

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Data Teknik

Dalam pembangunan Pabrik Pakan Ternak KAN Jabung memiliki cukup banyak aktivitas yang dikerjakan dalam waktu bersamaan. Hal ini dikarenakan Pabrik Pakan Ternak KAN Jabung berupa kompleks bangunan dengan masing-masing bangunan hanya memiliki satu lantai. Berikut data teknik pembangunan Pabrik Pakan Ternak KAN Jabung, Malang :

- a. Nama Proyek : Pembangunan Pabrik Pakan Ternak KAN Jabung, Malang
- b. Satuan Kerja : Koperasi Agro Niaga Jabung
- c. Lokasi : Jl. Raya Sukolilo, Jabung
- d. Konsultan Pengawas : Laboratorium Manajemen Konstruksi FTUB.
- e. Kontraktor Pelaksana : PT. Prambanan Dwipaka
- f. Konsultan Perencana : Laboratorium Manajemen Konstruksi FTUB.
- g. Tanggal dimulai Pekerjaan : 11 Maret 2016
- h. Jangka Waktu Pelaksanaan : 330 Hari Kalender
- i. Tanggal Akhir Pelaksanaan : 3 Februari 2017
- j. Tanggal Penyerahan ke 1 : 3 Februari 2017
- k. Jangka waktu Pemeliharaan : 60 Hari Kalender
- l. Tanggal Penyerahan ke 2 : 3 Agustus 2012

Dalam pelaksanaan proyek Pabrik Pakan Ternak KAN Jabung, Malang terjadi *re-schedule* atau penjadwalan kembali. Hal tersebut dikarenakan terjadinya keterlambatan akibat adanya *re-design*. Penjadwalan kembali dimulai dari tanggal 22 Juli 2016. Pada penelitian ini penjadwalan yang digunakan merupakan gabungan antara *schedule* lama dan *re-schedule* yang ada. *Schedule* lama digunakan mulai dari awal pengerjaan hingga sebelum libur lebaran. Sedangkan *re-schedule* digunakan mulai dari tanggal 22 Juli 2016 atau setelah lebaran.

Selain itu, dalam pelaksanaan proyek tidak semua aktivitas dilakukan oleh kontraktor pelaksana. Beberapa aktivitas pekerjaan dilaksanakan oleh sub-kontraktor sehingga aktivitas yang dilaksanakan oleh sub-kontraktor tidak akan dipertimbangkan jumlah sumber daya yang digunakan. Dengan kata lain pada penelitian ini hanya akan menganalisis sumber daya dari kontraktor pelaksana.

Berdasarkan pengamatan data pengalokasian sumberdaya manusia, dapat dilihat dari diagram batang tingkat fluktuasi sumber daya manusia yang ada cukup tinggi. Hal tersebut dapat diatasi dengan cara pemerataan sumberdaya. Untuk penelitaian ini sumber daya yang akan *dileveling* adalah tukang batu dan pekerja. Pada metode *Modified Minimum Momen* tidak semua aktivitas dapat dilakukan *leveling*, hanya aktivitas non-kritis dan aktivitas yang memiliki nilai *resource* dan *free float* saja yang dapat dilakukan *leveling*. Aktivitas yang tidak memiliki nilai *resource* akan tetapi memiliki *free float* dapat digeser sejauh nilai *free float* yang dimiliki.

Dalam metode ini waktu geser yang digunakan adalah *free float*. Dengan menggunakan *free float* maka tidak akan terjadi penambahan maupun pengurangan jumlah durasi total proyek. Selain itu, juga tidak akan berpengaruh dengan hubungan kerja antara aktivitas satu dengan yang lainnya.

4.2. Penentuan Kebutuhan Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari hasil wawancara dan perhitungan. Dari wawancara terhadap kontraktor pelaksana didapatkan kebutuhan tenaga kerja dan produktivitas kelompok tenaga kerja perhari. Sedangkan total kebutuhan tenaga kerja untuk setiap aktivitas perharinya didapatkan dari perhitungan analisa dari data bobot aktivitas tiap minggu yang ada pada *schedule* rencana (kurva S). Kurva S dan *schedule* selanjutnya dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Berikut langkah perhitungan penentuan total kebutuhan tiap aktivitas:

1. Untuk mendapatkan volume mingguan dari suatu aktivitas dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$Volume_{mingguan} = \frac{Bobot Aktifitas Perminggu \times Volume Pekerjaan}{Bobot Total Aktifitas}$$

2. Setelah didapatkan volume mingguan, dapat dicari volume per hari dari aktivitas tersebut, berikut cara mencari volume per hari dari suatu aktivitas:

$$Volume_{harian} = \frac{Volume Mingguan}{Total Hari Kerja Dalam 1 Minggu}$$

3. Dengan adanya volume per hari jumlah tenaga kerja dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Kelompok Pekerja}_{\text{hitung}} = \frac{\text{Volume Harian}}{\text{Produktivitas Kel. Pekerja/hari}}$$

4. Jumlah tenaga kerja yang didapat sebelumnya merupakan jumlah tenaga kerja berdasarkan hitungan dengan volume pekerjaan dari hasil wawancara, sehingga untuk mendapatkan angka jumlah tenaga kerja total yang dibutuhkan harus dikalikan dengan jumlah pekerja hasil wawancara terlebih dahulu.

$$\text{Jumlah Pekerja} = \text{Jumlah Kelompok Pekerja}_{\text{Hitungan}} \times \text{Jumlah Pekerja}_{\text{wawancara}}$$

