

PENGUKURAN PRODUKTIVITAS DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI PEKERJAAN KONSTRUKSI DENGAN METODE HALF-SLAB (STUDI KASUS PADA APARTEMEN "X" DI SURABAYA)

Hongki Cahyo¹, Stefanus Rianto² and Andi³

ABSTRAK : Pengukuran Produktivitas merupakan hal penting dalam proyek yang bertujuan untuk menentukan keberhasilan suatu proyek konstruksi sudah sesuai dengan jadwal yang direncanakan atau tidak. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung produktivitas metode *half-slab* serta untuk mengetahui faktor-faktor *eksternal* apa saja yang memengaruhi dalam mencapai produktivitas yang ideal. Salah satu metode untuk mengukur produktivitas adalah *level of effort*. Metode *level of effort* merupakan salah satu metode pengukuran produktivitas dengan cara memberikan bobot pada masing - masing sub pekerjaan. Sedangkan pengukuran faktor dengan memberi bilangan biner yaitu 0 bila tidak terjadi faktor dan 1 bila terjadi faktor. Hasil perhitungan dari kedua metode akan dikombinasikan dan menghasilkan faktor apa saja yang paling mempengaruhi produktivitas serta kerugian jam kerja yang dihasilkan oleh faktor tersebut. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata *daily productivity* dari apartemen "X" sebesar 10,524 m²/MH, sedangkan *baseline productivity* sebesar 14,635 m²/MH. Faktor pekerja menyebabkan persentase pengurangan produktivitas paling besar yaitu 49,979%, serta menyebabkan kehilangan jam kerja paling tinggi sebesar 794,674 MH.

KATA KUNCI: produktivitas, *half-slab*, *level of effort*, faktor

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar kontraktor saat ini menggunakan pengecoran pelat dengan metode konvensional, yaitu dengan cara pengecoran beton di tempat secara langsung (*cast in situ*). Dengan melihat durasi pelaksanaan struktur pelat dengan metode konvensional yang memakan waktu cukup lama, perusahaan konstruksi mencari solusi dengan menggunakan metode beton pracetak. Pada perkembangannya muncul permasalahan yang ada dalam praktik di lapangan. Dari kekurangan tersebut kemudian ditemukannya suatu metode baru untuk mengatasi kekurangan dari metode beton pracetak tadi yang dikenal sebagai metode *half-slab*. Metode ini merupakan suatu penggabungan metode dari metode beton pracetak dengan metode konvensional. Struktur pelat lantai metode *half-slab* adalah pekerjaan pelat lantai beton bertulang dengan cara separuh pracetak dan separuhnya lagi dibuat di tempat. Penggunaan metode *half-slab* dianggap menguntungkan dimana dapat mengurangi berat yang harus ditanggung oleh alat berat dalam hal mobilisasi maupun pengangkutan beton pracetak. Sedangkan menurut peneliti, metode ini dapat diteliti lebih jauh dan dapat menjadi salah satu metode pelaksanaan yang dapat dilaksanakan dengan baik pada proyek konstruksi di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur produktivitas pekerjaan beton bertulang pada struktur pelat lantai dan balok serta mengetahui faktor apa saja yang dapat memengaruhi produktivitas. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan dan informasi bagi kontraktor agar dapat meningkatkan produktivitas serta dapat menghindari atau mengurangi terjadinya faktor-faktor yang dapat memengaruhi produktivitas. Dari berbagai proyek yang ada dipilihlah salah satu *tower* dari proyek apartemen di tengah Kota Surabaya.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya, hongki.cahyo95@gmail.com.

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya, nuss_rianto@gmail.com.

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya, andi@petra.ac.id.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Half-Slab*

Menurut Wijaya (2011), *half-slab* adalah pelat yang menggunakan beton pracetak sebagai dasarnya dan beton konvensional sebagai penutup (*topping*). Ada dua macam tipe *half-slab*, yaitu *half-slab* dengan beton pracetak yang rata (*flat*) dan *half-slab* dengan beton pracetak yang bergerigi. Penggunaan gerigi ini, bertujuan agar ikatan antara beton konvensional dan beton pracetak lebih kuat.

