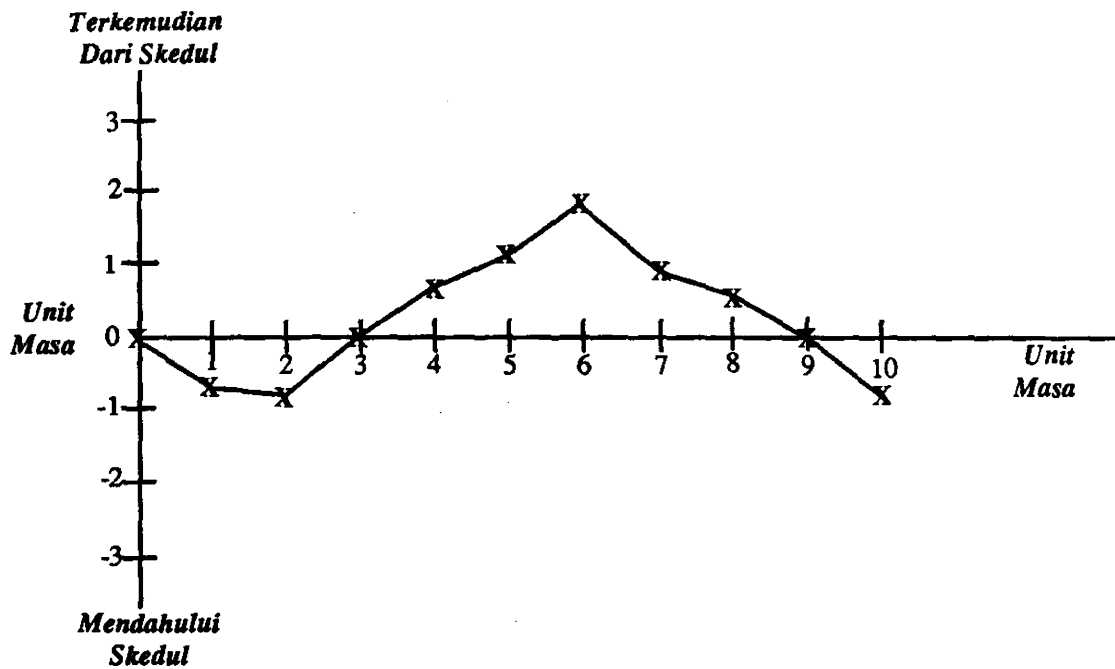
III. Menghitamkan atau mewarnakan dengan warna tertentu kejadian ("batu tanda" yang menjadi tanda bermula atau/dan berakhir sekumpulan aktiviti) yang telah tercapai.

IV. Memaparkan masa siap sebenar aktiviti dan masa tercapainya kejadian.

Kaedah-kaedah yang dinyatakan di atas sesuai untuk digunakan sebagai "alat" pemantauan umum projek terutamanya di peringkat aktiviti dan kejadian (sekumpulan aktiviti).

5.2. Carta Pemantauan Perbezaan

Carta pemantauan perbezaan pula boleh digunakan sebagai kaedah atau cara menunjukkan bersama matlamat dan hasil pencapaian sebenar projek di samping memaparkan perbezaannya. Carta ini boleh dilukiskan seperti dalam gambarajah (2) yang menunjukkan sama ada prestasi projek pada sesuatu masa mendahului skedul atau sebaliknya. Carta yang serupa juga boleh disediakan untuk kos, bagi menunjukkan perbezaan antara perbelanjaan sebenar dan kos yang dianggar atau yang diperuntukan.