Contoh perhitungan kebutuhan tenaga kerja untuk aktivitas Granit Tile Meja

Wastafel adalah sebagai berikut :

Dari hasil wawancara didapat:

Tukang Batu	: 1 Orang
Pekerja	: 2 Orang
Volume pekerja	: 7 m ²

Dari data Kurva S didapat:

Volume pekerjaan	: 3,54 m ²
Bobot pekerjaan	: 0.0062
Volume perminggu	: 0.003

Sehingga,

$$\text{Volume}_{\text{mingguan}} = \frac{0.003 \times 3.54}{0.0062} = 1.7196$$

$$\text{Volume}_{\text{harian}} = \frac{1.7196}{6} = 0.2866$$

$$\text{Jumlah Pekerja}_{\text{hitung}} = \frac{0.2866}{7} = 0.0409$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 0.0409 \times 2 = 0.0819 = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Jumlah T. Batu} = 0.0409 \times 1 = 0.0409 = 1 \text{ orang}$$

Perhitungan kebutuhan tenaga kerja selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

4.3. Jaringan Kerja

Jaringan kerja dibuat dengan menggunakan bantuan *software Ms. Project 2007*.

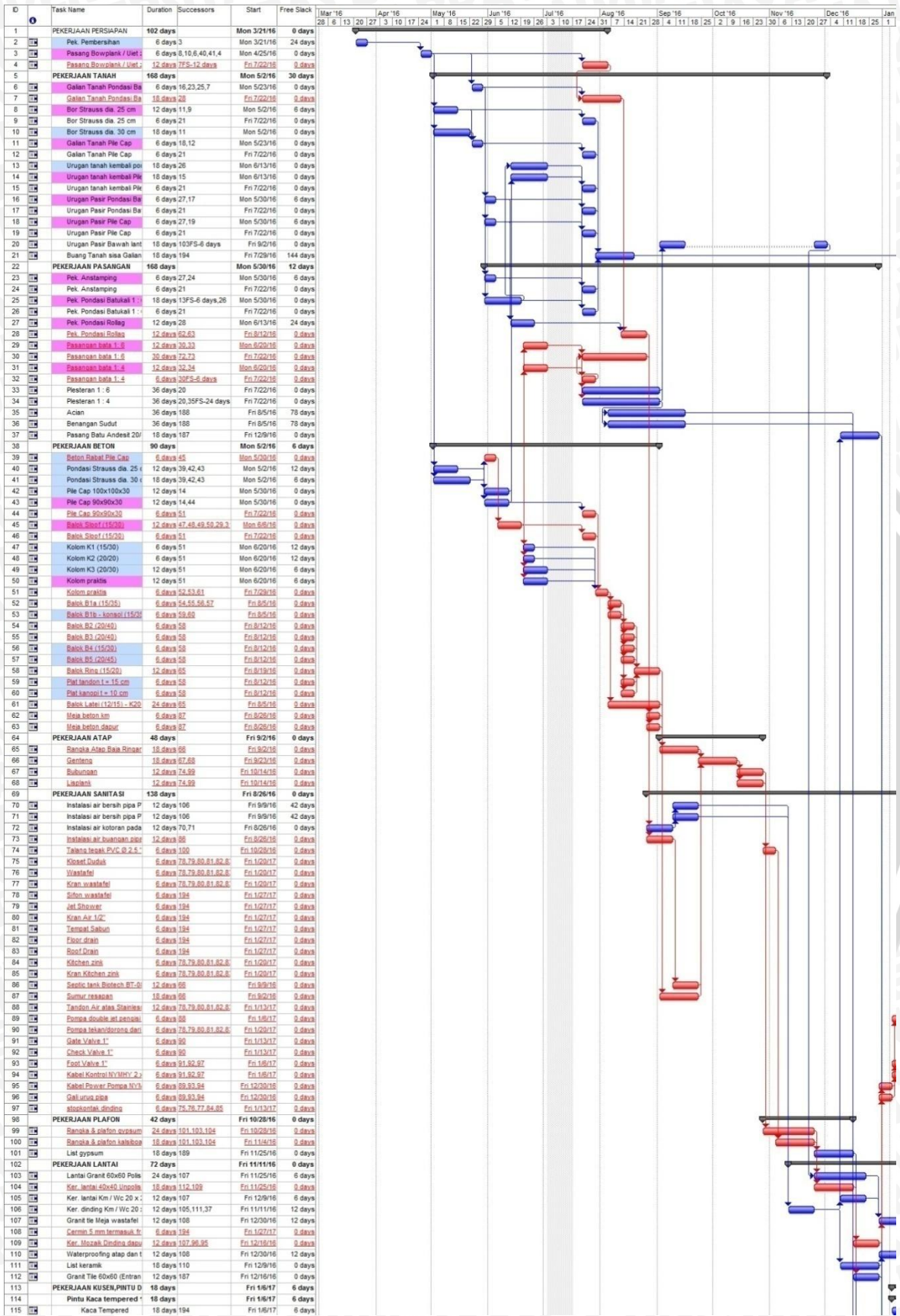
Data-data yang diperlukan untuk membuat jaringan kerja ini antara lain:

1. Data aktivitas kegiatan,
2. Durasi aktivitas,
3. Tanggal mulai dan berakhirnya suatu aktivitas.

Ketiga data diatas didapatkan dari *schedule* rencana atau kurva S yang dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Hubungan antar aktivitas pada jaringan kerja dibuat sedemikian rupa sehingga tidak merubah tanggal mulai dan berakhirnya aktivitas sesuai dengan *schedule* yang telah direncanakan sebelumnya.

