

PENJADWALAN PROYEK DENGAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) DAN RANKED POSITION WEIGHT METHOD (RPWM)

I Gusti Ngurah Oka Suputra

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar
Email: okasuputra@yahoo.com

Abstrak. Dalam pelaksanaan pekerjaan di dunia konstruksi, ada beberapa macam model penjadwalan proyek yang sering digunakan, antara lain Precedence Diagram Method (PDM). Penjadwalan pada PDM mempertimbangkan hubungan ketergantungan antar aktivitas dan durasi setiap aktivitas. Bila terjadi kondisi keterbatasan tenaga kerja, maka dilakukan proses alokasi dan perataan tenaga kerja, dengan metode *Resource Scheduling Method*. Prioritas penjadwalan aktivitas didasarkan atas aktivitas yang memiliki float time paling kecil. Apabila beberapa aktivitas memiliki nilai float time sama, maka akan timbul masalah dalam penentuan prioritas penjadwalan aktivitas. Pada penjadwalan proyek dengan Ranked Position Weight Method (RPWM), proses alokasi dan perataan sumber daya berdasarkan tingkat *positional weight* (bobot posisi) dari setiap aktivitas. Bobot posisi dari setiap aktivitas dapat didefinisikan sebagai jumlah dari durasi suatu aktivitas ditambah dengan jumlah total durasi seluruh aktivitas yang mengikuti aktivitas tersebut. Nilai bobot posisi dari suatu aktivitas menunjukkan tingkat kepentingan (*degree of importance*) sebuah aktivitas, relatif terhadap aktivitas yang lain. Pengaruh dari kondisi-kondisi pelaksanaan terhadap kegiatan proyek tetap diakomodasikan pada penyusunan *precedence logic* (hubungan ketergantungan antar aktivitas).

Kata kunci : penjadwalan proyek, prioritas penjadwalan, alokasi sumber daya, durasi aktivitas, diagram preseden, bobot posisi.

A PROJECT PLANNING USING PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) AND RANKED POSITION WEIGHT METHOD (RPWM)

Abstract. In project construction world, many models of project planning have been intensively used, such as a Precedence Diagram Method (PDM). Scheduling on PDM considers dependency between activity and duration of each activity. To deal with the limited resources, hence allocation and resources levelling need to be implemented using *Resource Scheduling Method*. Activity scheduling priority is based on activities with the minimum floating time. If some activities have the same floating time, a problem arises in determining the priority of scheduling activity. In the Ranked Position Weight Method (RPWM), allocation and resources levelling are based on positional weight of each activity. Positional weight is determined by adding the sum of duration of an activity with the sum of a total duration of all following activities. The value of positional weight of an activity shows a degree of its importance in relation to other activities. The effects of the construction work condition on the project activity should be considered when preparing precedence logic (relationship of interdependency activities).

Keywords: project scheduling, scheduling priority, resources allocation, activity duration, precedence diagram, positional weight

PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan fase penterjemahan suatu perencanaan ke dalam suatu

bentuk diagram yang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktivitas itu dimulai, ditunda, dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemaka-

ian sumber daya bisa disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditetapkan.

Pada pelaksanaan proyek sering dijumpai kondisi keterbatasan sumber daya, dan oleh karenanya dalam penjadwalan proyek terdapat item yang sangat vital yaitu alokasi dan perataan sumber daya. Proses alokasi bertujuan untuk mengalokasikan sumber daya secara optimal sehingga tingkat kebutuhan sumber daya tidak melampaui tingkat kemampuan penyediaannya. Perataan sumber daya dimaksudkan untuk menghindari perbedaan yang terlalu besar pada pemakaian sumber daya setiap waktu, sehingga akan diperoleh tingkat pengangguran sumber daya yang kecil.

Salah satu metode yang umum digunakan dalam penjadwalan proyek adalah *Precedence Diagram Method (PDM)*. PDM pada dasarnya menitikberatkan pada persoalan keseimbangan antara biaya dan waktu penyelesaian proyek. PDM menekankan pada hubungan antara pemakaian sejumlah tenaga kerja untuk mempersingkat waktu pelaksanaan suatu proyek dan kenaikan biaya sebagai akibat penambahan tenaga kerja tersebut. Bila terjadi kondisi keterbatasan tenaga kerja, maka dilakukan proses alokasi dan perataan tenaga kerja, dan metode yang dipergunakan adalah *Resource Scheduling Method*. Selain itu, PDM juga mempertimbangkan hubungan ketergantungan antar aktivitas dan durasi setiap aktivitas. Dalam industri manufaktur ada sebuah metode penjadwalan yang pada saat melakukan alokasi dan perataan tenaga kerja memperhitungkan nilai bobot posisi terlebih dahulu, baru kemudian memperhitungkan *float time*. Metode penjadwalan ini disebut *Ranked Positional Weight Method (RPWM)*. Perhitungan bobot posisi pada proyek seperti jembatan, gedung maupun jalan menggunakan cara yang sama. Begitu pula untuk pelaksanaan proyek pada musim hujan atau kemarau, cara penentuan bobot posisi aktivitasnya tetap sama, dan dalam penjadwalan semua jenis dan kondisi proyek

diperlukan penyusunan *precedence logic* terlebih dahulu.

