

MODEL PROYEKSI DAN OPTIMALISASI CASH FLOW MULTI PROYEK

Resela Iрпи¹, Ratna S. Alifen², Herry P. Chandra³

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu perencanaan terintegrasi yang mampu memproyeksikan sekaligus mengoptimalkan *cash flow* multi proyek pada perusahaan konstruksi sehingga diperoleh perencanaan jadwal dan aliran kas yang efisien. Dalam penelitian ini, perencanaan yang efisien merujuk pada kombinasi jadwal yang membutuhkan biaya pinjaman terkecil dengan tetap mempertahankan rencana durasi awal proyek.

Proses perencanaan terintegrasi dilakukan dengan memanfaatkan *float* dari aktivitas-aktivitas non kritis pada jadwal awal proyek. Iterasi dilakukan terhadap nilai *float* dengan menggunakan metode optimalisasi *evolutionary algorithm*, dengan durasi proyek dan *credit limit* sebagai *constraint*. Hasilnya adalah kombinasi jadwal multi proyek yang menghasilkan nilai *overdraft* terkecil sepanjang tahun sehingga membutuhkan pinjaman yang terkecil.

Kata kunci: model, jadwal, *cash flow*, multi proyek, optimalisasi.

ABSTRACT: *This study aims to create an integrated system that has the ability to project the schedule and cash flow of a multi project situation for construction companies, while optimizing them so that a more efficient schedule and financial planning is achieved. In this study, an efficient construction planning refers to a schedule combination that generates a cash flow with minimum overdraft for the company.*

This study focuses on utilizing floats from non-critical activities in initial or as-planned schedule. Iteration on the floats is done with evolutionary algorithm optimization method using projects' durations and credit limit as constraints. The result is a combination of multi project schedules which generates the least amount of overdraft throughout the fiscal year to achieve minimum loans of the company.

Keywords: model, schedule, cash flow, multi project, optimization.

1. PENDAHULUAN

Kesuksesan sebuah proyek konstruksi dapat dinilai dari dua kriteria utama, yaitu ketepatan waktu (Arifin, 2002) dan efisiensi biaya (Sanvido, et al., 1992). Untuk mengkaji keduanya, kontraktor perlu menyusun perencanaan jadwal dan aliran kas proyek dengan menggunakan diagram *bar chart* dan diagram *cash flow*. Selain untuk mengetahui aliran kas masuk dan keluar, diagram *cash flow* juga berguna untuk mengetahui jumlah ketersediaan kas perusahaan selama satu tahun (Sullivan, Wicks, & Koelling, 2008). Ketersediaan kas penting untuk diperhatikan oleh perusahaan kontraktor karena proyek konstruksi seringkali diluncurkan dalam waktu yang lama sebelum kontraktor menerima pembayaran. Selama waktu tersebut, biaya operasional proyek dibebankan pada kas perusahaan. Bagi perusahaan yang menangani beberapa proyek sekaligus dalam satu tahun, hal ini dapat menimbulkan kas negatif atau disebut juga dengan *overdraft* (Halpin, 2006).

¹Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, reselairpiena@gmail.com

²Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, alifrat@petra.ac.id

³Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, herrypin@petra.ac.id

Overdraft umumnya diatasi dengan melakukan pendanaan tambahan berupa pinjaman bank. Akan tetapi, perencanaan keuangan yang tidak terintegrasi antara satu proyek dengan lainnya seringkali membuat perusahaan melakukan pinjaman secara spontan dan berlebihan yang berakibat berkurangnya profit karena beban bunga yang besar.

Liu & Wang (2010) telah mengembangkan sebuah model untuk menekan *cash flow* negatif pada multi proyek dengan cara menggeser jadwal aktivitas-aktivitas non kritis pada penjadwalan bar *chart*, sedemikian rupa tanpa mengubah durasi proyek. Model tersebut dibuat dengan metode optimalisasi *constraint programming* yang berfokus untuk maksimalisasi profit pada akhir multiproyek. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi sebenarnya, suatu perusahaan konstruksi seringkali menangani multiproyek secara berkesinambungan dalam perjalanan bisnisnya sehingga sulit untuk menentukan pada titik mana maksimalisasi profit akan dilakukan. Selain itu, aliran kas negatif tidak berarti perusahaan membutuhkan pendanaan tambahan. Kebutuhan uang yang sesungguhnya terlihat pada ketersediaan kas (*cash availability*). Oleh karena itu, akan lebih tepat apabila optimalisasi difokuskan untuk minimalisasi *overdraft* pada diagram aliran kas dalam kurun waktu satu tahun. Minimalisasi nilai *overdraft* secara tidak langsung akan menghasilkan perencanaan aliran kas tahunan yang efisien.