Setelah jaringan kerja terbentuk seperti pada **gambar 4.1**, dapat ditentukan lintasan kritis dan non kritis yang ada. Dari lintasan kritis dan non kritis tersebut dapat dilihat aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan *leveling* nanti. Selain itu, dapat juga dilihat nilai dari FF (*free float*) dari aktivitas-aktivitas tersebut yang nantinya akan mempengaruhi besarnya pergeseran aktivitas yang dapat dilakukan.





(a)



ID	Task Name	Duration	Successors	Start	Free Slack	Mar '16	Apr '16	May '16	Jun '16	Jul '16	Aug '16	Sep '16	Oct '16	Nov '16	Dec '16	Jan																																									
						28	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18
112	Salva Temporeru	10 days 194		Fri 1/6/17	0 days																																																				
116	Patch Fiting Pintu Ki	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
117	Handle Kaca Tempe	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
118	Kunci Kaca Tempen	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
119	Pintu P2 (2 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
120	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
121	Pintu Rangka Kaca	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
122	Engsel Pintu	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
123	Handle Pintu Kupu T	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
124	Grendel Tanam Baw	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
125	Kunci Pintu Kupu Ta	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
126	Pintu P3 (11 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
127	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
128	Pintu Rangka Kaca	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
129	Engsel Pintu	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
130	Handle Pintu	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
131	Kunci Rangka Pintu A	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
132	Pintu P4 (2 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
133	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
134	Kusen Pintu Alumum	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
135	Engsel Pintu	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
136	Handle Pintu	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
137	Kunci Pintu	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
138	Pintu P5 (1 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
139	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
140	Pintu Kayu Coklat Ge	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
141	Engsel Pintu	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
142	Handle Pintu	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
143	Kunci Rangka Pintu A	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
144	Kusen J1 (6 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
145	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
146	Jendela Kaca Rangk	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
147	Engsel Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
148	Pengunci Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
149	Kat Angin	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
150	Kusen J2 (6 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
151	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
152	Jendela Kaca Rangk	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
153	Engsel Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
154	Pengunci Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
155	Kat Angin	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
156	Kusen J3 (4 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
157	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
158	Kaca Bening	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
159	Kusen J4 (4 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
160	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
161	Kaca Bening	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
162	Kusen J5 (2 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
163	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
164	Kaca Bening	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
165	Jendela Kaca Rangk	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
166	Engsel Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
167	Pengunci Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
168	Kat Angin	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
169	Kusen J6 (1 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
170	- Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
171	- Kaca Bening	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
172	- Engsel Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
173	- Pengunci Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
174	Kusen BV1 (2 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
175	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
176	Jendela Kaca BV Rr	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
177	Engsel Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
178	Pengunci Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
179	Kat Angin	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
180	Kusen BV2 (3 Unit)	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
181	Kusen Alumunium	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
182	Jendela Kaca BV Rr	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
183	Engsel Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
184	Pengunci Jendela	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
185	Kat Angin	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
186	PEKERJAAN PENGECATAN	36 days		Fri 12/16/16	6 days																																																				
187	Cat tembok eksterior	24 days 194		Fri 12/30/16	6 days																																																				
188	Cat tembok interior	30 days 191		Fri 12/16/16	0 days																																																				
189	Cat Plafon	18 days 190,185,184,183,		Fri 12/16/16	0 days																																																				
190	Sendang Pintu kayu	12 days 191		Fri 1/6/17	0 days																																																				
191	Coating balu alam	6 days 194		Fri 1/20/17	6 days																																																				
192	PEKERJAAN LAIN-LAIN	24 days		Fri 1/6/17	0 days																																																				
193	Kas-kas hollow	18 days 194		Fri 1/6/17	6 days																																																				
194	END	0 days		Thu 2/2/17	0 days																																																				

(b)

Gambar 4.1 (a) Jaringan Kerja Sebelum *Levelling* bagian 1 (b) Jaringan Kerja Sebelum *Levelling* bagian 2



4.3.1. Lintasan Kritis

Tabel 4.1 Hasil Lintasan Kritis

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Pasang Bowplank / Uiet zet	12 days	7/22/2016	0 days
Galian Tanah Pondasi Batu kali	18 days	7/22/2016	0 days
Pek. Pondasi Rollag	12 days	8/12/2016	0 days
Pasangan bata 1: 6	12 days	6/20/2016	0 days
Pasangan bata 1: 6	30 days	7/22/2016	0 days
Pasangan bata 1: 4	12 days	6/20/2016	0 days
Pasangan bata 1: 4	6 days	7/22/2016	0 days
Beton Rabat Pile Cap	6 days	5/30/2016	0 days
Pile Cap 90x90x30	6 days	7/22/2016	0 days
Balok Sloof (15/30)	12 days	6/6/2016	0 days
Balok Sloof (15/30)	6 days	7/22/2016	0 days
Kolom praktis	6 days	7/29/2016	0 days
Balok B1a (15/35)	6 days	8/5/2016	0 days
Balok B1b - konsol (15/35)	6 days	8/5/2016	0 days
Balok B2 (20/40)	6 days	8/12/2016	0 days
Balok B3 (20/40)	6 days	8/12/2016	0 days
Balok B4 (15/30)	6 days	8/12/2016	0 days
Balok B5 (20/45)	6 days	8/12/2016	0 days
Balok Ring (15/20)	12 days	8/19/2016	0 days
Plat tandon t = 15 cm	6 days	8/12/2016	0 days
Plat kanopi t = 10 cm	6 days	8/12/2016	0 days
Balok Latei (12/15) - K200	24 days	8/5/2016	0 days
Meja beton km	6 days	8/26/2016	0 days
Meja beton dapur	6 days	8/26/2016	0 days
Rangka Atap Baja Ringan	18 days	9/2/2016	0 days
Genteng	18 days	9/23/2016	0 days
Bubungan	12 days	10/14/2016	0 days
Lisplank	12 days	10/14/2016	0 days
Instalasi air buangan pipa PVC Ø 2.5 " AW	12 days	8/26/2016	0 days