PEMBAHASAN

Penjadwalan Aktivitas Proyek

Penjadwalan merupakan pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada (Husen, 2009).

Penjadwalan menentukan kapan aktivitas itu dimulai, ditunda dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya bisa disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan. Untuk menyelenggarakan proyek, salah satu sumber daya yang menjadi faktor penentu keberhasilan adalah tenaga kerja (Mertha Jaya dkk, 2007).

Dalam sebuah proyek konstruksi, penjadwalan memainkan peranan yang signifikan dalam menentukan keberhasilan proyek secara keseluruhan. Dengan penjadwalan yang baik, aktivitas-aktivitas dalam sebuah proyek akan berjalan dengan lancar, misalnya mobilisasi dan demobilisasi tenaga kerja dan peralatan dapat terlaksana dalam kerangka waktu yang tepat untuk menghindari terjadinya penundaan dan pemborosan. Sebagai hasil akhir akan diperoleh sebuah kombinasi yang optimal antara waktu pelaksanaan, biaya yang dikeluarkan, dan kualitas yang dihasilkan.

Untuk merencanakan dan melukiskan secara grafis dari aktivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi dikenal beberapa diagram diantaranya Diagram Balok, Diagram Panah, dan Diagram Precedence.

Diagram Balok

Diagram balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian, dan pada saat pelaporan (Nugraha, 1985).

No	Aktivitas ID	Hari							
		2	4	6	8	10	12	14	16
1	A	■	■						
2	B			■	■	■			
3	C		■	■	■	■			
4	D					■	■	■	
5	E							■	■

Gambar 1 Diagram Balok

Penggambaran diagram balok seperti terlihat pada Gambar 1 terdiri dari kolom (sumbu vertikal) dan baris (sumbu horisontal). Kolom pertama berisi daftar atau uraian pekerjaan dalam suatu proyek. Kolom selanjutnya dipergunakan sebagai tempat melukiskan balok sesuai dengan durasi waktu yang diperlukan dari masing-masing pekerjaan. Satuan waktu misalnya hari, minggu, atau bulan ditempatkan pada sumbu horisontal. Waktu mulai dan waktu akhir masing-masing kegiatan ditunjukkan oleh ujung kiri dan ujung kanan dari balok-balok yang bersangkutan. Pada pembuatan diagram balok telah diperhatikan urutan kegiatan, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu aktivitas dengan yang lain. Format penyajian diagram balok yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.

Diagram Panah

Diagram panah adalah salah satu metode grafis yang digunakan untuk memvisualisasikan jadwal proyek ke dalam rangkaian aktivitas, lengkap dengan urutan pekerjaan dan hubungan ketergantungan antar aktivitas. Dalam diagram panah, aktivitas-aktivitas dinyatakan dalam bentuk panah, yang menghubungkan event-event yang dinyatakan dalam bentuk lingkaran.

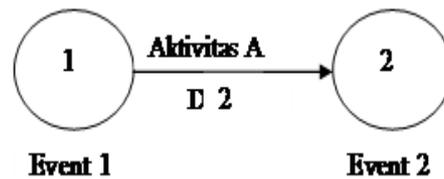
Berikut adalah beberapa hal yang harus diperhatikan dalam diagram panah (Nugraha, 1986):

Event (kejadian)

Titik pangkal dan titik akhir dari suatu aktivitas yang dinyatakan dalam bentuk lingkaran. Sebuah event tidak memerlukan waktu dan sumber daya karena event bukan sebuah aktivitas.

Aktivitas Nyata

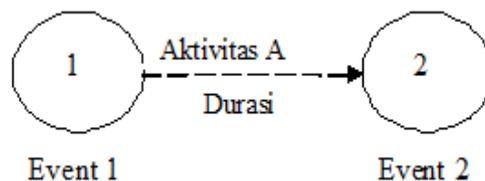
Pelaksanaan kegiatan yang nyata dari suatu pekerjaan. Aktivitas ini membutuhkan durasi dan sumber daya untuk pelaksanaannya. Sebuah aktivitas nyata digambarkan dalam bentuk anak panah disertai durasi pekerjaannya, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2



Gambar 2 Aktivitas Nyata

Aktivitas *Dummy*

Aktivitas ini tidak menyatakan sebuah kegiatan yang nyata, melainkan hanya berfungsi untuk menyatakan ketergantungan antar aktivitas. Aktivitas dummy digambarkan dengan anak panah yang terputus-putus, seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3 Aktivitas Dummy

Duration (D)

Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan suatu aktivitas. Umumnya dengan satuan waktu : hari, minggu, bulan dan lain-lain.