Penelitian ini merencanakan sebuah model untuk memproyeksikan sekaligus mengoptimalkan jadwal dan aliran kas multi proyek secara terintegrasi, sehingga diperoleh perencanaan aliran kas multi proyek yang efisien. Model ini dirancang secara terbatas untuk proyeksi dan optimalisasi proyek-proyek infrastruktur pemerintah Indonesia, seperti proyek pembangunan jalan dan dermaga, berdasarkan pada batasan-batasan yang tercantum dalam Perpres 54 dan 70. Selain itu, diasumsikan sumber daya tersedia sepanjang tahun dan tidak adanya *change orders*.

2. PENJADWALAN DAN OPTIMALISASI CASH FLOW MULTI PROYEK

2.1. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan suatu proses perumusan format perencanaan dengan cara mengalokasikan waktu untuk setiap aktivitas kerja proyek, sedemikian rupa sehingga pekerjaan konstruksi berlangsung sesuai dengan urutan yang logis dan sistematis (Deatherage, 1995). Metode penjadwalan proyek yang paling sederhana dan sering digunakan adalah diagram *bar chart* atau *gant chart* (Deatherage, 1995). Namun meskipun populer dan mudah dibaca, diagram *bar chart* tidak bisa memberikan informasi kebergantungan atau hubungan antar aktivitas yang diperlukan untuk revisi jadwal (O'Brien & Plotnick, 1999).

Hubungan antar aktivitas dapat terlihat pada diagram penjadwalan *Critical Path Method* (CPM). Data *interdependencies* ini penting untuk diketahui agar perencana dan pelaksana proyek dapat mengidentifikasi aktivitas-aktivitas kritis dalam sebuah jalur kritis (O'Brien & Plotnick, 1999). Selain berguna untuk menentukan prioritas kerja, informasi jalur kritis juga berfungsi untuk mengetahui waktu mulai, waktu selesai, durasi proyek, dan *slack/float* pada aktivitas-aktivitas non kritis. *Float* merupakan fleksibilitas penjadwalan yang dapat dimanfaatkan untuk perataan distribusi sumber daya, termasuk dana (O'Brien & Plotnick, 1999).

2.2. Cash Flow

Ada dua hal utama yang menjadi ancaman bagi kondisi aliran kas suatu perusahaan konstruksi, yakni kurangnya profit dan kurangnya ketersediaan uang kas. Sebuah perusahaan konstruksi yang sebenarnya mengalami laba dapat mengalami kesulitan dalam melaksanakan kewajiban-

keajiban finansialnya bila keuangannya berada dalam kondisi *overdraft* (kas negatif). *Overdraft* seringkali terjadi pada perusahaan-perusahaan konstruksi karena uang kas perusahaan digunakan untuk membiayai operasional proyek sebelum pembayaran termin diterima (Peterson, 2005). *Overdraft* harus selalu diantisipasi agar perusahaan memiliki waktu yang cukup untuk pengadaan dana tambahan yang diperlukan demi kelancaran kegiatan operasional proyek.

Diagram aliran kas merupakan alat yang paling tepat untuk memproyeksikan letak dan besar *overdraft* atau kebutuhan uang perusahaan di masa mendatang. Diagram aliran kas dalam proyek konstruksi merupakan proyeksi dari nilai total pekerjaan yang harus diselesaikan tiap bulannya selama proyek berlangsung (Schaufelberger & Holm, 2002). Dalam menyusun diagram aliran kas untuk multi proyek, ada dua hal yang harus diperhatikan. Pertama, ada sebagian proyek yang dapat berjalan di luar rentang waktu yang diproyeksikan aliran kas. Kedua, diagram aliran kas harus disusun per proyek terlebih dahulu sebelum diintegrasikan dengan diagram aliran kas proyek lain dalam satu periode yang sama (Peterson, 2005).