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Talang tegak PVC Ø 2.5 " AW	6 days	10/28/2016	0 days
Kloset Duduk	6 days	1/20/2017	0 days
Wastafel	6 days	1/20/2017	0 days
Kran wastafel	6 days	1/20/2017	0 days
Sifon wastafel	6 days	1/27/2017	0 days
Jet Shower	6 days	1/27/2017	0 days
Kran Air 1/2"	6 days	1/27/2017	0 days
Tempat Sabun	6 days	1/27/2017	0 days
Floor drain	6 days	1/27/2017	0 days
Roof Drain	6 days	1/27/2017	0 days
Kitchen zink	6 days	1/20/2017	0 days
Kran Kitchen zink	6 days	1/20/2017	0 days
Septic tank Biotech BT-08	12 days	9/9/2016	0 days
Sumur resapan	18 days	9/2/2016	0 days
Tandon Air atas Stainless Steel Kap. 1500 Lt.	12 days	1/13/2017	0 days
Pompa double jet pengisi tandon atas	6 days	1/6/2017	0 days
Pompa tekan/dorong dari tandon atas	6 days	1/20/2017	0 days
Gate Valve 1"	6 days	1/13/2017	0 days
Check Valve 1"	6 days	1/13/2017	0 days
Foot Valve 1"	6 days	1/6/2017	0 days
Kabel Kontrol NYMHY 2 x 1,5 mm	6 days	1/6/2017	0 days
Kabel Power Pompa NYM 3 x 2,5 mm	6 days	12/30/2016	0 days
Gali urug pipa	6 days	12/30/2016	0 days
stopkontak dinding	6 days	1/13/2017	0 days
Rangka & plafon gypsum rangka metal furing	24 days	10/28/2016	0 days
Rangka & plafon kalsiboard rangka metal furing	18 days	11/4/2016	0 days
Ker. lantai 40x40 Unpolished	18 days	11/25/2016	0 days
Cermin 5 mm termasuk frame	6 days	1/27/2017	0 days
Ker. Mozaik Dinding dapur	12 days	12/16/2016	0 days

Dalam **tabel 4.1** dapat dilihat aktifitas yang termasuk dalam lintasan kritis. Aktifitas-aktifitas tersebut tidak memiliki nilai *free float* sehingga tidak akan dilakukan *leveling*, akan tetapi nilai *resource* yang dimiliki akan tetap diperhitungkan.

4.3.2. Lintasan Non Kritis

Tabel 4.2 Hasil Lintasan Non Kritis

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Pek. Pembersihan	6 days	3/21/2016	24 days
Pasang Bowplank / Uiet zet	6 days	4/25/2016	0 days
Galian Tanah Pondasi Batu kali	6 days	5/23/2016	0 days
Bor Strauss dia. 25 cm	12 days	5/2/2016	6 days
Bor Strauss dia. 25 cm	6 days	7/22/2016	0 days
Bor Strauss dia. 30 cm	18 days	5/2/2016	0 days
Galian Tanah Pile Cap	6 days	5/23/2016	0 days
Galian Tanah Pile Cap	6 days	7/22/2016	0 days
Urugan tanah kembali Pile Cap	18 days	6/13/2016	0 days
Urugan tanah kembali Pile Cap	6 days	7/22/2016	0 days
Urugan Pasir Pondasi Batu kali	6 days	5/30/2016	6 days
Urugan Pasir Pondasi Batu kali	6 days	7/22/2016	0 days
Urugan Pasir Pile Cap	6 days	5/30/2016	6 days
Urugan Pasir Pile Cap	6 days	7/22/2016	0 days
Urugan Pasir Bawah lantai	18 days	9/2/2016	0 days
Buang Tanah sisa Galian	18 days	7/29/2016	144 days
Pek. Anstamping	6 days	5/30/2016	6 days
Pek. Anstamping	6 days	7/22/2016	0 days
Pek. Pondasi Batukali 1 : 6	18 days	5/30/2016	0 days
Pek. Pondasi Batukali 1 : 6	6 days	7/22/2016	0 days
Pek. Pondasi Rollag	12 days	6/13/2016	24 days
Plesteran 1 : 6	36 days	7/22/2016	0 days
Plesteran 1 : 4	36 days	7/22/2016	0 days
Acian	36 days	8/5/2016	78 days
Benangan Sudut	36 days	8/5/2016	78 days
Pasang Batu Andesit 20/40	18 days	12/9/2016	0 days