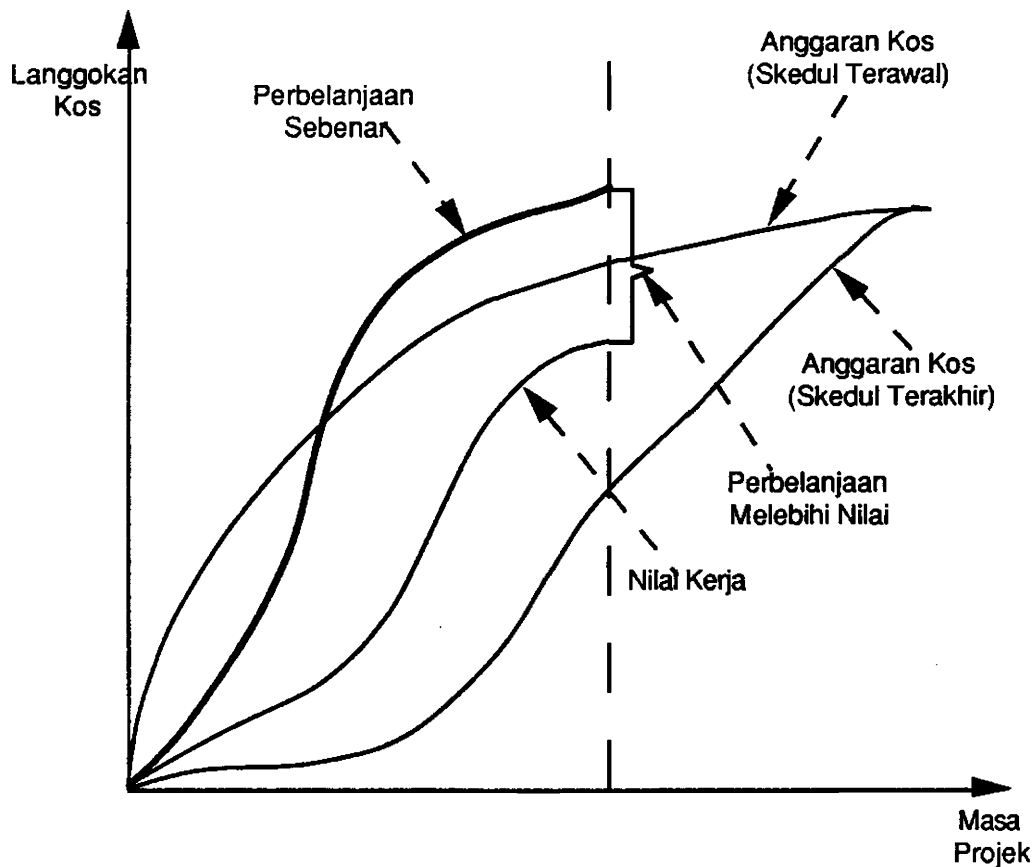


Gambarajah (2): Carta Pemantauan Perbezaan

5.3. Graf Longgokan Kos

Graf longgokan kos berguna sebagai alat pemantauan kos dan prestasi secara serentak. Kaedah ini sering kali digunakan dalam pemantauan dan kawalan projek-projek besar. Lengkung longgokan perbelanjaan sebenar pada gambarajah (3) dilukis dengan garis tebal. Dua lengkung longgokan anggaran kos (pada skedul terawal dan skedul terakhir) dan lengkung nilai kerja disediakan sebagai kawalan dalam mengukur pencapaian projek. Perbandingan yang dibuat antara lengkung perbelanjaan sebenar dan lengkung matlamat (anggaran kos, atau peruntukan kewangan yang disediakan) dapat menentukan sama ada perbelanjaan pada sesuatu masa melebihi peruntukan atau sebaliknya. Bagaimanapun, hasil perbandingan tersebut tidak dapat menentukan sama ada outputnya juga mencapai apa yang telah dirancang atau sebaliknya. Untuk mengatasi masalah ini, lengkung nilai kerja disediakan untuk memberi maklumat kandungan atau amaun kerja, dinilai dalam matawang bagi kerja-kerja yang telah disiapkan.

Berdasarkan graf longgokan kos seperti dalam gambarajah (3), bukan sahaja pencapaian matlamat perbelanjaan (input) dapat ditentukan, tetapi yang lebih penting adalah output yang dihasilkan dari penggunaan input tersebut juga boleh diukur.



Gambarajah (3) : Graf Longgokan Kos

5.4. Prestasi Aktiviti

Dalam 5.1. beberapa cadangan pemantauan secara langsung pada gambarajah rangkaian hanya menyediakan maklumat umum tentang prestasi aktiviti. Untuk membolehkan kawalan yang lebih berkesan dilakukan, maklumat yang dapat mengukur pencapaian aktiviti secara lebih terperinci diperlukan. (Sulc, 1969) menyatakan maklumat aktiviti yang mesti disediakan adalah yang mempunyai kaitan dengan realisasi projek. Dengan demikian, beliau mencadangkan dalam setiap kitaran kawalan, untuk semua aktiviti yang sedang dilaksanakan, maklumat berikut disediakan:-

I. Amaun kerja yang dilaksanakan sehingga tamat kitaran kawalan yang lalu (WVs) dan amaun kerja yang masih tinggal (WVr). Ianya diukur mengikut unit produktiviti seperti orang-jam atau orang-hari. (unit lain seperti nilai matawang, atau fizikal dalam jarak : meter, meter-persegi atau meter-padu juga boleh digunakan). Amaun-amaun kerja tersebut bagi aktiviti (I,J) [aktiviti yang bermula

pada kejadian/nod I dan berakhir pada kejadian/nod J] ditentukan berdasarkan persamaan berikut:-

i. $WVs(I,J) = LMASA(I,J) * R$; untuk $LMASA(I,J)$ - masa yang diambil untuk melaksanakan bahagian aktiviti (I,J) yang telah siap dan R - amaun gunatenaga manusia yang digunakan bagi setiap unit masa.

ii. $WVr(I,J) = WV(I,J) - WVs(I,J)$; untuk $WV(I,J) = ETIME(I,J) * R$ merupakan amaun kerja aktiviti (I,J), dan $ETIME(I,J)$ adalah anggaran masa pelaksanaan atau masa pelaksanaan yang ditetapkan untuk aktiviti (I,J).