2.2. Produktivitas

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, produktivitas adalah kemampuan untuk menghasilkan sesuatu. Dalam penelitian Thomas (2000), bagaimana jumlah kuantitas dari pekerjaan yang telah diselesaikan dapat diukur untuk aktivitas-aktivitas tertentu yang bergantung pada keadaan pekerjaan dan metode konstruksi yang digunakan pada proyek tersebut. Metode-metode dasar yang digunakan untuk mengukur kuantitas tersebut adalah: *units completed*, *percent complete*, *level of effort*, *incremental milestones*, *start/finish percentages*.

Dari banyak metode yang ditawarkan oleh Thomas (2000), maka untuk penelitian ini peneliti akan menggunakan metode *level of effort* untuk mencari produktivitas sebagai langkah awal mencari produktivitas metode *half-slab*, serta faktor-faktor yang dapat memengaruhi produktivitas pada pelaksanaan metode *half-slab*.

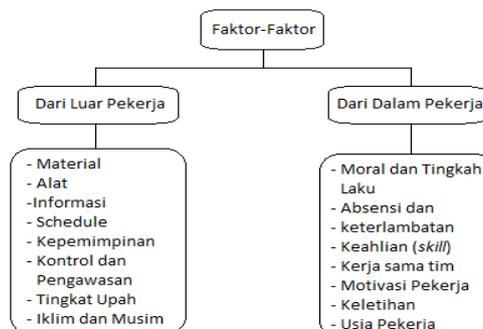
2.3. *Level of Effort*

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode *level of effort* dikarenakan terdapat beberapa sub pekerjaan. Metode *level of effort* merupakan salah satu metode pengukuran dengan sistem memberikan bobot atau persentase pada masing-masing sub pekerjaan (Thomas, 2000).

Dalam buku Thomas (2000), *rules of credit* adalah satu alat yang digunakan dalam metode *level of effort* untuk mengetahui bobot pada masing-masing sub pekerjaan. Bobot menunjukkan besarnya kontribusi dari tiap sub-sub pekerjaan terhadap keseluruhan total pekerjaan, dan untuk jumlah total seluruh bobot sub pekerjaan adalah satu. Untuk menentukan *rules of credit* menggunakan sistem *multiple regression analyses* dalam program SPSS yang menghasilkan satu persamaan yang merupakan bobot dari masing-masing sub pekerjaan.

2.4. Faktor

Dalam proyek konstruksi faktor yang memengaruhi produktivitas dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu faktor dari luar pekerja dan dalam pekerja seperti pada **Gambar 1**. (Oglesby, Parker, dan Howell, 1989 dalam Wijaya dan Nugroho, 2012)



Gambar 1. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tingkat Pekerja

Faktor-faktor yang dicatat pada lapangan dengan sistem biner yaitu menulis angka 1 jika terjadi faktor tersebut dan angka 0 jika tidak terjadi faktor tersebut dalam hari itu. Faktor-faktor tersebut akan diolah menjadi *disruption index* dengan menggunakan cara *multiple regression*. Menurut Thomas dan Savindo

(2000) model koefisien yang didapatkan dari persamaan regresi diperhitungkan sebagai nilai *loss of productivity*. Selanjutnya dapat diketahui nilai *expected productivity* dan *distruption index*. *Expected productivity* adalah produktivitas harapan saat terjadi faktor.

Workhours lost adalah jam kerja yang hilang atau kerugian jam kerja akibat munculnya suatu faktor di lapangan. Peneliti menggunakan *workhours lost* (kerugian jam kerja) seperti pada penelitian Thomas, Riley, dan Savindo (1999) sebagai indikasi pengaruh faktor terhadap keseluruhan proyek.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan membagi menjadi enam sub pekerjaan antara lain: pemasangan perancah, pemasangan bekisting, pembesian balok, pemasangan dan pengaturan beton pracetak, pembesian pelat, pengecoran *topping*.