Earliest Event Occurrence Time (TE)

Saat paling awal terjadinya suatu event/kejadian.

Latest Allowable Event Time (TL)

Saat paling lambat yang diijinkan untuk terjadinya suatu event/kejadian.

Earliest Activity Start Time (ES)

Saat mulai paling awal suatu aktivitas.

Earliest Activity Finish Time (EF)

Saat berakhir paling awal suatu aktivitas

Latest Allowable Activity Start Time (LS)

Saat mulai paling lambat yang diijinkan untuk suatu aktivitas

Latest Allowable Activity Finish Time (LF)

Saat berakhir paling lambat yang diijinkan untuk suatu aktivitas

Total Activity Slack atau Total Float atau Float (TF)

Sejumlah waktu sampai kapan suatu aktivitas boleh diperlambat.

$$TE = TL - EF = LF - EF = LS - ES \quad (1)$$

Free Slack (SF)

$$\text{Waktu aktivitas bebas } SF = TE - EF \quad (2)$$

Aktivitas kritis

Aktivitas yang tidak memiliki keleluasaan dalam *start time* dan *finish time* (Total Float sama dengan nol). Perubahan yang terjadi pada durasi atau waktu pelaksanaan aktivitas kritis akan mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan.

Lintasan kritis

Rangkaian aktivitas pada *network diagram* yang terdiri dari aktivitas-aktivitas kritis. Durasi lintasan kritis juga menunjukkan durasi proyek secara keseluruhan.

Diagram Precedence

Diagram precedence disebut juga dengan *node diagram* atau *construction block diagram*. Diagram ini merupakan penyempurnaan dari diagram panah, karena diagram panah pada prinsipnya hanya memakai satu jenis hubungan aktivi-

tas yaitu hubungan Akhir – Awal. Pada diagram precedence dapat digambarkan adanya empat hubungan aktivitas yaitu hubungan Awal – Awal (SS), Awal – Akhir (SF), Akhir – Awal (FS), Akhir – Akhir (FF). Selain itu pada diagram precedence aktivitas dummy juga tidak diperlukan lagi sehingga diagram menjadi bersih (Soeharto, 1995).

Ciri-ciri diagram precedence adalah sebagai berikut :

- Aktivitas tidak dinyatakan sebagai panah melainkan divisualisasikan sebagai node, lingkaran atau kotak.
- Anak panah/garis penghubung tidak mempunyai durasi, sehingga pada diagram precedence tidak diperlukan adanya aktivitas dummy.
- Anak panah dari satu node ke node yang lain menunjukkan hubungan ketergantungan dan urutan aktivitas-aktivitas tersebut.

Format umum dari sebuah node dalam diagram precedence adalah ditunjukkan dalam Gambar 4.

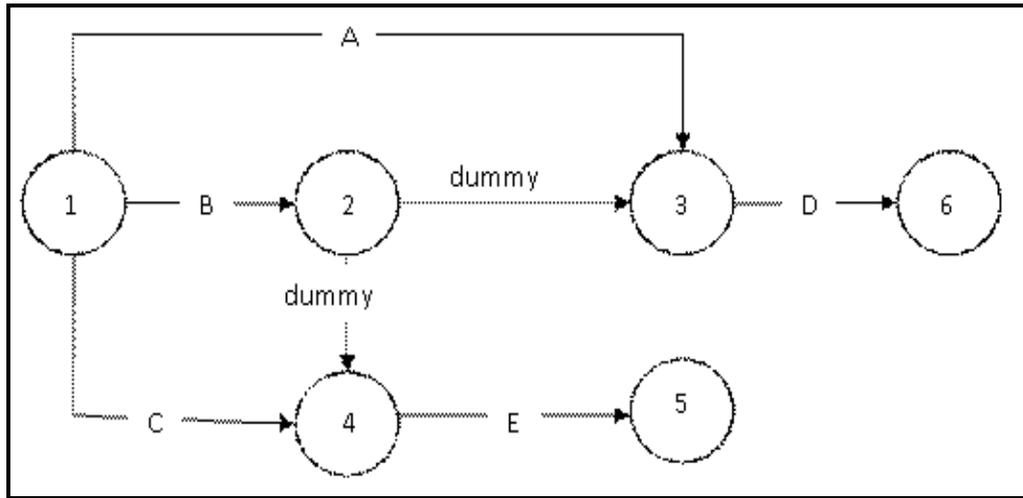
ES	ID	EF
LABEL		
LS	D	LF

Gambar 4 Node Diagram Precedence

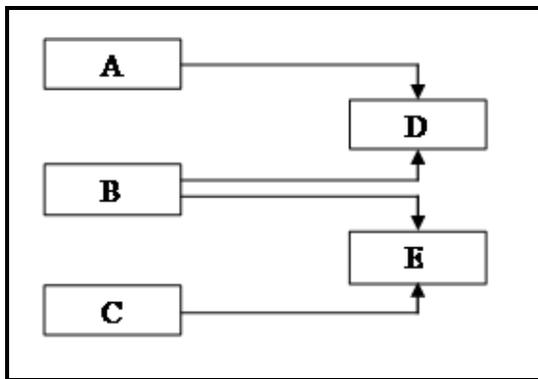
Keterangan :

