

**PENJADUALAN PELAKSANAAN PROYEK
MENGUNAKAN METODE NETWORK PLANNING
(Studi Kasus pada Program Penyempurnaan dan Uji Fungsi
Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik)**

Harno Garnito

Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir - Badan Tenaga Nuklir Nasional
Kawasan Puspiptek Serpong Tangerang - Banten

ABSTRAK

PENJADUALAN PELAKSANAAN PROYEK MENGUNAKAN METODE NETWORK PLANNING (Studi Kasus pada Program Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik). Jadwal pelaksanaan proyek yang telah dibuat pada tahap awal, dalam perjalanannya seringkali harus mengalami perubahan. Keterbatasan sumber daya seringkali dihadapi oleh pelaksana, sehingga pada periode tertentu beberapa aktivitas proyek harus digeser, tetapi waktu penyelesaian proyek tidak boleh dilampaui, atau karena satu hal penyelesaian proyek harus dipercepat. Metode network planning dapat digunakan untuk mengendalikan jadwal pelaksanaan proyek dengan lebih efektif. Serangkaian aktivitas untuk menyelesaikan proyek disusun membentuk suatu jaringan. Aktivitas mana saja yang tidak boleh terlambat dan mana saja yang boleh terlambat dengan tenggang waktu tertentu agar waktu penyelesaian proyek tetap terjaga dapat ditentukan. Percepatan waktu penyelesaian proyek dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berada dalam lintasan kritis, yaitu serangkaian aktivitas dengan jumlah waktu telama. Pada kasus Program Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik, dengan melakukan percepatan pada 3 aktivitas dari 8 aktivitas, jadwal pelaksanaan menjadi lebih pendek, yang semula direncanakan 166 hari, menjadi 142 hari.

Kata kunci : waktu penyelesaian proyek, penjadualan, network planning, percepatan penyelesaian proyek

ABSTRACT

PROJECT SCHEDULING USING NETWORK PLANNING METHOD (Case Study on Improvement and Function Test of Medium Dose Brachytherapy Cervical Cancer Devices). Sometimes, project schedule which has been created in the early stage should be modified. The modification is caused by resources constraint encountered by project officer, so that the schedule should be shifted but the remaining completion time can not be exceeded. The schedule should also be modified if the completion time will be accelerated. Network planning method can be used to manage the project completion time effectively. A series of project activities are arranged in a network. The activities that should not be delayed or may be delayed by a certain deadline in order to maintain the project completion time can be determined. Project completion time acceleration is carried out on the activities that laid in the critical path, a series of activities with the longest amount of time. In the case of Medium Dose Brachytherapy Cervical Cancer Devices Improvement and Function Test Program Implementation, the acceleration in 3 of 8 activities, makes the schedule can be shorter from the initial planning 166 days, becomes 142 days

Key words: project completion time, scheduling, network planning, project completion acceleration.

1. PENDAHULUAN

Untuk mengelola kegiatan yang berbentuk proyek seperti Program Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik, diperlukan manajemen yang berfungsi untuk merencanakan, mengorganisir, melaksanakan, dan mengendalikan sumber daya baik berupa manusia, uang, material maupun peralatan^[1]. Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan dalam kurun waktu yang telah ditentukan. Keterlambatan waktu penyelesaian proyek dapat mengakibatkan membengkaknya biaya. Penjadualan merupakan salah satu elemen hasil perencanaan^[2]. Selama pelaksanaan proyek, penjadualan mengikuti perkembangan dengan berbagai permasalahannya^[2]. Proses *updating* selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadualan paling realistis agar alokasi sumber daya dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek^[2].

Metode *network planning* dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai hubungan ketergantungan, urutan dan alokasi waktu (durasi) dari aktivitas-aktivitas untuk menyelesaikan proyek. Hubungan antar aktivitas dalam suatu proyek dapat berupa mendahului (*predecessor*), didahului (*successor*), serta bebas^[2]. Apabila hubungan antar aktivitas diketahui, maka suatu model jaringan (*network*) dapat digambarkan untuk menganalisis jadwal pelaksanaan dari seluruh aktivitas^[3]. Tulisan ini berisi cara menyusun penjadualan kegiatan dengan metode *network planning*, dan sebagai contoh penerapannya, akan diambil kasus pada Program Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik.

Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik merupakan salah satu program BATAN yang diamanatkan kepada PRPN melalui Surat Tugas dari Kepala BATAN nomor 57/OT 01 01/SU/2012. Program tersebut harus dikerjakan dalam kurun waktu 8 Februari 2012 sampai dengan 8 Oktober 2012^[4]. Dalam perjalanannya (pada akhir bulan Februari 2012), timbul pemikiran dari tim pelaksana bahwa perangkat Brakiterapi akan dipamerkan pada peringatan Hari Kebangkitan Teknologi Nasional tanggal 10 Agustus 2012, sehingga jadwal yang telah disusun harus dirubah (*update*). Perubahan jadwal harus dilakukan seefektif mungkin agar sasaran dan tujuan proyek dapat dicapai.

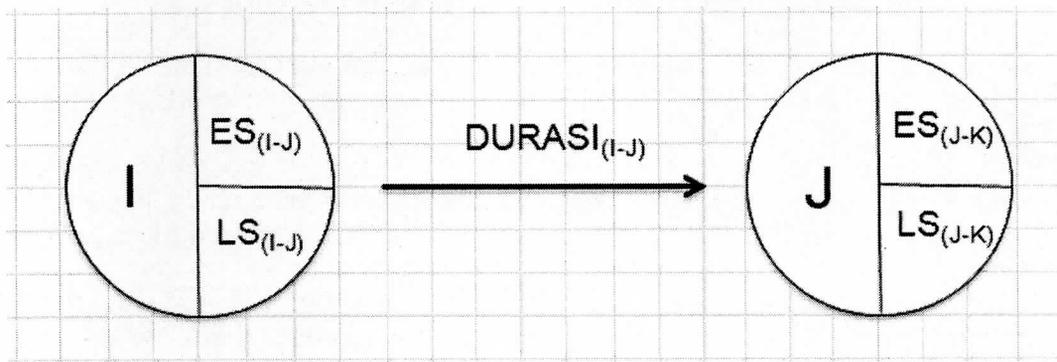
2. DASAR TEORI

Penjadualan adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing aktivitas dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada^[2]. Penjadualan meliputi pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh aktivitas proyek^[5]. Ada 2 (dua) metode penjadualan yang sering digunakan dalam mengelola proyek, yaitu metode diagram balok/*barchart* dan metode *network planning*/jaringan kerja^[5]. Diagram balok/*barchart* juga disebut dengan *Ganttchart*, sesuai dengan nama penemunya, yaitu Gantt dan Fredict W. Taylor^[2].

Network planning diperkenalkan pada tahun 1950-an oleh tim perusahaan Du-Pont dan Rand Corporation untuk mengembangkan sistem kontrol manajemen^[2]. Dengan *network planning* dapat diketahui aktivitas-aktivitas yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melaksanakan aktivitas selanjutnya, dan dapat dilihat pula suatu aktivitas belum dapat dimulai apabila aktivitas pendahulunya belum diselesaikan^[6]. Dengan *network planning* dapat diketahui rangkaian aktivitas (lintasan) yang bersifat kritis dan tidak kritis. Lintasan kritis (*critical path*) adalah serangkaian aktivitas dengan jumlah waktu terlama. Aktivitas-aktivitas dalam lintasan kritis tidak dapat ditunda pelaksanaannya, karena akan berakibat tertundanya penyelesaian

proyek secara keseluruhan. Ini bermanfaat untuk mengatur waktu penyelesaian proyek, misalnya untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan proses *crashing*, baik dengan penambahan tenaga kerja, kerja lembur, ataupun dengan subkontrak yang tentunya dengan konskuensi penambahan biaya. Sedangkan aktivitas-aktivitas yang tidak berada dalam lintasan kritis pelaksanaannya dapat ditunda/digeser dalam tenggang waktu tertentu dan tidak berpengaruh pada waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Ini dapat digunakan untuk mengatur alokasi sumber daya.

Network planning mempunyai karakteristik sebagai berikut^{[2], [5]} :



Gambar 1. Gambaran Umum *Network Planning*

- a. *Network planning* dibuat dengan menggunakan anak panah (*arrow*) untuk menggambarkan aktivitas, dan simpul (*node*) untuk menggambarkan kejadian/*event*. Aktivitas memerlukan waktu dan sumber daya, sedangkan kejadian tidak memerlukan waktu dan sumber daya.
- b. Menggunakan perhitungan maju (*forward pass*) untuk memperoleh waktu mulai paling awal *ES* (*Earliest Start*), yaitu saat paling awal suatu aktivitas dapat dimulai dengan asumsi semua aktivitas pendahulunya sudah selesai, dan waktu selesai paling awal *EF* (*Earliest Finish*), yaitu saat paling awal suatu aktivitas dapat selesai.