3.1. Pengumpulan Data

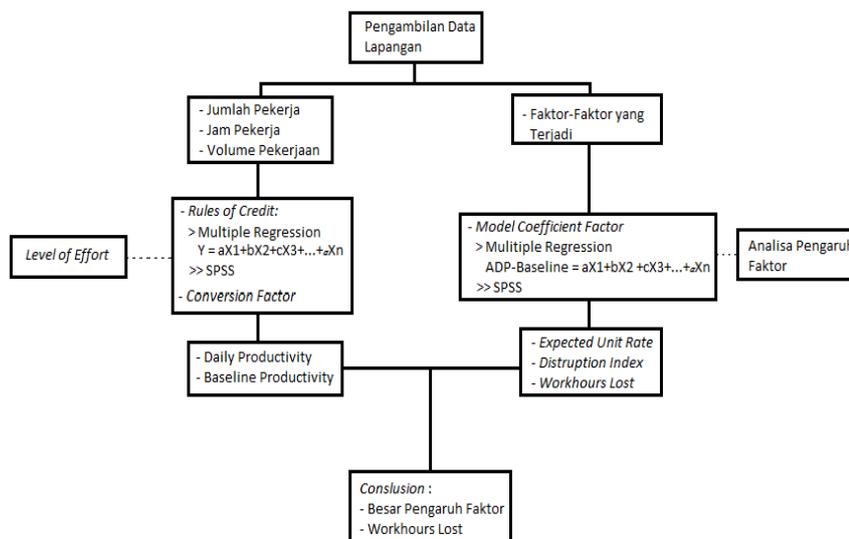
Pada proses pengumpulan data, metode yang digunakan oleh peneliti dalam pengumpulan data adalah dengan menggunakan metode survei langsung di lapangan. Pencatatan data dari survei lapangan tersebut akan dicatat pada suatu formulir pengumpulan data yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Formulir Pengumpulan Data

FORM PENGUMPULAN DATA									
Tanggal	Work hours	Volume Sub Pekerjaan						Faktor-faktor	
		Pemasangan perancah	Pemasangan bekisting	Pembesian balok	Pemasangan dan pengaturan beton pracetak	Pembesian pelat	Pengecoran <i>topping</i>		
		m2	m2	kg	m2	kg	m3		

3.2. Pengolahan Data

Proses pengolahan data akan dilaksanakan sesuai dengan urutan seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Diagram Pengolahan Data

4. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengambilan Data Volume Di Lapangan

Dalam melakukan hal ini, peneliti terjun langsung ke lapangan dan mencatat data-data volume-volume yang diperlukan untuk mengukur hasil pekerjaan pelat lantai dan balok setiap harinya. **Tabel 2** merupakan ringkasan dari pengumpulan data volume aktual pekerjaan yang telah diambil oleh peneliti.

Tabel 2. Data Volume Aktual Berdasarkan Pengamatan Lapangan

No.	Tanggal	Work hours	Volume Sub Pekerjaan					
			Pemasangan perancah	Pemasangan bekisting	Pembesian balok	Pemasangan & pengaturan beton pracetak	Pembesian pelat	Pengecoran topping
			MH	m ²	m ²	kg	m ²	kg
1	18-Sep-17	8	0,000	4,680	0,000	0,000	0,000	0,000
2	19-Sep-17	72	0,000	21,680	99,737	0,000	608,292	0,000
...
55	23-Nov-17	247	76,278	110,993	880,807	109,101	549,830	18,395
56	24-Nov-17	228	28,845	0,000	929,712	0,000	0,000	0,000
TOTAL		10.565	2.703,588	3.379,538	86.390,514	1.836,450	21.665,264	497,430

4.2. Pengolahan Data Produktivitas Dengan Metode *Level of Effort*

4.2.1. Perhitungan *Model Coefficient*

Peneliti menggunakan program statistik IBM® SPSS® untuk pengolahan data metode *half-slab* tersebut, yaitu dengan menggunakan *analysis multiple regression* peneliti mengolah data yang telah dikumpulkan selama 56 hari kerja. Dimana *total workhours* merupakan variabel terikat dan volume dari setiap sub pekerjaan menjadi variabel bebasnya. Hasil pengolahannya seperti yang terlihat pada Persamaan dibawah ini.

$$Total\ Workhours = 0,505X_1 + 1,099X_2 + 0,021X_3 + 0,191X_4 + 0,068X_5 + 2,101X_6$$

Setelah didapatkan model persamaan *total workhours* pada Persamaan tersebut, koefisien-koefisien tersebut akan digunakan sebagai *model coefficient* masing-masing sub pekerjaan untuk perhitungan selanjutnya.