Setelah diagram aliran kas multi proyek disusun secara terintegrasi, maka akan diperoleh data ketersediaan kas. *Cash flow* hanya memberikan informasi aliran kas masuk dan keluar, namun tidak menunjukkan jumlah uang kas sesungguhnya yang dimiliki dan dapat digunakan oleh perusahaan. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi *overdraft* perusahaan juga perlu memproyeksikan ketersediaan kas.

Perhitungan bunga merupakan elemen yang penting dalam proyeksi ketersediaan kas, karena pada saat *overdraft* perusahaan perlu mengadakan pendanaan tambahan dari pihak ketiga seperti bank (Halpin, 2002). Jenis pinjaman yang paling umum digunakan untuk memenuhi kebutuhan keuangan proyek-proyek konstruksi di Indonesia adalah Kredit Modal Kerja (KMK). KMK diberikan dengan sistem pinjaman *Lines of Credit* (LC) di mana bank berkomitmen untuk meminjamkan sejumlah uang yang dapat digunakan peminjam sewaktu-waktu dengan kompensasi berupa *commitment fee* (Bank Mandiri, 2005).

2.3. Optimalisasi *Cash Flow*

Yang dimaksud dengan *cash flow* yang optimal pada penelitian ini adalah skenario *cash flow* yang memerlukan pinjaman dana terkecil tanpa membuat proyek-proyek yang dikerjakan menjadi terlambat. Semakin kecil *overdraft*, semakin kecil pinjaman yang diperlukan perusahaan. Dengan kata lain, optimalisasi *cash flow* bertujuan untuk meminimalkan *overdraft*. Optimalisasi dapat dilakukan dengan cara mengubah-ubah sebuah variabel. Pada perusahaan konstruksi, komponen yang memiliki fleksibilitas untuk berubah-ubah adalah *float*. oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa komponen optimalisasi *cash flow* adalah sebagai berikut:

- **Objektif** : minimalisasi *overdraft*
- **Variabel** : *float* pada aktivitas-aktivitas non kritis pada multi proyek yang ditangani
- **Constraint** : durasi proyek sesuai jadwal *as-planned*

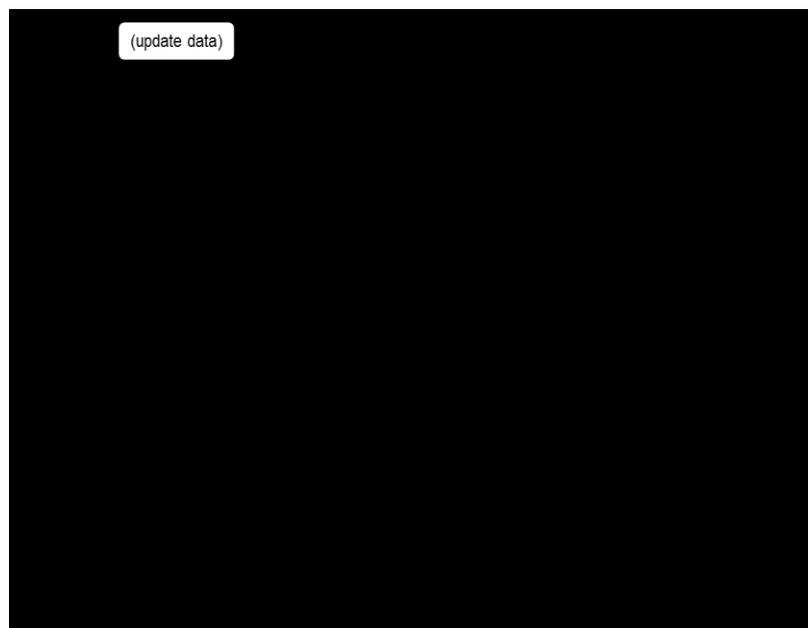
Karena banyaknya aktivitas dalam satu proyek, jumlah variabel dalam persoalan optimalisasi *cash flow* multi proyek dapat menjadi sangat banyak. Hubungan-hubungan antar variabel, *constraint*, dan objektifnya kompleks dan terhubung oleh fungsi-fungsi *conditional*. Oleh karena itu, metode optimalisasi yang paling tepat adalah metode optimalisasi *metaheuristic Genetic/Evolutionary Algorithm* (EA). Salah satu program optimalisasi EA paling umum digunakan adalah Solver[®] yang terdapat pada program MS Excel[®], karenanya model yang dibuat pada penelitian ini dibuat dengan program MS Excel[®] dan Solver[®].