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Pondasi Strauss dia. 25 cm	12 days	5/2/2016	12 days
Pondasi Strauss dia. 30 cm	18 days	5/2/2016	6 days
Pile Cap 100x100x30	12 days	5/30/2016	0 days
Pile Cap 90x90x30	12 days	5/30/2016	0 days
Kolom K1 (15/30)	6 days	6/20/2016	12 days
Kolom K2 (20/20)	6 days	6/20/2016	12 days
Kolom K3 (20/30)	12 days	6/20/2016	6 days
Kolom praktis	12 days	6/20/2016	6 days
Instalasi air bersih pipa PVC Ø 1 " AW	12 days	9/9/2016	42 days
Instalasi air bersih pipa PVC Ø 1/2 " AW	12 days	9/9/2016	42 days
Instalasi air kotoran padat pipa PVC Ø 4 " D	12 days	8/26/2016	0 days
List gypsum	18 days	11/25/2016	0 days
Lantai Granit 60x60 Polished	24 days	11/25/2016	6 days
Ker. lantai Km / Wc 20 x 20 Unpolished	12 days	12/9/2016	6 days
Ker. dinding Km / Wc 20 x 40	12 days	11/11/2016	12 days
Granit tle Meja wastafel	12 days	12/30/2016	12 days
Waterproofing atap dan tandon	12 days	12/30/2016	12 days
List keramik	18 days	12/9/2016	0 days
Granit Tile 60x60 (Entrance)	12 days	12/16/2016	0 days
Kaca Tempered	18 days	1/6/2017	6 days
Patch Fitting Pintu Kaca Tempered	18 days	1/6/2017	6 days
Handle Kaca Tempered	18 days	1/6/2017	6 days
Kunci Kaca Tempered	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Pintu Rangka Kaca Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Handle Pintu Kupu Tarung	18 days	1/6/2017	6 days
Grendel Tanam Bawah	18 days	1/6/2017	6 days
Kunci Pintu Kupu Tarung	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Pintu Rangka Kaca Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Engsel Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Handle Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Kunci Rangka Pintu Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Pintu Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Handle Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Kunci Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Pintu Kayu Coklat Gelab Dof	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Handle Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Kunci Rangka Pintu Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Jendela Kaca Rangka Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kait Angin	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Jendela Kaca Rangka Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kait Angin	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kaca Bening	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kaca Bening	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kaca Bening	18 days	1/6/2017	6 days
Jendela Kaca Rangka Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kait Angin	18 days	1/6/2017	6 days
- Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
- Kaca Bening	18 days	1/6/2017	6 days
- Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
- Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Jendela Kaca BV Rangka Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kait Angin	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Jendela Kaca BV Rangka Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kait Angin	18 days	1/6/2017	6 days
Cat tembok eksterior	24 days	12/30/2016	6 days
Cat tembok interior	30 days	12/16/2016	0 days
Cat Plafon	18 days	12/16/2016	0 days
Sending Pintu kayu	12 days	1/6/2017	0 days
Coating batu alam	6 days	1/20/2017	6 days
Kisi-kisi hollow	18 days	1/6/2017	6 days

Pada **tabel 4.2** dapat dilihat aktifitas yang terdapat pada lintasan non kritis. Aktifitas-aktifitas ini yang nanti akan dilakukan *leveling* lebih lanjut.

4.4. Resource Leveling dengan Menggunakan Metode Modified Minimum Momen

Modified Minimum Momen merupakan pengembangan dari metode *Minimum Momen* yang biasa digunakan untuk pemerataan sumber daya manusia pada suatu proyek. Metode ini mengalami modifikasi pada rumus perhitungan nilai *Improvement Factor* (IF) dan penentuan aktivitas yang dapat dilakukan *leveling* terlebih dahulu. Pada metode ini perhitungan nilai IF digunakan untuk menghitung pergeseran pada setiap aktifitas yang

dileveling. Aktifitas tersebut kemudian digeser sesuai hasil perhitungan nilai IF dengan batas pergeseran sebesar nilai *free float* yang dimiliki.

Sebelum melakukan *leveling*, aktivitas-aktivitas yang berada pada lintasan non kritis diurutkan sesuai dengan tanggal dimulainya proyek hingga berakhirnya proyek tersebut. Hal tersebut dilakukan karena terdapat 2 (dua) kali tahapan perhitungan yaitu perhitungan *Forward Cycle* dan perhitungan *Backward Cycle*.

Pada tahapan perhitungan *Forward Cycle* menggunakan *free float* sebagai batas pergeseran dari suatu aktifitas. Proses perhitungan dimulai dari aktifitas paling akhir dilakukan hingga aktifitas yang paling awal. Sedangkan pada tahap *Backward Cycle* menggunakan *back float* yang merupakan nilai pergeseran aktifitas yang sebelumnya telah dihitung pada tahap *Forward Cycle*. Pada tahap ini *leveling* dimulai dari aktifitas paling awal hingga aktifitas paling akhir yang ada pada proyek.

4.4.1. Urutan Pekerjaan

Sebelum dilakukan proses *leveling* lebih lanjut, pada metode *modified minimum momen* seluruh aktivitas yang ada pada lintasan non-kritis diurutkan terlebih dahulu dari aktivitas paling akhir dari keseluruhan aktivitas yang ada. Hal tersebut digunakan untuk menentukan aktivitas yang nantinya harus menjadi prioritas dalam proses perhitungan iterasi dalam menentukan nilai *Improvement Factor* (IF).