4.2.2. Perhitungan *Rules of Credit*

Setelah mendapatkan *model coefficient* dari *analysis multiple regression*, hasil koefisien tersebut digunakan untuk menghitung *rules of credit*. Hasil perhitungan *rules of credit* dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perhitungan *Rules of Credit* dan *Conversion Factor*

Sub Pekerjaan	<i>Model Coefficient</i>	<i>Actual Quantity</i>	<i>Estimated Workhours</i>	<i>Rules of Credit</i>	<i>Conversion Factor</i>
Pemasangan perancah	0,505	2.703,588	1.365,312	0,13985	3,892
Pemasangan bekisting	1,099	3.379,538	3.714,113	0,38044	10,589
Pembesian balok	0,021	86.390,514	1.814,201	0,18583	5,172
Pemasangan & pengaturan beton pracetak	0,191	1.836,450	350,762	0,03593	1,000
Pembesian pelat	0,068	21.665,264	1.473,238	0,15090	4,200
Pengecoran topping	2,101	497,430	1.045,101	0,10705	2,980
TOTAL			9.762,726	1,00000	-

Nilai-nilai *rules of credit* didapatkan dengan cara membagi *estimated workhours* masing-masing sub pekerjaan dengan dilihat *total estimated workhours*. Pada **Tabel 3**, *conversion factor* ini menunjukkan nilai konversi yang mengkonversi satuan dari setiap sub pekerjaan yang ada menjadi satuan yang sebanding. Pekerjaan pemasangan dan pengaturan beton pracetak merupakan acuan sub pekerjaan yang dipilih oleh peneliti, sehingga semua volume sub pekerjaan setelah dikalikan dengan nilai *conversion*

factor akan menjadi satuan m² sesuai dengan satuan pemasangan & pengaturan beton pracetak. Untuk mendapat nilai *conversion factor* dapat dihitung dengan cara membagi *rules of credit* masing-masing sub pekerjaan dengan *rules of credit* sub pekerjaan pemasangan & pengaturan beton pracetak sebagai standar atau acuan.

4.2.3. Perhitungan Daily Productivity

Pada **Tabel 4** yang menunjukkan hasil *daily productivity*, setiap volume dari setiap sub pekerjaan telah dikalikan dengan *rules of credit* dan *conversion factor*, sehingga satuan volume setiap sub pekerjaan telah menjadi sebanding. Untuk menghitung *daily productivity*, *total output* pada **Tabel 4** akan dibagi dengan *work hours* pada setiap harinya sehingga nilai *daily productivity* menggunakan satuan m²/MH.

Tabel 4. Perhitungan Daily Productivity

No.	Tanggal	Work hours	Volume Sub Pekerjaan						Total Output	Daily productivity	
			Pemasangan perancah	Pemasangan bekisting	Pembesian balok	Pemasangan & pengaturan beton pracetak	Pembesian pelat	Pengecoran topping			
			0,140	0,380	0,186	0,036	0,151	0,107			<i>RULES OF CREDIT</i>
			3,892	10,589	5,172	1,000	4,200	2,980			<i>CONV. FACTOR</i>
		MH	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ² /MH		
1	18-Sep-17	8	0,000	18,853	0,000	0,000	0,000	0,000	18,853	2,357	
2	19-Sep-17	72	0,000	87,335	95,861	0,000	385,544	0,000	568,740	7,899	
...	
55	23-Nov-17	247	41,522	447,116	846,580	3,920	348,490	5,867	1.693,495	6,856	
56	24-Nov-17	228	15,702	0,000	893,585	0,000	0,000	0,000	909,287	3,988	
TOTAL		10.565	1.471,705	13.613,948	83.033,487	65,981	13.731,763	158,659	RATA-RATA	10,524	