3. BENTUK MODEL

Program optimalisasi Solver[®] yang akan digunakan untuk optimalisasi ada pada program MS Excel[®]. Oleh karena itu, bentuk model proyeksi dan optimalisasi dalam penelitian ini adalah satu *file* XLS yang terdiri dari beberapa *spreadsheet* yang mewakili tahapan-tahapan proyeksi dan optimalisasi *cash flow*. Masing-masing *spreadsheet* terdiri dari serangkaian tabel-tabel yang terhubung antara satu dengan lainnya melalui formula-formula MS Excel[®]. Tabel-tabel ini berisi informasi, perhitungan, hingga hasil optimalisasi akhir (Irpiana, 2016).

4. KERANGKA MODEL

Langkah pertama dalam merancang model matematis seperti EA adalah mendefinisikan masalah ke dalam bentuk matematis (WebFinance Inc, 2016). Hal ini dapat dilakukan dengan cara menjabarkan komponen-komponen pembentuk objek permasalahan hingga ditemukan variabel-variabel penentu dan batasan-batasannya (*constraint*). Proses ini menghasilkan persamaan-persamaan matematis yang kemudian menjadi dasar pembentukan model. Untuk menyederhanakan permasalahan, model pada penelitian ini dibagi ke dalam 3 tahapan yaitu *Input*, *Proses*, dan *Output* seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tiga Tahapan Model

4.1. *Input*

Untuk dapat melakukan optimalisasi *cash flow* multi proyek, informasi yang paling diperlukan adalah proyeksi *cash flow* yang disusun berdasarkan pada perencanaan jadwal (*bar chart*) dan rencana pemasukan dan pengeluaran dana multi proyek. Data-data yang diperlukan untuk memproyeksikan perencanaan ini secara terintegrasi adalah:

1. Data proyek

Berisi informasi mengenai rencana jadwal pekerjaan, rencana biaya pekerjaan, dan detail kontrak proyek yang berhubungan dengan penerimaan dana.

2. Data aliran kas proyek

Berisi informasi mengenai kondisi aliran kas perusahaan pada tahun dimulainya optimalisasi, seperti *cash availability* dan kewajiban-kewajiban finansial perusahaan.

3. Data umum

Berisi informasi lainnya yang berpengaruh terhadap pola penerimaan dan penggunaan dana perusahaan seperti suku bunga, hari libur, tanggal optimalisasi, dan sebagainya.

Ketiga jenis informasi ini digunakan untuk memproyeksikan *As Planned Schedule* dan *As Planned Cash Flow*. Seiring berjalannya proyek, proyeksi-proyeksi ini perlu diperiksa kembali kesesuaiannya dengan lapangan (*Actual Schedule*). Apabila proyeksi '*as planned*' tidak lagi sesuai dengan pelaksanaan lapangan, maka data-data tersebut di atas perlu diperbarui hingga menghasilkan *Updated Schedule* dan *Updated Cash Flow*. Karena waktu dan durasi proyek-proyek tidak sama dan berkesinambungan, maka diberikan batasan terhadap rentang waktu proyeksi yaitu satu tahun. Oleh karena itu, tidak semua proyek dapat diproyeksikan secara utuh mulai awal hingga selesai proyek.

4.2. Proses

Proyeksi aliran kas multi proyek yang telah diperoleh kemudian akan digunakan untuk proses optimalisasi, di mana objektifnya adalah minimalisasi *overdraft* yang terjadi dalam kurun waktu satu tahun proyeksi. Variabelnya sangat bergantung pada rencana penjadwalan masing-masing proyek, karenanya sebelum memasuki proses optimalisasi perlu dilakukan analisa terhadap proyeksi jadwal dan *cash flow* yang ada.

Pertama, perlu diketahui apakah ada *overdraft* (objek optimalisasi) pada proyeksi *cash flow*. Kedua, perlu diketahui aktivitas-aktivitas non kritis pada masing-masing proyek, dimana nilai float pada aktivitas-aktivitas non kritis akan menjadi variabel optimalisasi. Jika objek atau variabel tidak ditemukan, optimalisasi tidak dapat dilakukan. Apabila hal ini terjadi, maka skenario jadwal dan *cash flow* semula diasumsikan sebagai skenario paling optimal. Sebaliknya jika ditemukan *overdraft* dan float pada skenario jadwal dan *cash flow* ini, maka akan dilakukan analisa terakhir yaitu mendefinisikan objektif, variabel, dan *constraint* yang spesifik terhadap permasalahan.