Tabel 4.3 Urutan Aktivitas Pekerjaan

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Coating batu alam	6 days	1/20/2017	6 days
Kaca Tempered	18 days	1/6/2017	6 days
Patch Fitting Pintu Kaca Tempered	18 days	1/6/2017	6 days
Handle Kaca Tempered	18 days	1/6/2017	6 days
Kunci Kaca Tempered	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Pintu Rangka Kaca Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Handle Pintu Kupu Tarung	18 days	1/6/2017	6 days
Grendel Tanam Bawah	18 days	1/6/2017	6 days
Kunci Pintu Kupu Tarung	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Pintu Rangka Kaca Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Handle Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Kunci Rngka Pintu Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Pintu Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Handle Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Kunci Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Pintu Kayu Coklat Gelab Dof	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Handle Pintu	18 days	1/6/2017	6 days
Kunci Rngka Pintu Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Jendela Kaca Rangka Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kait Angin	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Jendela Kaca Rangka Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kait Angin	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kaca Bening	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kaca Bening	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Kaca Bening	18 days	1/6/2017	6 days
Jendela Kaca Rangka Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kait Angin	18 days	1/6/2017	6 days
- Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
- Kaca Bening	18 days	1/6/2017	6 days
- Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
- Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Jendela Kaca BV Rangka Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kait Angin	18 days	1/6/2017	6 days
Kusen Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Jendela Kaca BV Rangka Alumunium	18 days	1/6/2017	6 days
Engsel Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Pengunci Jendela	18 days	1/6/2017	6 days
Kait Angin	18 days	1/6/2017	6 days
Sending Pintu kayu	12 days	1/6/2017	0 days
Kisi-kisi hollow	18 days	1/6/2017	6 days
Granit tle Meja wastafel	12 days	12/30/2016	12 days
Waterproofing atap dan tandon	12 days	12/30/2016	12 days
Cat tembok eksterior	24 days	12/30/2016	6 days
Granit Tile 60x60 (Entrance)	12 days	12/16/2016	0 days
Cat tembok interior	30 days	12/16/2016	0 days
Cat Plafon	18 days	12/16/2016	0 days
Ker. lantai Km / Wc 20 x 20 Unpolished	12 days	12/9/2016	6 days
List keramik	18 days	12/9/2016	0 days
Pasang Batu Andesit 20/40	18 days	12/9/2016	0 days
Lantai Granit 60x60 Polished	24 days	11/25/2016	6 days
List gypsum	18 days	11/25/2016	0 days
Ker. dinding Km / Wc 20 x 40	12 days	11/11/2016	12 days

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Instalasi air bersih pipa PVC Ø 1 " AW	12 days	9/9/2016	42 days
Instalasi air bersih pipa PVC Ø 1/2 " AW	12 days	9/9/2016	42 days
Urugan Pasir Bawah lantai	18 days	9/2/2016	0 days
Instalasi air kotoran padat pipa PVC Ø 4 " D	12 days	8/26/2016	0 days
Acian	36 days	8/5/2016	78 days
Benangan Sudut	36 days	8/5/2016	78 days
Buang Tanah sisa Galian	18 days	7/29/2016	144 days
Bor Strauss dia. 25 cm	6 days	7/22/2016	0 days
Galian Tanah Pile Cap	6 days	7/22/2016	0 days
Urugan tanah kembali Pile Cap	6 days	7/22/2016	0 days
Urugan Pasir Pondasi Batu kali	6 days	7/22/2016	0 days
Urugan Pasir Pile Cap	6 days	7/22/2016	0 days
Pek. Anstamping	6 days	7/22/2016	0 days
Pek. Pondasi Batukali 1 : 6	6 days	7/22/2016	0 days
Plesteran 1 : 6	36 days	7/22/2016	0 days
Plesteran 1 : 4	36 days	7/22/2016	0 days
Kolom K1 (15/30)	6 days	6/20/2016	12 days
Kolom K2 (20/20)	6 days	6/20/2016	12 days
Kolom K3 (20/30)	12 days	6/20/2016	6 days
Kolom praktis	12 days	6/20/2016	6 days
Urugan tanah kembali Pile Cap	18 days	6/13/2016	0 days
Pek. Pondasi Rollag	12 days	6/13/2016	24 days
Urugan tanah kembali pondasi batu kali	18 days	6/13/2016	4 days
Pek. Pondasi Batukali 1 : 6	18 days	5/30/2016	0 days
Pile Cap 100x100x30	12 days	5/30/2016	0 days
Urugan Pasir Pondasi Batu kali	6 days	5/30/2016	6 days
Urugan Pasir Pile Cap	6 days	5/30/2016	6 days
Pek. Anstamping	6 days	5/30/2016	6 days
Pile Cap 90x90x30	12 days	5/30/2016	0 days
Galian Tanah Pondasi Batu kali	6 days	5/23/2016	0 days
Galian Tanah Pile Cap	6 days	5/23/2016	0 days

Kegiatan	Durasi	Start	Float
Bor Strauss dia. 25 cm	12 days	5/2/2016	6 days
Bor Strauss dia. 30 cm	18 days	5/2/2016	0 days
Pondasi Strauss dia. 25 cm	12 days	5/2/2016	12 days
Pondasi Strauss dia. 30 cm	18 days	5/2/2016	6 days
Pasang Bowplank / Uiet zet	6 days	4/25/2016	0 days
Pek. Pembersihan	6 days	3/21/2016	24 days

4.4.2. Forward Cycle

Forward Cycle atau perhitungan maju merupakan satu tahapan untuk mencari nilai IF guna menentukan pergeseran yang terjadi pada suatu aktivitas. Pada tahap ini perhitungan dimulai dari aktivitas paling akhir yaitu coating batu alam sampai aktivitas pertama yaitu pembersihan lahan.