Dalam melakukan perhitungan maju, dimulai dari aktivitas pertama pada proyek. Suatu aktivitas dapat dimulai setelah semua pendahulu langsungnya sudah diselesaikan.

- Jika suatu aktivitas hanya mempunyai satu pendahulu langsung, *ES*nya sama dengan *EF* pendahulunya.
- Jika suatu aktivitas mempunyai beberapa pendahulu langsung, *ES*nya adalah nilai maksimum dari semua *EF* pendahulunya.
 $ES = \text{Max} (EF \text{ semua pendahulu langsung}) \dots\dots\dots(1)$
- Waktu selesai paling awal (*EF*) dari suatu aktivitas adalah jumlah dari waktu mulai paling awal (*ES*) dan durasi aktivitas itu sendiri.
 $EF = ES + \text{durasi} \dots\dots\dots(2)$

- c. Menggunakan perhitungan mundur (*backward pass*) untuk memperoleh waktu selesai paling lambat *LF* (*Latest Finish*), yaitu saat paling akhir untuk menyelesaikan suatu aktivitas dan waktu mulai paling lambat *LS* (*Latest Start*), yaitu saat paling lambat untuk mulai aktivitas.

Dalam melakukan perhitungan mundur, dimulai dari aktivitas terakhir pada proyek. Untuk setiap aktivitas, pertama-tama ditentukan nilai *LF*nya, diikuti dengan nilai *LS*. Dalam melakukan perhitungan mundur juga mengikuti aturan

suatu aktivitas dapat dimulai setelah semua pendahulu langsungnya sudah diselesaikan.

- Jika suatu aktivitas adalah pendahulu langsung dari hanya satu aktivitas, LFnya sama dengan LS dari aktivitas yang secara langsung mengikutinya.
 - Jika suatu aktivitas adalah pendahulu langsung dari lebih dari satu aktivitas, maka LF adalah minimum dari seluruh nilai LS dari aktivitas-aktivitas yang secara langsung mengikutinya.
 $LF = \text{Min} (\text{LS dari seluruh aktivitas yang langsung mengikutinya}) \dots(3)$
 - Waktu mulai paling lambat (LS) dari suatu aktivitas adalah selisih dari waktu selesai paling lambat (LF) dan durasi aktivitasnya.
 $LS = LF - \text{durasi} \dots(4)$
- d. Di antara 2 kejadian tidak boleh ada dalam 2 aktivitas, sehingga untuk menghindarinya digunakan kegiatan semu atau *dummy* yang tidak mempunyai durasi.
- e. Menggunakan CPM (*Critical Path Method*) atau metoda lintasan kritis. Lintasan kritis adalah lintasan dengan kumpulan aktivitas yang mempunyai jumlah durasi terlama yang dapat diketahui bila aktivitasnya mempunyai waktu longgar (*slack time*) = 0.
Waktu longgar adalah waktu luang yang dimiliki sebuah aktivitas untuk dapat ditunda pelaksanaannya tanpa menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan.
 $Slack Time (ST) = LS - ES \text{ atau } LF - EF \dots(5)$

Tahapan penyusunan jadwal dengan *network planning*^{[2], [5]} :

- a. Menginventarisasi aktivitas-aktivitas dari paket rincian struktur kerja (*work breakdown structure/WBS*) berdasar item pekerjaan, lalu diberi kode aktivitas untuk memudahkan identifikasi.
- b. Membangun hubungan antar aktivitas-aktivitasnya. Memutuskan aktivitas yang harus dilakukan lebih dahulu dan aktivitas yang harus mengikuti aktivitas lain.
- c. Menetapkan perkiraan waktu untuk setiap aktivitas.
- d. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan aktivitas.
- e. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Hal ini disebut lintasan kritis.