Objektif minimalisasi adalah total *overdraft* yang terjadi sepanjang tahun proyeksi (OD_T). Apabila proyeksi dibuat dengan skala mingguan (w), maka total *overdraft* adalah jumlah pinjaman (L) yang dibutuhkan dari minggu pertama ($w=1$) hingga minggu terakhir ($w=53$) tahun proyeksi.



$$w = 1, 2, \dots, 53$$

(1)

Variabel optimalisasi pada permasalahan ini adalah banyaknya perubahan jadwal aktivitas-aktivitas non kritis yang akan dilakukan demi tercapainya kombinasi jadwal yang optimal atau *optimum float* (OF). Variabel ini dinyatakan dalam satuan hari kerja.

Ada 4 *constraint* yang diperlukan untuk optimalisasi permasalahan ini:

1. Constraint pertama adalah jumlah maksimum perubahan yang dapat dilakukan terhadap variabel, yaitu sebanyak sisa float pada *Updated Schedule* (CONSTRAINT1). *Constraint* ini bertujuan untuk menjaga agar tidak ada keterlambatan jadwal yang disebabkan oleh proses optimalisasi.

2. *Constraint* kedua (CONSTRAINT2) adalah hubungan alur kerja atau *interdependencies* antar aktivitas dalam satu proyek. *Constraint* ini bertujuan untuk mempertahankan kelogisan urutan kerja proyek walaupun jadwal berubah karena proses optimalisasi. *Constraint* ini mengandung persyaratan-persyaratan *what-if* yang rumit, oleh karena itu perlu disederhanakan ke dalam persamaan matematis berupa satuan binary di mana 0 artinya syarat *interdependencies* terpenuhi dan 1 artinya tidak terpenuhi.
3. *Constraint* ketiga adalah variabel harus berbentuk integer. Satuan variabel atau OF adalah hari kerja yang tidak logis bila berupa angka negatif atau pecahan.
4. *Constraint* keempat dan terakhir adalah nilai total *overdraft* sepanjang tahun (OD_T) tidak boleh lebih dari kebijakan *credit limit* perusahaan pada tahun tersebut (CL_T).

$$\text{Variabel} \leq \text{CONSTRAINT1} \quad (2)$$

$$\text{CONSTRAINT2} = 0 \quad (3)$$

$$\text{Variabel} = \{\text{integer}\} \quad (4)$$

$$OD_T \leq CL_T \quad (5)$$

4.3. Output

Objektif, variabel, dan *constraint* di atas kemudian digunakan untuk iterasi dengan program Solver® (mode *evolutionary*) hingga diperoleh output berupa skenario penjadwalan dan *cash flow* multi proyek yang optimum (*Optimum Schedule* dan *Optimum Cash Flow*).

5. PERCOBAAN MODEL

Pada penelitian ini, model di atas diuji dengan cara mengaplikasikannya pada suatu perusahaan kontraktor spesialis proyek infrastruktur. Perusahaan ini secara rutin mengajukan Kredit Modal Kerja ke bank setiap awal tahun dengan rata-rata plafon pinjaman 100 miliar Rupiah. Pada akhir tahun, biasanya perusahaan memiliki ketersediaan kas sekitar 100 miliar Rupiah.

Untuk kemudahan pengujian model, perusahaan tersebut diasumsikan menangani 5 proyek dalam setahun yang bernilai total sekitar 100 miliar Rupiah, dengan kebijakan *credit limit* 10 miliar Rupiah dan ketersediaan kas awal tahun 10 miliar Rupiah. Aktivitas-aktivitas kerja pada kelima proyek tersebut disederhanakan menjadi 10-15 aktivitas utama saja. Nama proyek-proyek ini diwakili dengan angka 1-5, sedangkan nama aktivitas-aktivitasnya diwakili dengan alfabet A-Z untuk kemudahan pembacaan (Irpiana, 2016).