- ES : saat mulai paling awal suatu aktivitas
- ID : nomor identifikasi
- EF : saat berakhir paling awal suatu aktivitas
- LABEL : nama aktivitas
- LS : saat mulai paling lambat suatu aktivitas
- D : durasi aktivitas
- LF : saat berakhir paling lambat suatu aktivitas

Contoh perubahan dari penjadwalan ADM ke penjadwalan PDM.



Gambar 5 Diagram Panah Proyek X



Gambar 6 Diagram Precedence Proyek X

Alokasi dan Perataan Sumber Daya

Pelaksanaan suatu proyek umumnya terdiri atas beberapa aktivitas atau kegiatan, dimana semua aktivitas tersebut me-

merlukan waktu, dana dan sumber daya. Sumber daya yang dimaksud dapat berupa tenaga manusia, alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek.

Dalam suatu jaringan kerja, untuk setiap periode waktu tertentu terdapat satu atau beberapa aktivitas yang harus dilaksanakan. Oleh karena setiap aktivitas memerlukan sumber daya, maka dibutuhkan pula adanya ketersediaan sumber daya untuk memenuhi kebutuhan semua aktivitas yang dilaksanakan dalam periode waktu tersebut. Hal ini dapat dijelaskan dengan Gambar 7.

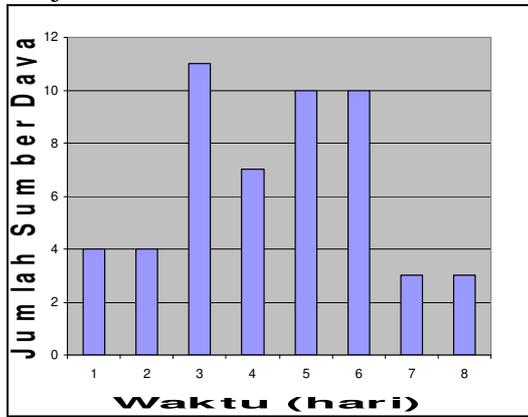
Aktivitas	Kebutuhan Sumber Daya	Waktu								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
A	4	█								
B	7		█							
C	3				█					
Jumlah		4	4	11	7	10	10	3	3	

Gambar 7 Contoh kebutuhan sumber daya dalam sebuah jadwal kerja

Pada Gambar 7 di atas dapat dilihat bahwa tingkat kebutuhan sumber daya pada setiap periode waktu tidak selalu sama

besar. Hal yang harus diperhatikan disini, adalah pemakaian sumber daya khususnya tenaga kerja secara efisien. Tenaga kerja

merupakan salah satu sumber daya yang penting, sering kali penyediaannya terbatas, baik karena faktor kualitas maupun hal-hal lain. Gambar 8 di bawah lebih menjelaskan hal ini.



Gambar 8 Contoh tingkat penggunaan sumber daya setiap waktu

Gambar 8 menunjukkan visualisasi kebutuhan sumber daya dari jadwal kerja pada Gambar 7. Terlihat bahwa terjadi kebutuhan sumber daya yang bersifat naik turun secara tajam (*fluctuation*). Hal ini harus dihindari, sebab untuk merekrut, menyeleksi dan melatih sumber daya (tenaga kerja) memerlukan biaya yang mahal, dan setelah mereka bergabung dengan proyek tidak mudah untuk melepaskan dan memanggil kembali untuk bekerja sesuai dengan naik turunnya pekerjaan yang ada, sedangkan menahan mereka untuk *stand by* akan menelan biaya yang akan dipandang tidak perlu (biaya menganggur).

Di samping kejadian di atas, mungkin pula terjadi konflik yaitu kemampuan penyediaan sumber daya tidak mencakupi kebutuhan sumber daya yang diperlukan dalam periode waktu tertentu. Dalam hal ini, jumlah sumber daya yang diperlukan melebihi jumlah sumber daya yang tersedia.

Berdasarkan pemikiran itu, maka alokasi dan perataan sumber daya dapat dibedakan menjadi dua kategori (Nugraha, 1985), yaitu **alokasi sumber daya tidak terbatas** dan **alokasi sumber daya terbatas**.