3. DATA DAN PEMBAHASAN

Dari surat tugas yang dikeluarkan oleh Kepala BATAN nomor 57/OT 01 01/SU/2012 dan Proposal Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik^[7] dapat diperoleh informasi bahwa program ini harus diselesaikan dalam waktu 8 bulan, dimulai pada tanggal 8 Februari 2012, dan harus selesai pada tanggal 8 Oktober 2012 dengan struktur rincian kerja seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Struktur Rincian Kerja Program Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik^[7]

NO.	AKTIVITAS	KODE
1	Evaluasi menyeluruh hasil 2011	A
2	Penyempurnaan desain TDS	B
3	Penyempurnaan prosedur pengoperasian TPS	C
4	Perbaikan perangkat TDS	D
5	Pengujian kehandalan mekanik TDS	E
6	Pengujian kehandalan instrumentasi dan control TDS, serta pengujian prosedur TPS	F
7	Uji fungsi keseluruhan	G
8	Evaluasi secara komprehensif	H

Dari data pada Tabel 1 di atas dapat dibangun hubungan antar aktivitas, dan berdasarkan ketersediaan sumber daya, dibuat perkiraan waktu (durasi) dari setiap aktivitas, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Table 2. Durasi dan Hubungan antar Aktivitas

NO.	AKTIVITAS			
	NAMA	KODE	DURASI	PENDAHULU
1	Evaluasi menyeluruh hasil 2011	A	23 hari kerja	
2	Penyempurnaan desain TDS	B	20 hari kerja	A
3	Penyempurnaan prosedur pengoperasian TPS	C	71 hari kerja	A
4	Perbaikan perangkat TDS	D	20 hari kerja	B
5	Pengujian kehandalan mekanik TDS	E	20 hari kerja	D
6	Pengujian kehandalan instrumentasi dan control TDS, serta pengujian prosedur TPS	F	25 hari kerja	C, E
7	Uji fungsi keseluruhan	G	26 hari kerja	F
8	Evaluasi secara komprehensif	H	21 hari kerja	G

Dari data pada Tabel 2 dapat digambarkan *network* (jaringan) hubungan antar aktivitas dan durasinya, seperti terlihat pada Gambar 2, yang ada pada lampiran.

Pada Gambar 2 didapatkan 2 lintasan, yaitu :

- Lintasan (1) : A – B – D – E – F – G – H dengan total waktu 155 hari kerja.
- Lintasan (2) : A – C – F – G – H dengan total waktu 166 hari kerja.

Lintasan (2) yang mempunyai total waktu paling lama disebut lintasan kritis, digambar dengan anak panah yang tebal.

Untuk mendapatkan waktu mulai paling awal ES (*Earliest Start*) dan waktu selesai paling awal EF (*Earliest Finish*) dilakukan perhitungan maju (*forward pass*) dimulai dari simpul 1 :

$$\begin{aligned}
 \text{Aktivitas A :} & \quad ES_A = 8 \text{ Februari} \\
 & \quad EF_A = ES_A + \text{durasi}_A = 8 \text{ Februari} + 23 \text{ hari kerja} = 9 \text{ Maret} \\
 \text{Aktivitas B :} & \quad ES_B = EF_A = 9 \text{ Maret} \\
 & \quad EF_B = ES_B + \text{durasi}_B = 9 \text{ Maret} + 20 \text{ hari kerja} = 10 \text{ April} \\
 \text{Aktivitas C :} & \quad ES_C = EF_A = 9 \text{ Maret} \\
 & \quad EF_C = ES_C + \text{durasi}_C = 9 \text{ Maret} + 71 \text{ hari kerja} = 22 \text{ Juni}
 \end{aligned}$$

Aktivitas D :	$ES_D = EF_B$	= 10 April
	$EF_D = ES_D + \text{durasi}_D = 10 \text{ April} + 20 \text{ hari kerja}$	= 8 Mei
Aktivitas E :	$ES_E = EF_D$	= 8 Mei
	$EF_E = ES_E + \text{durasi}_E = 8 \text{ Mei} + 20 \text{ hari kerja}$	= 7 Juni
Aktivitas F dapat dimulai apabila aktivitas C dan E telah diselesaikan, sehingga :	$ES_F = \text{Max}(EF_C \text{ dan } EF_E)$	
	= Max (22 Juni dan 7 Juni)	= 22 Juni
	$EF_F = ES_F + \text{durasi}_F = 22 \text{ Juni} + 25 \text{ hari kerja}$	= 27 Juli
Aktivitas G :	$ES_G = EF_F$	= 27 Juli
	$EF_G = ES_G + \text{durasi}_G = 27 \text{ Juli} + 26 \text{ hari kerja}$	= 7 September
Aktivitas H :	$ES_H = EF_G$	= 7 September
	$EF_H = ES_H + \text{durasi}_H = 7 \text{ September} + 21 \text{ hari kerja}$	= 8 Oktober