II. Masa yang diperlukan untuk menyiapkan amaun kerja yang masih tinggal (TMASA). Anggaran nilai TMASA bagi aktiviti (I,J) ditakrifkan sebagai:-

$$TMASA(I,J) = \frac{WVr(I,J)}{WVs(I,J)} \times LMASA(I,J)$$

III. Prestasi aktiviti. Dua nilai yang boleh digunakan untuk mengukur prestasi aktiviti iaitu:-

i. Purata amaun kerja bahagian aktiviti yang telah disediakan untuk satu sela masa kawalan. Nilai purata tersebut ditakrifkan sebagai:-

$$\left[\frac{WVs(I,J)}{LMASA(I,J)} - \frac{WV(I,J)}{ETIME(I,J)} \right] \times K ;$$

untuk K - nilai sela masa kitaran kawalan (yang lepas).

ii. Perbezaan anggaran jangka masa pelaksanaan aktiviti. Nilai perbezaan anggaran ini ditakrifkan seperti berikut:-

$$ETIME(I,J) - LMASA(I,J) - TMASA(I,J)$$

Kedua-dua "alat" pengukur prestasi aktiviti yang dinyatakan di atas boleh mengambil salah satu dari kategori nilai berikut:-

- i. Sifar, jika pelaksanaan aktiviti mengikut skedul.
- ii. > 0 , jika pelaksanaan aktiviti mendahului skedul.
- iii. < 0 , jika pelaksanaan aktiviti terkemudian dari skedul.

Berdasarkan maklumat aktiviti yang dinyatakan di atas, kawalan projek yang lebih mudah dan berkesan dapat dilakukan. Ini disebabkan kawalan dapat dilaksanakan ke atas setiap aktiviti secara berasingan. Perubahan aktiviti-aktiviti genting yang memerlukan tumpuan khusus bukan sahaja lebih mudah dikesan, bahkan kemungkinan ianya akan berlaku akan dapat dikesan lebih awal sebelum pelaksanaan aktiviti-aktiviti tersebut berakhir. Kaedah yang sama (dengan pengubahsuaian tertentu) juga boleh digunakan untuk menilai kos bagi aktiviti.

6. Kesimpulan

Analisis rangkaian merupakan satu teknik yang telah terbukti dapat membantu mempertingkatkan keberkesanan pengendalian pengurusan projek. Teknik ini bukan sahaja telah menghasilkan kaedah-kaedah perancangan dan penskedulan yang sistematik, tetapi juga merupakan satu teknik yang *kaya* dengan maklumat yang membolehkan pemantauan dan kawalan dilaksanakan di semua peringkat projek. Apa yang dijelaskan di atas hanyalah sebahagian kecil contoh maklumat yang berguna untuk pemantauan dan kawalan projek yang boleh disediakan atau dijana oleh analisis rangkaian. Mekanisma dan sistem kawalan yang sangat menitikberatkan penghasilan maklumbalas hadapan, sama seperti maklumbalas lampau, yang membolehkan pengesanan masalah atau gangguan dibuat sebelum ianya berlaku. Kelebihan ini mungkin tidak boleh didapati dan disediakan oleh teknik-teknik pengurusan projek lain.

Rujukan Dan Bibliografi

- (Batterby, 1970) Batterby, A. *Network Analysis for Planning and Scheduling*, ed. ke-3. Macmillan and Co. Limited, London.; 1970.
- (Fulkerson, 1961) Fulkerson, D.R. "A Network Flow Computation for Project Cost Curves." in *Management Science*, 7. p177-192.; 1961.
- (Lee, 1982) Lee, S. M., G. L. Moeller, dan L. A. Dignan. *Network Analysis for Management Decisions: A Stochastic Approach*. Kluwer Nijhoff Publishing.; 1982.
- (Lock, 1984) Lock, D. *Project Management*, ed. Ke-3. Billings & Sons Limited.; 1984.
- (Prideaux, 1969) Prideaux, J. D., dan G. Cullingford. "The Nature of the Decision Processes Implied in Network Analysis." in *Project Planning by Network Analysis* (H.J.M. Lombaers, ed.). North-Holland Publishing Co. p427-435.; 1969.
- (Safie, 1987) Safie M. Y. "Penskedulan dan Kawalan Projek Berasaskan Analisis Rangkaian [PAKEJ PROSCOS]". Tesis Sarjana Sains (Sains Komputer), Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor - Tidak Diterbitkan.; 1987.
- (Smith, 1982) Smith, A. W. *Management Science: Analysis and Application*. The Dryden Press, New York.; 1982.
- (Sulc, 1969) Sulc, J. "How to Improve Project Control." in *Project Planning by Network Analysis* (H.J.M. Lombaers, ed.). North-Holland Publishing Co. p427-435.; 1969.
- (Travaik, 1969) Travnik, I. "A Simulation Technique for Estimation of The Length of the Control Interval." in *Project Planning by Network Analysis* (H.J.M. Lombaers, ed.). North-Holland Publishing Co. p216-219.; 1969.
- (Wagner, 1964) Wagner, H. M., R. J. Giglio, dan R. G. Glasser. "Preventive Maintenance Scheduling By Mathematical Programming." in *Management Science*, 10. p216-334.; 1964.