Seperti yang telah dijelaskan pada Bab II sebelumnya, perhitungan nilai IF dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IF(\text{activity } J, S) = \sum w - \sum x - mR$$

Dimana :

- IF = nilai pergeseran durasi
 Activity = aktifitas yang akan digeser
 $\sum w$ = jumlah sumberdaya pada awal durasi
 $\sum x$ = jumlah sumberdaya pada akhir durasi setelah penambahan pergeseran
 m = durasi pergeseran yang mungkin dilakukan
 R = nilai sumberdaya

Berikut langkah-langkah perhitungan *forward cycle*:

1. Aktivitas pada urutan prioritas pertama dibandingkan dengan cara menghitung nilai $R \times S$ dimana R merupakan nilai sumber daya dan S adalah nilai *free float* dari aktivitas tersebut. Untuk *multiple resource leveling* dengan cara kombinasi nilai sumber daya tukang batu dan pekerja dijumlahkan. Aktivitas dengan nilai $R \times S$ terbesar diutamakan.
2. Dilakukan perhitungan nilai IF sesuai dengan nilai *free float* aktivitas tersebut untuk semua posisi pergeseran yang memungkinkan.

3. Aktivitas digeser sepanjang satuan waktu yang memiliki nilai $IF \geq 0$. Apabila terjadi kesamaan hasil nilai IF maka, aktivitas digeser sebesar satuan waktu terbesar. Ketika nilai $IF < 0$ maka aktifitas tersebut tidak mengalami pergeseran. Selain itu, untuk aktivitas yang tidak memiliki nilai sumber daya akan tetapi memiliki *free float* aktivitas tersebut digeser sejauh nilai *free float*nya. Hal tersebut dilakukan agar aktivitas sebelumnya dapat digeser.
4. Setelah didapat nilai hasil pergeseran, maka jaringan kerja di *update*.

Contoh perhitungan *forward cycle* pada step 1 dan step 2 untuk *leveling* terhadap tukang batu:

1. Untuk step pertama dimulai dari aktivitas paling akhir.

Tabel perhitungan metode *modified minimum momen* selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

Tabel 4.4 Perhitungan RxS Perhitungan *Forward Cycle* Step 1

Pekerjaan	R	S	RxS
Coating batu alam	0	6	0
Kaca Tempered	0	6	0
Patch Fitting Pintu Kaca Tempered, termasuk floor hinges	0	6	0
Handle Kaca Tempered	0	6	0
Kunci Kaca Tempered	0	6	0
Kusen Alumunium	0	6	0
Pintu Rangka Kaca Alumunium	0	6	0
Engsel Pintu	0	6	0
Handle Pintu Kupu Tarung	0	6	0
Grendel Tanam Bawah	0	6	0
Kunci Pintu Kupu Tarung	0	6	0
Kusen Alumunium	0	6	0
Pintu Rangka Kaca Alumunium	0	6	0
Engsel Pintu	0	6	0
Handle Pintu	0	6	0
Kunci Rngka Pintu Alumunium	0	6	0
Kusen Alumunium	0	6	0
Kusen Pintu Alumunium	0	6	0
Engsel Pintu	0	6	0

Pekerjaan	R	S	RxS
Handle Pintu	0	6	0
Kunci Pintu	0	6	0
Kusen Alumunium	0	6	0
Pintu Kayu Coklat Gelab Dof	0	6	0
Engsel Pintu	0	6	0
Handle Pintu	0	6	0
Kunci Rngka Pintu Alumunium	0	6	0
Kusen Alumunium	0	6	0
Jendela Kaca Rangka Alumunium	0	6	0
Engsel Jendela	0	6	0
Pengunci Jendela	0	6	0
Kait Angin	0	6	0
Kusen Alumunium	0	6	0
Jendela Kaca Rangka Alumunium	0	6	0
Engsel Jendela	0	6	0
Pengunci Jendela	0	6	0
Kait Angin	0	6	0
Kusen Alumunium	0	6	0
Kaca Bening	0	6	0
Kusen Alumunium	0	6	0
Kaca Bening	0	6	0
Kusen Alumunium	0	6	0
Kaca Bening	0	6	0
Jendela Kaca Rangka Alumunium	0	6	0
Engsel Jendela	0	6	0
Pengunci Jendela	0	6	0
Kait Angin	0	6	0
- Kusen Alumunium	0	6	0
- Kaca Bening	0	6	0
- Engsel Jendela	0	6	0
- Pengunci Jendela	0	6	0

Pekerjaan	R	S	RxS
Kusen Alumunium	0	6	0
Jendela Kaca BV Rangka Alumunium	0	6	0
Engsel Jendela	0	6	0
Pengunci Jendela	0	6	0
Kait Angin	0	6	0
Kusen Alumunium	0	6	0
Jendela Kaca BV Rangka Alumunium	0	6	0
Engsel Jendela	0	6	0
Pengunci Jendela	0	6	0
Kait Angin	0	6	0

Pada step pertama rangkaian aktifitas memiliki nilai *resource* 0 dan memiliki FF=6, sehingga aktifitas digeser sebesar nilai maksimum FF yang dimiliki.