Untuk mendapatkan waktu selesai paling lambat LF (*Latest Finish*) dan waktu mulai paling lambat LS (*Latest Start*) dilakukan perhitungan mundur (*backward pass*) dimulai dari simpul 8 :

Aktivitas H :	$LF_H = EF_H$	= 8 Oktober
	$LS_H = LF_H - \text{durasi}_H = 8 \text{ Oktober} - 21 \text{ hari kerja}$	= 7 September
Aktivitas G :	$LF_G = LS_H$	= 7 September
	$LS_G = LF_G - \text{durasi}_G = 7 \text{ September} - 26 \text{ hari kerja}$	= 27 Juli
Aktivitas F :	$LF_F = LS_G$	= 27 Juli
	$LS_F = LF_F - \text{durasi}_F = 27 \text{ Juli} - 25 \text{ hari kerja}$	= 22 Juni
Aktivitas E :	$LF_E = LS_F$	= 22 Juni
	$LS_E = LF_E - \text{durasi}_E = 22 \text{ Juni} - 20 \text{ hari kerja}$	= 25 Mei
Aktivitas C :	$LF_C = LS_F$	= 22 Juni
	$LS_C = LF_C - \text{durasi}_C = 22 \text{ Juni} - 71 \text{ hari kerja}$	= 9 Maret
Aktivitas D :	$LF_D = LS_E$	= 25 Mei
	$LS_D = LF_D - \text{durasi}_D = 25 \text{ Mei} - 20 \text{ hari kerja}$	= 26 April
Aktivitas B :	$LF_B = LS_D$	= 26 April
	$LS_B = \text{Min}((LF_B - \text{durasi}_B) \text{ dan } (LF_C - \text{durasi}_C))$	
	= Min (29 Maret dan 9 Maret)	= 29 Maret
Aktivitas A :	$LF_A = LS_C$	= 9 Maret
	$LS_A = LF_A - \text{durasi}_A = 12 \text{ Maret} - 23 \text{ hari kerja}$	= 8 Februari

Data hasil perhitungan di atas kemudian disusun dalam table untuk mendapatkan waktu longgar (*slack time*) dari masing-masing aktivitas, yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 3. Perhitungan Waktu Longgar (*Slack Time*)

AKT.	DUR.	PEND.	ES	EF	LF	LS	SLACK TIME ST = LS - ES atau LF - EF
A	23		8 Feb.	9 Maret	9 Maret	8 Feb.	0 hari kerja
B	20	A	9 Maret	10 April	26 April	29 Maret	13 hari kerja
C	71	A	9 Maret	22 Juni	22 Juni	9 Maret	0 hari kerja
D	20	B	10 April	8 Mei	25 Mei	26 April	12 hari kerja
E	20	D	8 Mei	7 Juni	22 Juni	25 Mei	11 hari kerja
F	25	C, E	22 Juni	27 Juli	27 Juli	22 Juni	0 hari kerja
G	26	F	27 Juli	7 Sep.	7 Sep.	27 Juli	0 hari kerja
H	21	G	7 Sep.	8 Okt.	8 Okt.	7 Sep.	0 hari kerja

Dari Tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa aktivitas-aktivitas yang berada dalam lintasan kritis mempunyai waktu longgar = 0, dengan kata lain tidak mempunyai waktu longgar. Aktivitasnya harus dimulai dan diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan, karena akan berpengaruh pada waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Sedangkan aktivitas yang tidak berada dalam lintasan kritis mempunyai waktu longgar $\neq 0$, dengan kata lain pelaksanaannya dapat ditunda dalam tenggang waktu longgar tersebut dan tidak berpengaruh pada waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Waktu longgar ini dapat dimanfaatkan untuk mengalokasikan sumber daya ke kegiatan lain.

Pada awalnya *network* (jaringan) hubungan antar aktivitas dan durasinya secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 3, yang ada pada lampiran.

Sedangkan jadual pelaksanaan dalam bentuk diagram batang dapat dilihat pada Gambar 4.