Tahap pertama yang dilakukan untuk pengujian adalah input data umum, data keuangan, dan data proyek. Dari data-data ini, model secara otomatis menampilkan proyeksi *As Planned Schedule*, *As Planned Cash Flow*, dan nilai *overdraft* yaitu Rp 2.978.623.804,08. Pada tahap kedua (proses), ditampilkan hasil analisa berupa daftar aktivitas non kritis beserta *As Planned Schedule*. Hasilnya, terdapat 20 aktivitas non kritis yang jadwalnya dapat diiterasi untuk optimalisasi. Dari 20 aktivitas ini, 1 aktivitas yaitu aktivitas D pada proyek 1 telah mulai pengerjaannya pada saat optimalisasi dilakukan. Tahapan proses dilanjutkan dengan cara menjalankan program Solver® menggunakan parameter-parameter yang sudah ditetapkan. Setelah iterasi selesai, variabel hasil optimalisasi ditampilkan pada Tabel 1 yang sama dan digunakan untuk menghitung *Optimum Schedule* yang baru.

Tabel 1. *As Planned Schedule* dan *Optimum Schedule* untuk Contoh Persoalan Optimalisasi Multi Proyek

Proyek	Aktivitas	<i>As Planned Schedule</i>			Variabel hasil optimalisasi	<i>Optimum Schedule</i>		
		<i>Start Date</i>	<i>Finish Date</i>	<i>Float</i>		<i>Start Date</i>	<i>Finish Date</i>	<i>Sisa Float</i>
1	D	29 Mar 14	13 May 14	30	20	29 May 14	09 Jun 14	10
2	B	19 May 14	03 Jun 14	18	4	23 May 14	07 Jun 14	14
	C	19 May 14	10 Jun 14	30	10	02 Jun 14	21 Jun 14	20
	H	04 Jun 14	08 Sep 14	18	4	09 Jun 14	12 Sep 14	14
	I	18 Jun 14	20 Oct 14	24	23	15 Jul 14	17 Nov 14	1
	J	26 Aug 14	28 Oct 14	18	18	16 Sep 14	18 Nov 14	0
	K	11 Jun 14	13 Oct 14	30	10	23 Jun 14	24 Oct 14	20
	L	26 May 14	15 Jul 14	102	57	08 Aug 14	25 Sep 14	45
3	D	04 Sep 14	22 Oct 14	32	25	03 Oct 14	21 Nov 14	7
	G	04 Sep 14	24 Sep 14	50	30	09 Oct 14	30 Oct 14	20
	I	21 Jul 14	15 Nov 14	6	3	24 Jul 14	19 Nov 14	3
4	B	21 May 14	05 Jun 14	16	3	24 May 14	09 Jun 14	13
	C	21 May 14	12 Jun 14	28	16	11 Jun 14	01 Jul 14	12
	H	06 Jun 14	10 Sep 14	16	14	23 Jun 14	26 Sep 14	2
5	D	02 Jun 14	19 Jul 14	24	0	02 Jun 14	19 Jul 14	24
	E	07 Jul 14	22 Aug 14	24	11	19 Jul 14	04 Sep 14	13
	F	21 Jul 14	03 Oct 14	24	12	09 Aug 13	17 Oct 14	12
	H	23 Aug 14	05 Sep 14	48	12	06 Sep 14	19 Sep 14	36
	I	04 Oct 14	24 Oct 14	24	21	30 Oct 14	19 Nov 14	3
	J	30 Aug 14	19 Sep 14	48	36	11 Oct 14	01 Nov 14	12

Berikut ini adalah penjelasan dari Tabel 1 di atas:

1. Semua aktivitas non kritis kecuali aktivitas D proyek 5 mengalami perubahan jadwal.
2. Perubahan jadwal diaplikasikan pada *start date* dengan durasi yang tetap, namun pada aktivitas D proyek 1 perubahannya diaplikasikan pada durasi dan *finish date* karena aktivitas tersebut telah dimulai pengerjaannya (29 Maret 2014) sebelum tanggal iterasi (2 Mei 2014).
3. Perlu diperhatikan bahwa *start date* pada *as planned schedule* ditambah variabel hasil optimalisasi tidak selalu sama dengan *start date* pada *optimum schedule*, karena perhitungan jadwal optimumnya sudah memperhitungkan hari libur. Data-data hari libur ini telah dilengkapi pada tahap input data umum.
4. Pada kolom variabel hasil optimalisasi, tidak ada variabel yang melebihi nilai *float* maksimum (*Constraint 1*) sehingga tidak ada keterlambatan yang disebabkan oleh proses optimalisasi. Namun, terjadi perubahan status pada aktivitas J proyek 2 dari aktivitas non kritis menjadi aktivitas kritis karena tidak lagi memiliki sisa *float*.