Alokasi Sumber Daya Tidak Terbatas

Alokasi sumber daya tidak terbatas merupakan alokasi sumber daya dimana tingkat ketersediaan sumber daya mampu mencakupi atau bahkan melebihi kebutuhan sumber daya maksimal selama pelaksanaan proyek. Proses alokasi pada sumber daya yang tidak terbatas dilakukan perataan (*levelling*) yang mempunyai batasan waktu (*time limit*).

Tujuan sebenarnya dari alokasi sumber daya tidak terbatas adalah mengatur jadwal aktivitas-aktivitas sedemikian rupa sehingga tingkat kebutuhan sumber daya dari waktu ke waktu menjadi serata mungkin. Akibatnya, akan diperoleh tingkat penggunaan sumber daya yang lebih besar atau tingkat pengangguran yang lebih kecil. Pada akhirnya, biaya pengangguran sumber daya juga akan lebih kecil.

Alokasi Sumber Daya Terbatas

Adanya keterbatasan sumber daya mengakibatkan timbulnya kendala-kendala praktis yaitu aktivitas mana yang harus dikerjakan pada hari apa atau aktivitas yang mana harus didahulukan, apabila sumber-sumber dayanya serba terbatas. Hal ini disebabkan karena *start time* (waktu mulai) aktivitas dibatasi tidak hanya oleh hubungan ketergantungan antar aktivitas, tetapi juga oleh adanya ketersediaan sumber daya (Husen, 2009).

Perencana dituntut untuk dapat menjadwalkan aktivitas yang ada dengan baik, sehingga tidak terdapat tingkat kebutuhan sumber daya yang melebihi tingkat ketersediaan sumber daya pada suatu waktu tertentu. Penjadwalan proyek harus dirancang sedemikian rupa, sehingga ketersediaan sumber daya dapat memenuhi seluruh aktivitas dan agar hubungan ketergantungan dari aktivitas-aktivitas tidak terganggu.

Penjadwalan aktivitas dengan keterbatasan sumber daya adalah sebuah kendala matematis yang disebut *large combinatorial problem* (Siswojo, 1981). Dalam hal ini akan muncul banyak sekali kombinasi *start time* dari aktivitas-aktivitas proyek.

Setiap kombinasi tersebut akan membentuk sebuah jadwal tersendiri, yang menyebabkan terbentuknya banyak kemungkinan penjadwalan proyek.

Tujuan alokasi sumber daya terbatas dapat dirumuskan dalam dua poin, yaitu :

- Mengalokasikan sumber daya secara optimal dan menyelesaikan masalah over alokasi sumber daya dalam usaha untuk mendapat jadwal proyek yang terpendek yang sesuai dengan batas-batas tertentu sumber daya.
- Meratakan penggunaan sumber daya untuk menghindari perbedaan yang ekstrim pada pemakaian sumber daya setiap waktu, serta untuk menghasilkan *output* yang lebih optimal.

Precedence Diagram Method (PDM)

Precedence Diagram Method adalah metode jaringan kerja yang termasuk dalam klasifikasi AON (Activity On Node). Dalam Metode ini kegiatan dituliskan di dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya sebagai penunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian dummy yang merupakan tanda penting untuk menunjukkan hubungan ketergantungan, di dalam PDM tidak diperlukan (Soeharto, 1995).

PDM pada dasarnya menitikberatkan pada persoalan keseimbangan antara biaya dan waktu penyelesaian proyek. PDM menekankan pada hubungan antara pemakaian sejumlah tenaga kerja atau sumber-sumber daya untuk mempersingkat waktu pelaksanaan suatu proyek dan kenaikan biaya sebagai akibat penambahan sumber-sumber daya tersebut.

Dalam PDM, jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan berbagai tahapan dari proyek konstruksi dianggap diketahui dengan pasti. Selain itu juga hubungan antara jumlah sumber-sumber daya yang dipergunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek juga dianggap diketahui.

Seperti halnya metode jaringan kerja yang lain, dalam PDM juga terdapat bagi-

an vital, yaitu analisis jalur kritis (*critical path analysis*). Jalur kritis adalah rangkaian aktivitas yang tidak memiliki keeluaan dalam *start time* dan *finish time*. Dengan kata lain, aktivitas kritis adalah aktivitas yang tidak memiliki *float time*. Setiap aktivitas kritis harus dilaksanakan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Adanya perubahan waktu pelaksanaan dari aktivitas kritis, percepatan atau perlambatan, akan mengakibatkan perubahan durasi proyek secara keseluruhan.

Penjadwalan pada PDM mempertimbangkan hubungan ketergantungan antar aktivitas dan durasi setiap aktivitas. Bila terjadi kondisi keterbatasan tenaga kerja, maka dilakukan penjadwalan ulang yang meliputi proses alokasi dan perataan sumber daya, dan metode yang digunakan adalah *Resource Scheduling Method*.