4.2.4. Perhitungan Baseline Productivity

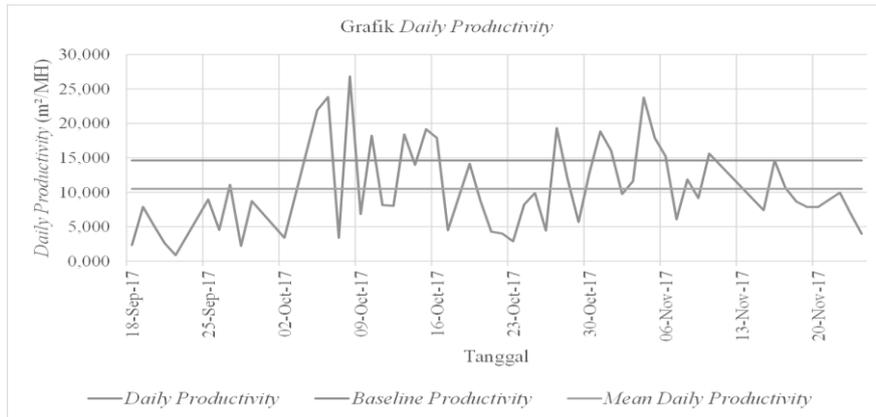
Data yang terkumpul selama penelitian berjumlah 56 data, sehingga *baseline subset* didapat dari 10% total data tersebut yang nilainya berjumlah 5,6 data kemudian dibulatkan menjadi 7 data. Dari 7 data yang memiliki *total output* tertinggi. Kemudian nilai *daily productivity* diambil dari median ketujuh data tersebut sebagai *baseline productivity*. **Tabel 5** menunjukkan perhitungan *baseline productivity*.

Tabel 5. Perhitungan Baseline Productivity

Tanggal	Total Output	Daily Productivity
05-Oct-17	5259,799	21,916
06-Oct-17	5150,976	23,847
10-Nov-17	5048,902	15,631
16-Nov-17	4902,715	14,635
10-Oct-17	3701,639	18,235
16-Oct-17	3437,395	17,903
08-Nov-17	3422,020	11,882

Keterangan: Warna abu-abu pada tabel menunjukkan *baseline productivity*.

Dari perhitungan *baseline productivity*, pelaksanaan metode *half-slab* pada proyek “X” ini memiliki nilai *baseline productivity* sebesar 14,635 m²/MH. Dari hasil pengolahan data lapangan, rata-rata pekerja melaksanakan metode *half-slab* sebanyak 10,524 m²/MH. Ringkasan dari *baseline productivity*, *daily productivity* rata-rata, dan *daily productivity* setiap harinya dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik Daily Productivity

4.3. Pengambilan Data Faktor yang Terjadi Di Lapangan

Setiap faktor yang terjadi akan dicatat pada formulir yang telah dibuat, karena pelaksanaan metode *half-slab* dikerjakan oleh beberapa pekerja, terdiri dari berbagai macam sub pekerjaan sehingga dalam pencatatan faktor dimungkinkan terjadi lebih dari satu faktor dalam satu hari. Hasil pencatatan faktor dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Setelah dilakukan pengamatan di lapangan, terdapat lima faktor yang menyebabkan keterlambatan pada pelaksanaan metode *half-slab* di proyek “X” ini, faktor-faktor tersebut antara lain lingkungan, keterlambatan material, pekerja, gangguan lapangan, cuaca.

Tabel 6. Data Faktor yang Terjadi di Lapangan Selama Pengamatan

Form Pengumpulan Faktor						
Tanggal	Lingkungan	Keterlambatan Material	Pekerja	Gangguan Lapangan	Cuaca	Baseline - Daily Productivity
18-Sep	0	1	1	0	0	12,278
19-Sep	0	1	0	1	0	6,736
20-Sep	0	1	0	0	0	9,434

4.3.1. Pengolahan Data Faktor yang Terjadi

Dengan menggunakan perhitungan *analysis multiple regression*, peneliti dapat mengetahui seberapa besar pengaruh dari faktor-faktor yang terjadi pada pelaksanaan metode *half-slab* dengan varabel bebas berupa nilai dari faktor-faktor, yaitu lingkungan (X_1), keterlambatan material (X_2), pekerja (X_3), gangguan lapangan (X_4), cuaca (X_5). Sedangkan yang merupakan variabel terikat ialah selisih dari *baseline productivity* dengan nilai *daily productivity*.