AKTIVITAS	DURASI (hari kerja)	PENDAHULU	JADUAL											
			Jan.	Feb.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.
A	23			—										
B	20	A			—									
C	71	A			—	—	—	—	—					
D	20	B				—								
E	20	D					—							
F	25	C, E						—						
G	26	F							—	—				
H	21	G									—			

Gambar 4. Jadual Pelaksanaan dalam Bentuk Diagram Batang

Seperti telah disampaikan di depan, bahwa perangkat Brakiterapi akan dipamerkan pada peringatan Hari Kebangkitan Teknologi Nasional tanggal 10 Agustus 2012, sehingga pada tanggal 31 Juli 2012 harus sudah dilakukan uji fungsi keseluruhan, maka aktivitas G harus sudah selesai pada tanggal 31 Juli 2012, sehingga jadual yang telah disusun harus dirubah (*update*).

Percepatan penyelesaian kegiatan (*crashing*) dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berada dalam lintasan kritis (aktivitas C, F dan G) agar lebih efektif. Apabila *crashing* dilakukan pada aktivitas-aktivitas di luar lintasan kritis (aktivitas B, D dan E), tidak akan berdampak pada waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Percepatan aktivitas-aktivitas C, F dan G dilakukan dengan menambah SDM dengan kualifikasi yang sesuai dengan aktivitas tersebut.

Dengan melakukan percepatan pada aktivitas-aktivitas C, F dan G, maka jadual pelaksanaan dalam bentuk diagram jaringan dan diagram batang masing-masing dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 pada lampiran.

Di sini tampak bahwa setelah dilakukan percepatan pada aktivitas-aktivitas C, F dan G diperoleh :

- Selain target perangkat Brakiterapi harus sudah diuji fungsi keseluruhan pada tanggal 31 Juli 2012, waktu pelaksanaan proyek secara keseluruhan menjadi lebih cepat, semula dijadualkan selesai pada 8 Oktober 2012, menjadi 3 September 2012.
- Total waktu lintasan (1) sama dengan total waktu lintasan (2), sehingga tidak ada aktivitas yang mempunyai waktu longgar, dengan kata lain semua aktivitas bersifat kritis.

4. KESIMPULAN

Dengan metode *network planning* kita dapat melakukan seleksi dengan tepat aktivitas-aktivitas untuk dipercepat guna mempersingkat waktu penyelesaian proyek. Pada kasus Program Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik, dengan melakukan percepatan pada 3 aktivitas dari 8 aktivitas, jadwal pelaksanaan menjadi lebih pendek, yang semula direncanakan 166 hari, menjadi 142 hari.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

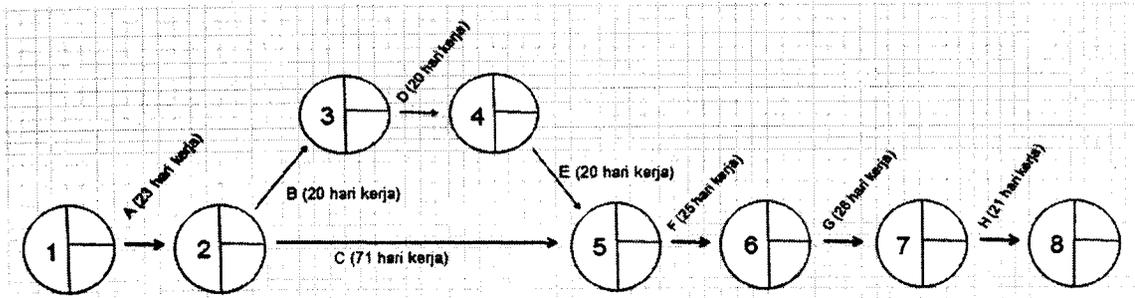
Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada :

1. Kementerian Riset dan Teknologi yang telah mengalokasikan anggaran untuk kegiatan Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik ini.
2. Segenap jajaran pimpinan BATAN yang telah mendukung kegiatan ini.
3. Segenap karyawan PRPN, khususnya yang tergabung dalam tim Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik yang bersinergi untuk mengerjakan tugas ini, dan tak lupa kepada jajaran Sub Bagian Persuratan, Kepegawaian dan Dokumentasi Ilmiah yang telah memberikan data-data yang kami perlukan.