Hasil optimalisasi ini kemudian digunakan untuk tahap ketiga (output) yaitu proyeksi *Optimum Schedule (bar chart)* dan *Optimum Cash Flow*. Dari proyeksi *Optimum Cash Flow* (Irpiana, 2016), terlihat nilai *overdraft* menjadi Rp 1.556.232.175,73 atau hanya 52,25% dari nilai *overdraft* semula.

6. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan terlihat bahwa model telah berhasil mengurangi potensi hutang perusahaan sebanyak 47,75% dengan seluruh kondisi *constraint* terpenuhi. Dapat disimpulkan bahwa model ini dapat bermanfaat bagi perusahaan-perusahaan konstruksi yang mengerjakan multi proyek dan ingin melakukan optimalisasi *cash flow*. Akan tetapi, model ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu:

1. Penggunaan Solver® membutuhkan perangkat komputer yang mampu menjalankan program-program besar. Proses iterasi memerlukan waktu yang cukup lama, terutama bila aktivitas proyek yang diuji banyak. Selain itu, Solver® pada MS Excel® merupakan versi kecil dari Solver Premium dan hanya mengijinkan 200 variabel dan *constraint*. Model akan berfungsi dengan lebih baik dan cepat apabila perusahaan menggunakan Solver versi premium. Namun, alternatif terbaik adalah untuk mengembangkan model ke dalam sebuah program komputer baru.
2. Seluruh pinjaman pada model ini, baik dari input data keuangan maupun dari *overdraft* yang diproyeksikan pada *cash flow*, dikalkulasikan dengan cara yang sama. Pada pelaksanaannya, bentuk pinjaman dapat bermacam-macam dan memiliki cara perhitungan yang berbeda-beda.
3. Model dibangun dengan dasar undang-undang di negara Indonesia tentang peraturan konstruksi proyek negara yang berlaku pada saat penelitian ini dibuat yaitu Perpres 54 dan Perpres 70. Oleh karena itu, keakuratan model dapat berkurang jika ada perubahan terhadap undang-undang terkait.

7. DAFTAR REFERENSI

- Arifin, Y. H. (2002). *Model Komunikasi terhadap Sukses Proyek untuk Evaluasi Proyek Konstruksi* (Tesis No. 048/MTS). Unpublished graduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Bank Mandiri. (2005). *Cash Loan - Kredit Modal Kerja*. Retrieved May 4, 2016, from http://www.bankmandiri.co.id/article/728086488851.asp?article_id=728086488851
- Deatherage, G. E. (1995). *Construction Scheduling and Control*. McGraw-Hill, New York.
- Halpin, D. W. (2006). *Construction Management* (3rd ed.). John Wiley & Sons, Massachusetts.
- Irpiena, Resela. (2016). *Model Proyeksi Dan Optimalisasi Cash Flow Multi Proyek Terintegrasi*. (Tesis no. 01000224/MTS2016). Unpublished graduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Liu, S. S., & Wang, C. J. (2010, December). Profit Optimization for Multiproject Scheduling Problems Considering Cash Flow. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(12), pp. 1268-1278.
- O'Brien, J. J., & Plotnick, F. L. (1999). *CPM in Construction Management* (5th ed.). McGraw-Hill, New York.
- Peterson, S. (2005). *Construction Accounting and Financial Management*. Pearson Education, New Jersey.
- Sanvido, V., Grobler, F., Parfitt, K., Guvenis, M., & Coyle, M. (1992, March). Critical Success Factors for Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 118(1), pp. 94-111.
- Schaufelberger, J., & Holm, L. (2002). *Management of Construction Projects: A Constructor's Perspective*. Prentice Hall, New Jersey.
- Sullivan, W. G., Wicks, E. M., & Koelling, C. P. (2008). *Engineering Economy* (14th ed.). Prentice Hall, New Jersey.
- WebFinance Inc. (2016). *Mathematical Model - Definition*. Retrieved May 26, 2016, from www.businessdictionary.com/definitions/mathematical-model.html