Terdapat dua cara analisis dalam *Resource Scheduling Method* untuk menentukan aktivitas mana yang akan diprioritaskan untuk dijadwalkan bila terjadi konflik sumber daya, yaitu:

- Analisis *float time*

Aktivitas yang memiliki *float time* paling kecil akan diprioritaskan untuk dijadwalkan.

- Analisis nilai Pertambahan Durasi Proyek (PDP)

Dengan cara ini selalu dipilih 2 aktivitas yang mengalami konflik untuk dianalisis. Misalnya aktivitas A dan B. Bila A dijadwalkan lebih dulu daripada B, maka besarnya PDP akibat hal itu adalah:

$$PDP_{AB} = EF_A - LS_B$$

Prioritas diberikan kepada pasangan aktivitas yang memiliki nilai PDP minimum. Agar diperoleh nilai PDP minimum, maka harus dipilih aktivitas A dengan nilai EF terkecil dan aktivitas B dengan nilai LS yang terbesar.

Masalah akan timbul bila terdapat lebih dari satu alternatif yang memiliki nilai minimum *float time* atau PDP yang sama. Pada project management software yang biasa digunakan, seperti *Microsoft Project 2007*, bila ditemui kondisi serupa, prioritas otomatis akan jatuh kepada

aktivitas dengan kode aktivitas yang terkecil. Hal ini tentu saja tidak dapat dipertanggungjawabkan karena nilai kode aktivitas tidak mempersentasikan fungsi apapun dan sepenuhnya tergantung pada keinginan operator/perencana.

Tahapan Penjadwalan Aktivitas Proyek dengan PDM

Pada proses penjadwalan PDM, apabila terjadi kondisi keterbatasan sumber daya akan dilakukan penjadwalan ulang yang meliputi proses alokasi sumber daya dengan metode *Resource Scheduling Method*.

Terdapat tiga aturan dalam proses alokasi sumber daya ini yaitu (Siswojo, 1981) :

- Pengalokasian sumber-sumber menurut waktunya, yaitu dimulai pada hari pertama dan semua pekerjaan yang mungkin dijadwalkan, ini kemudian dilakukan pula untuk seterusnya.
- Bila beberapa pekerjaan berkompetisi untuk sumber-sumber yang sama maka prioritas diberikan pada pekerjaan yang mempunyai *slack* paling sedikit.
- Bila mungkin, pekerjaan yang tidak kritis dijadwalkan kembali, agar dapat membebaskan sumber-sumber untuk keperluan penjadwalan pekerjaan yang kritis (*nonslack jobs*).

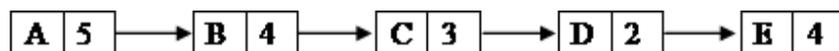
Ranked Positional Weight Method (RPWM)

Sebuah solusi penjadwalan aktivitas melalui metode lain yaitu *Ranked Positional Weight Method* (RPWM), akan dikaji untuk menganalisis aplikasinya dalam penjadwalan proyek konstruksi.

RPWM diperkenalkan oleh Helgeson and Birnie pada tahun 1961. Metode ini telah diakui sebagai salah satu teknik dasar dari proses *line balancing* dalam industri manufaktur yang berarti “proses penjadwalan aktivitas perakitan dalam jalur produksi yang bertujuan untuk memaksimalkan kecepatan dan efisiensi di setiap stasiun kerja serta menyeimbangkan lintasan sehingga seluruh stasiun kerja bekerja dalam lintasan dengan kecepatan yang sedapat mungkin sama”. RPWM terbukti relatif mudah diaplikasikan dan telah digunakan untuk penjadwalan jalur-jalur perakitan (*assembly line*) dalam industri manufaktur (Tan dkk, 1998).

Pertanyaan yang mungkin timbul adalah, mengapa metode yang digunakan untuk penjadwalan jalur-jalur perakitan (*assembly line*) dalam industri manufaktur bisa digunakan dalam industri konstruksi. Hal ini bisa terjadi karena aktivitas pekerjaan pada jalur-jalur perakitan dalam industri manufaktur adalah mirip atau relatif sama dengan aktivitas proyek konstruksi di lapangan.

Proses alokasi dan perataan sumber daya pada RPWM mempunyai pedoman yang jelas, yang berupa tingkat *positional weight* (bobot posisi) dari setiap aktivitas. Bobot posisi dari setiap aktivitas dapat didefinisikan sebagai jumlah dari durasi suatu aktivitas ditambah dengan jumlah total durasi seluruh aktivitas yang mengikuti aktivitas tersebut. Pada intinya, aktivitas dengan bobot posisi yang lebih besar memiliki tingkat prioritas yang lebih tinggi untuk mengalami proses alokasi dan perataan sumber daya.