Tabel 7 ini menunjukkan selisih antara *baseline productivity* dan *daily productivity* yang merupakan variabel terikat, dan pencatatan faktor pada **Tabel 7** sebagai variabel bebas. Dengan menggunakan program statistik IBM® SPSS® didapatkan persamaan seperti berikut.

$$\text{Baseline Productivity-Daily Productivity} = 1,414X_1 + 2,410X_2 + 7,314X_3 + 0,876X_4 + 1,287X_5$$

Tabel 7. Selisih Baseline Productivity dan Daily Productivity

Tanggal	Baseline Productivity	Daily Productivity	Baseline - Daily Productivity
18-Sep	14,635	2,357	12,278
19-Sep	14,635	7,899	6,736
20-Sep	14,635	5,201	9,434
21-Sep	14,635	2,637	11,998

Semakin besar selisih *baseline productivity* dan *daily productivity*, maka semakin kurang efektif pekerjaan di lapangan karena faktor-faktor yang terjadi.

4.3.2. Perhitungan *Disruption Index*

Pengolahan data selanjutnya dengan menghitung *workhours efficiency* atau *disruption index*. *Disruption index* sendiri menunjukkan nilai produktivitas jam kerja yang berkurang akibat masing-masing faktor. **Tabel 8** menunjukkan contoh perhitungan hingga mendapatkan *disruption index*.

Tabel 8. Perhitungan Indeks Gangguan (*Disruption Index*)

Faktor	<i>Model Coefficient</i>	<i>Expected Unit Rate</i>	<i>Disruption Index</i>	<i>Productivity Lost Percentage</i>
	(m ² /MH)	(m ² /MH)	(efficient)	%
<i>Baseline (No Disruption)</i>	-	14,635	1,000	-
Lingkungan	1,414	13,221	0,903	9,660
Keterlambatan Material	2,410	12,225	0,835	16,464
Pekerja	7,314	7,320	0,500	49,979
Gangguan Lapangan	0,876	13,759	0,940	5,986
Cuaca	1,287	13,348	0,912	8,796

Nilai *disruption index* didapatkan dengan membagi *expected unit rate* dan *baseline productivity*. Nilai *disruption index* tersebut menunjukkan apabila faktor tersebut terjadi di lapangan, maka produktivitas pekerjaan akan menjadi sesuai nilai *disruption index*; sedangkan apabila tidak terjadi di lapangan atau pada *baseline productivity*, maka nilai tersebut akan mencapai 100%.

4.3.3. Perhitungan *Workhours Lost* (Kerugian Jam Kerja)

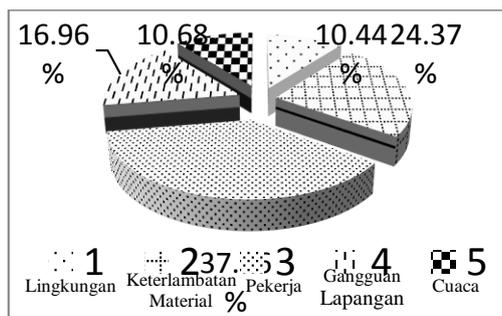
Setelah mengetahui nilai *disruption index* maka akan diketahui kerugian jam kerja yang diakibatkan oleh faktor penghambat tersebut. **Tabel 9** menunjukkan jumlah jam kerja yang hilang akibat faktor-faktor yang terjadi.

Setelah menentukan nilai-nilai dari *loss productivity*, nilai tersebut akan dikonversi menjadi *workhours lost*. *Loss productivity* dengan faktor-faktornya dengan satuan m²/MH akan dikonversi menjadi jam kerja yang hilang, dengan cara mengetahui rasio antara *loss productivity* setiap faktor dengan *baseline* dan dikalikan dengan *total workhours* sehingga mendapatkan jam kerja yang hilang.