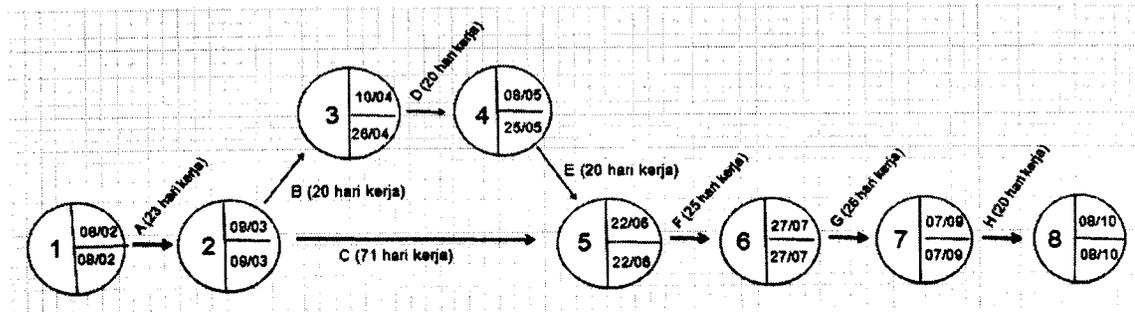
6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Susy Susmartini, Azizah Aisyati, Roroningtyas, 2007, *Perencanaan Proyek dengan Network Planning pada Proyek TK Model Kabupaten Sragen*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Gema Teknik-Nomor 2/Tahun X Juli 2007. Sumber : 17603-19298-1-PB.pdf, diunduh 11 Januari 2013.
- [2]. Abrar Husen, Ir., MT., 2011, *Manajemen Proyek, Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek*, Edisi Revisi, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- [3]. Madchan Anis, 2011, *Penjadwalan Proyek dengan Metode Jalur Kritis*, Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Diponegoro.
Sumber : <http://theexcellentworlddotcom.files.wordpress.com/2011/07/paper-j2a008043.pdf>, diunduh 14 Januari 2013.
- [4]. Anonim, 2012, Surat Tugas dari Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional nomor 57/OT 01 01/SU/2012.
- [5]. Jay Heizer, Barry Render, 2012, *Manajemen Operasi*, Buku 1, Edisi 9, Penerbit Salemba Empat.
- [6]. Eka Danyanti, 2010, *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)*, Skripsi Program Sarjana S1, Fakultas Ekonomi, Universitas Diponegoro, Semarang.
http://eprints.undip.ac.id/26423/1/OPTIMALISASI_PELAKSANAAN_PROYEK_DENGAN_METODE_PERT-CPM.pdf, diunduh 21 Juli 2012.
- [7]. Ari Satmoko, 2012, *Proposal Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik*, PRPN, Tangerang Selatan.

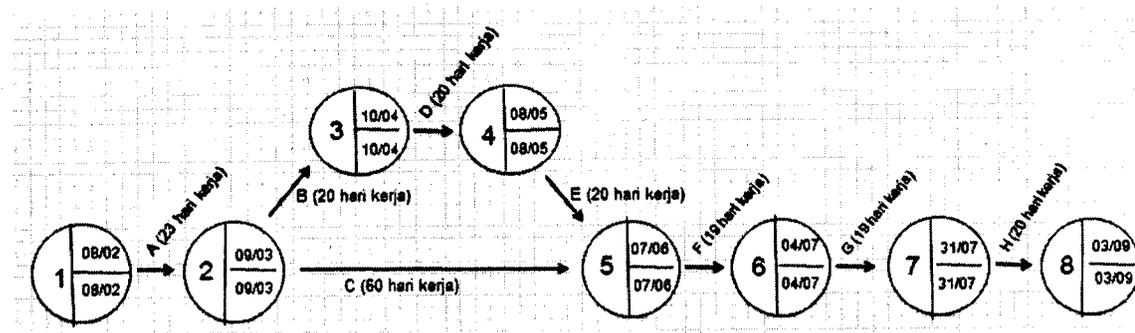
LAMPIRAN



Gambar 2. Diagram Hubungan dan Durasi Aktivitas



Gambar 3. Durasi, Waktu Mulai Paling Awal dan Waktu Mulai Paling Lambat dalam Jaringan Hubungan Antar Aktivitas



Gambar 5. Jadwal Pelaksanaan dalam Bentuk Diagram Jaringan setelah Dilakukan Percepatan

AKTIVITAS	DURASI (hari kerja)	PENDAHULU	JADUAL											
			Jan.	Feb.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.
A	23			—										
B	20	A			—									
C	60	A			—	—	—	—						
D	20	B				—								
E	20	D					—							
F	19	C, E						—						
G	19	F							—					
H	21	G								—				

Gambar 6. Jadwal Pelaksanaan dalam Bentuk Diagram Batang setelah Dilakukan Percepatan