Gambar 9 *Network Diagram* untuk perhitungan bobot posisi

Pada gambar 9 di atas diilustrasikan sebuah *network diagram*, dengan nama aktivitas di kotak kiri dan durasi aktivitas di kotak kanan. Besarnya bobot posisi dari aktivitas A adalah 18 (5+4+3+2+4), sedangkan bobot posisi dari aktivitas B ada-

lah 13 (4+3+2+4), dan demikian seterusnya.

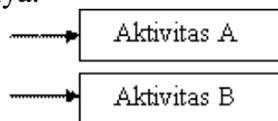
Nilai bobot posisi dari suatu aktivitas menunjukkan tingkat kepentingan (*degree of importance*) sebuah aktivitas, relatif terhadap aktivitas yang lain. Semakin tinggi nilai bobot posisi sebuah aktivitas

mengindikasikan bahwa aktivitas tersebut semakin penting untuk dilaksanakan, dan karena itu harus diprioritaskan bila terjadi konflik sumber daya.

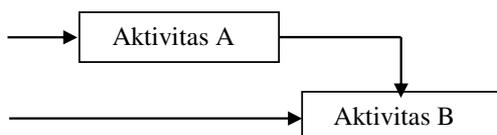
Penentuan bobot posisi sebuah aktivitas sepenuhnya didasarkan pada jumlah durasi aktivitas tersebut ditambah dengan durasi seluruh aktivitas yang mengikuti. Jadi nilai bobot posisi tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor lain, seperti jenis proyek ataupun kondisi-kondisi pelaksanaan.

Meskipun begitu, adanya pengaruh dari kondisi-kondisi pelaksanaan terhadap kegiatan proyek tidak dapat diabaikan begitu saja. Faktor-faktor tersebut diakomodasikan pada penyusunan *precedence logic* (hubungan ketergantungan antar aktivitas).

Sebagai contoh, akan ditinjau proyek pembangunan sebuah gedung. Gambar 10 menunjukkan bahwa aktivitas A (pemasangan reng, usuk, genting) dengan aktivitas B (pekerjaan tembok dan kusen) tidak terdapat hubungan ketergantungan satu sama yang lain. Tetapi bila pelaksanaan proyek dilakukan pada musim hujan, maka pekerjaan A harus dilaksanakan terlebih dahulu, sehingga pekerjaan di bawah atap dapat terlindung dari hujan dan berlangsung lebih lancar. Karena itu harus ditambahkan hubungan ketergantungan *finish to start* (akhir-awal) antara aktivitas A dengan aktivitas B, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Nilai bobot posisi dari aktivitas A juga akan meningkat, sehingga tingkat prioritasnya untuk dijadwalkan juga lebih tinggi dari sebelumnya.



Gambar 10 Hubungan aktivitas sebelum penyesuaian



Gambar 11 Hubungan aktivitas setelah penyesuaian

Secara umum RPWM mempunyai kemampuan sebagai berikut :

- Identifikasi jalur kritis
Jalur kritis dapat diidentifikasi dari diagram batang yang diperoleh dari penerapan RPWM.
- Penjadwalan untuk sumber daya yang bersifat terbatas dan tidak terbatas. Pada penjadwalan untuk sumber daya tak terbatas (*unconstrained resource scheduling*), penambahan jumlah sumber daya tidak akan memperpendek durasi proyek. Pada kasus ini durasi proyek yang dihasilkan sudah merupakan durasi yang paling pendek, sedangkan pada penjadwalan untuk sumber daya terbatas (*constrained resource scheduling*), durasi proyek akan lebih panjang akibat keterbatasan sumber daya.
- Alokasi dan perataan sumber daya.
Penentuan durasi proyek yang berbeda untuk berbagai macam tingkat ketersediaan sumber daya.
- Estimasi biaya konstruksi
Suatu biaya optimal untuk konstruksi dapat diperoleh atas dasar durasi atau waktu penyelesaian proyek, biaya overhead proyek, pengalokasian dan perataan sumber daya serta biaya-biaya akibat keterlambatan dan faktor-faktor yang lain.

Tahapan Penjadwalan Aktivitas Proyek dengan RPWM

Penjadwalan aktivitas proyek dengan RPWM akan melalui tahapan-tahapan kegiatan yang dimulai dengan **tahap pertama** yaitu tahap mengidentifikasi jenis-jenis aktivitas proyek beserta karakteristiknya (durasi dan volume). **Tahap kedua** membuat precedence diagram dari aktivitas-aktivitas tersebut. **Tahap ketiga** dilakukan penentuan tingkat ketersediaan sumber daya selama proyek berlangsung. Pada **tahap keempat** ditentukan bobot posisi (positional weight) dari setiap aktivitas, kemudian aktivitas-aktivitas tersebut disusun dengan urutan, menurut aktivitas-aktivitas dengan bobot posisi terbesar dan **tahap kelima** adalah tahap untuk menjadwalkan aktivitas dengan pedoman

sebagai berikut: Aktivitas dengan bobot posisi tertinggi dilaksanakan pada hari pertama proyek. Sumber daya per hari yang tidak dipekerjakan (sumber daya yang tersisa) didapat dengan mengurangi jumlah maksimal sumber daya yang telah terpakai. Aktivitas dengan bobot tertinggi berikutnya dipilih, kemudian dilakukan dua pemeriksaan yaitu pemeriksaan **Precedence** dimana suatu aktivitas hanya bisa dijadwalkan bila semua aktivitas yang mendahului telah dijadwalkan dan pemeriksaan **Kebutuhan Sumber Daya** untuk memastikan suatu aktivitas harus lebih kecil atau minimal sama dengan jumlah sumber daya yang tersisa pada saat itu.