Tabel 9. *Workhours Lost*

Hari ke-	Tanggal	Work hours MH	<i>Loss of Productivity</i>					<i>Workhours lost due to</i>				
			Lingkungan	Keterlambatan Material	Pekerja	Gangguan Lapangan	Cuaca	Lingkungan	Keterlambatan Material	Pekerja	Gangguan Lapangan	Cuaca
			(m ² /MH)	(m ² /MH)	(m ² /MH)	(m ² /MH)	(m ² /MH)	MH	MH	MH	MH	MH
1	18-Sep	8	0,000	2,410	7,314	0,000	0,000	0,000	1,317	3,998	0,000	0,000
2	19-Sep	72	0,000	2,410	0,000	0,876	0,000	0,000	11,854	0,000	4,310	0,000
...
55	23-Nov	247	0,000	0,000	0,000	0,000	1,287	0,000	0,000	0,000	0,000	21,725
56	24-Nov	228	0,000	0,000	7,314	0,000	1,287	0,000	0,000	113,953	0,000	20,054
<i>Workhours Lost (MH)</i>								220,826	515,656	794,674	358,797	225,872
Total (MH)								2115,825				
Persentase (%)								10,44	24,37	37,56	16,96	10,68

Dari data tersebut faktor pekerja menimbulkan *workhours lost* paling tinggi dengan nilai sebesar 794,674 MH (37,56%). Hal ini dikarenakan faktor pekerja memiliki nilai *productivity lost percentage* sebesar 49,979%. Sedangkan total *workhours lost* keseluruhan sebesar 2115,825 MH dan persentase dari setiap faktor dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Diagram Lingkaran yang Menunjukkan Distribusi Pengaruh Faktor-Faktor

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengamatan lapangan selama 56 hari, dan pengolahan data tersebut dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang terjadi di lapangan sangat memengaruhi produktivitas pelaksanaan metode *half-slab* selama proses pembangunan pada proyek “X” ini. Dari perhitungan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Nilai rata-rata *daily productivity* berdasarkan data pengamatan pada pekerjaan pelat adalah sebesar 10,524 m²/MH, sedangkan *baseline productivity* adalah sebesar 14,635 m²/MH. Nilai itu menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas yang dicapai secara praktik di proyek “X” masih kurang dari produktivitas ideal karena adanya faktor-faktor yang memengaruhi pelaksanaan metode *half-slab*.
- Dari lima faktor yang terjadi di lapangan, faktor pekerja merupakan faktor yang paling memengaruhi produktivitas dan juga faktor yang menyebabkan *workhours lost* paling tinggi dalam pelaksanaan metode *half-slab* pada proyek “X”. Didapatkan dari perhitungan *disruption index* bahwa faktor pekerja menyebabkan *productivity lost percentage* sebesar 49,979%. Faktor pekerja ini menyebabkan *workhours lost* sebesar 794,674 MH (37,56%). Sedangkan *total workhours lost* pada pelaksanaan metode *half-slab* pada proyek “X” ini sebesar 2115,825 MH.

6. DAFTAR REFERENSI

- Oglesby, C.H., Parker, H.W., and Howell, G.A. (1989). *Productivity Improvement in Construction*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Thomas, H.R. (2000). *Principles of Construction Labor Productivity Measurement and Processing: Final Report*, Pennsylvania Transportation Institute Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Thomas, H.R., Riley, D.R., and Savindo, V.E. (1999). “Loss of Labor Productivity Due to Delivery Methods and Weather.” *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(1), 39-46.
- Thomas, H.R., and Savindo, V.E. (2000). “Role of The Fabricator in Labor Productivity.” *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5), 358-365.
- Wijaya, M.H. (2011). *Evaluasi Kinerja Half-Slab Akibat Pembebanan Gravitasi dan Gempa Bumi*. Skripsi, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia Depok.
- Wijaya, Y.A., and Nugroho, A. (2012). *Studi Kasus Pengukuran Produktivitas dan Pengaruh Faktor-faktor pada Pekerjaan Plafon*. Skripsi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra Surabaya.