Jika kondisi precedence dan kebutuhan sumber daya terpenuhi, aktivitas tersebut dapat dijadwalkan pada hari tersebut dan tahap kedua dan ketiga diulangi untuk aktivitas dengan bobot posisi tertinggi berikutnya.

Jika salah satu atau keseluruhan kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka aktivitas yang dimaksud tidak dapat dijadwalkan pada hari tersebut (dilewati). Kemudian dipilih aktivitas berikutnya dengan bobot posisi terbesar dan pengecekan kondisi *precedence* dan kebutuhan sumber daya diulang untuk aktivitas ini.

Langkah kedua dan ketiga diulang untuk hari pertama (hari proyek yang sama) sampai terjadinya kondisi. Kondisi pertama adalah kondisi yang menunjukkan jumlah sumber daya total dari aktivitas-aktivitas yang telah dijadwalkan sama dengan jumlah maksimal sumber daya yang tersedia. Kondisi kedua adalah tidak ada lagi aktivitas yang dapat dijadwalkan akibat batas dalam pemeriksaan precedence, dan yang ketiga aktivitas selanjutnya memerlukan sumber daya yang tersedia pada saat itu.

Penjadwalan untuk hari berikutnya dimulai dengan memilih aktivitas yang memiliki bobot posisi terbesar selanjutnya. Harus diperhatikan bahwa setiap aktivitas yang telah dijadwalkan sebelumnya tidak dapat dihentikan sebelum aktivitas itu selesai, dan sumber daya yang masih

digunakan tidak dapat dipakai untuk aktivitas yang lain.

Pedoman sesuai langkah kedua sampai dengan kelima di atas diulang terus menerus sampai semua aktivitas selesai dijadwalkan.

Jalur kritis diperoleh dari network diagram yang telah dilengkapi dengan penjadwalan semua aktivitas.

SIMPULAN

Dalam PDM, bila terjadi kondisi keterbatasan sumber daya, maka dilakukan penjadwalan ulang dengan metode *Resource Scheduling Method*. Masalah akan timbul bila terdapat lebih dari satu alternatif pasangan aktivitas yang memiliki nilai minimum float time atau PDP yang sama. Pada software *Microsoft Project 2007*, bila ditemui kondisi serupa, prioritas otomatis akan jatuh kepada aktivitas dengan kode aktivitas yang terkecil.

Proses alokasi dan perataan sumber daya pada RPWM berdasarkan tingkat *positional weight* (bobot posisi) dari setiap aktivitas, yaitu jumlah dari durasi suatu aktivitas ditambah dengan jumlah total durasi seluruh aktivitas yang mengikuti aktivitas tersebut. Pada intinya, aktivitas dengan bobot posisi yang lebih besar memiliki tingkat prioritas yang lebih tinggi untuk mengalami proses alokasi dan perataan sumber daya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ervianto, W. I. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi, Yogyakarta.
- Husen, A. 2009. *Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek*, C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Mertha Jaya, N., Diah Parami Dewi, A. A. 2007. *Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan Rangked Positional Weight Method (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Pasar Mumbul di Kabupaten Buleleng)*, Jurnal Ilmiah

- Teknik Sipil, Vol. 11 No. 2, Juli, pp. 100 – 108.
- Nugraha, P., Natan, I., Sutjipto, R. 1985. *Manajemen Proyek Konstruksi 1*, Kartika Yudha, Surabaya.
- Nugraha, P., Natan, I., Sutjipto, R. 1986. *Manajemen Proyek Konstruksi 2*, Kartika Yudha, Surabaya.
- Pramana, I N. B. 2004. *Penjadwalan Aktivitas Proyek Konstruksi Menggunakan Ranged Positional Weight Method (RPWM) Pada Proyek Gelanggang Olah Raga (GOR) Amlapura Tahap I*. Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar.
- Siswojo. 1981. *Pokok-pokok Project Management PERT dan CPM*, Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, I. 1995. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.
- Tan, P.W.M. dan Dissanayake, P.B.G. 1998. *Construction Project Scheduling by Ranged Positional Weight Method*, Canadian Journal of Civil Engineering, vol. 25, pp. 424 – 436.