2. Aktifitas selanjutnya dipertimbangkan

Tabel 4.5 Perhitungan RxS Perhitungan *Forward Cycle Step 2*

Pekerjaan	R	S	RxS
Sendang Pintu kayu	0	6	0
Kisi-kisi hollow	0	6	0
Granit tile Meja wastafel	1	12	12

Karena $(RxS)_{Granit}$ memiliki nilai terbesar maka Granit tile meja wastafel didahulukan.

$$IF(Granit,1) = 1 - 0 - (1*1) = 0$$

$$IF(Granit,2) = 2 - 0 - (2*1) = 0$$

$$IF(Granit,3) = 3 - 0 - (3*1) = 0$$

$$IF(Granit,4) = 4 - 0 - (4*1) = 0$$

$$IF(Granit,5) = 5 - 0 - (5*1) = 0$$

$$IF(Granit,6) = 6 - 0 - (6*1) = 0$$

$$IF(Granit,7) = 7 - 0 - (7*1) = 0$$

$$IF(Granit,8) = 8 - 0 - (8*1) = 0$$

$$IF(Granit,9) = 9 - 0 - (9*1) = 0$$

$$IF(Granit,10) = 10 - 0 - (10*1) = 0$$

$$IF(\text{Granit},11) = 11 - 0 - (11*1) = 0$$

$$IF(\text{Granit},12) = 12 - 0 - (12*1) = 0$$

Aktifitas **Granit tile meja** wastafel digeser sepanjang **12 hari**. Sedangkan **sending pintu kayu** dan **kisi-kisi hollow** digeser sepanjang nilai FF yaitu **6 hari**. Jaringan diperbarui.

4.4.3. Backward Cycle

Backward Cycle atau perhitungan mundur merupakan tahapan perhitungan selanjutnya setelah keseluruhan proses *forward cycle* telah terselesaikan. Pada tahap ini perhitungan dimulai dari aktivitas paling awal yaitu pembersihan lahan sampai aktivitas paling akhir yaitu coating batu alam. Seperti yang telah dijelaskan pada Bab II sebelumnya, perhitungan nilai IF dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IF(\text{activity } J, S) = \sum w - \sum x - mR$$

Dimana :

IF	= nilai pergeseran durasi
Activity	= aktifitas yang akan digeser
$\sum w$	= jumlah sumberdaya pada awal durasi
$\sum x$	= jumlah sumberdaya pada akhir durasi setelah penambahan pergeseran
m	= durasi pergeseran yang mungkin dilakukan
R	= nilai sumberdaya

Berikut langkah-langkah perhitungan *backward cycle*:

1. Aktivitas pada urutan prioritas pertama dibandingkan dengan cara menghitung nilai $R \times S$ dimana R merupakan nilai sumber daya dan S adalah nilai *back float* dari aktivitas tersebut. Untuk *multiple resource leveling* dengan cara kombinasi nilai sumber daya tukang batu dan pekerja dijumlahkan. Aktivitas dengan nilai $R \times S$ terbesar diutamakan.
2. Dilakukan perhitungan nilai IF sesuai dengan nilai *back float* aktivitas tersebut untuk semua posisi pergeseran yang memungkinkan.
3. Aktivitas digeser sepanjang satuan waktu yang memiliki nilai $IF \geq 0$. Apabila terjadi kesamaan hasil nilai IF maka, aktivitas digeser sebesar satuan waktu terbesar. Ketika nilai $IF < 0$ maka aktifitas tersebut tidak mengalami pergeseran. Selain itu, untuk aktivitas yang tidak memiliki nilai sumber daya akan tetapi memiliki *back*

float aktivitas tersebut digeser sejauh nilai *back float*-nya. Hal tersebut dilakukan agar aktivitas sebelumnya dapat digeser.

4. Setelah didapat nilai hasil pergeseran, maka jaringan kerja di *update*.

Contoh perhitungan *backward cycle* pada step 1 dan step 2 untuk *leveling* terhadap tukang batu:

1. Aktifitas selanjutnya dipertimbangkan

Tabel perhitungan metode *modified minimum momen* selengkapnya dapat dilihat pada

Lampiran 4.

Tabel 4.6 Perhitungan RxS Perhitungan *Backward Cycle* Step 1

Pekerjaan	R	S	RxS
Bor Strauss dia. 25 cm	0	6	0
Bor Strauss dia. 30 cm	0	0	0
Pondasi Strauss dia. 25 cm	0	12	0
Pondasi Strauss dia. 30 cm	0	6	0
Pasang Bowplank / Uiet zet	0	0	0
Pek. Pembersihan	0	24	0

Pada tahap ini nilai RxS dari setiap aktifitas = 0 sehingga, untuk aktifitas yang memiliki nilai BF digeser sejauh nilai BF sedangkan aktifitas yang tidak memiliki nilai BF tidak mengalami pergeseran. Jaringan diperbarui.

2. Aktifitas selanjutnya dipertimbangkan

Tabel 4.7 Perhitungan RxS Perhitungan *Backward Cycle* Step 2

Pekerjaan	R	S	RxS
Galian Tanah Pile Cap	0	0	0
Galian Tanah Pondasi Batu kali	0	0	0
Pile Cap 90x90x30	0	0	0
Pek. Anstamping	1	6	6
Urugan Pasir Pile Cap	0	6	0
Urugan Pasir Pondasi Batu kali	0	6	0

Karena $(RxS)_{Anstamping}$ memiliki nilai terbesar maka Pek. Anstamping didahulukan.

$$IF(Anstamping,1) = 2 - 2 - (1 * 1) = -1$$

$$IF(Anstamping,2) = (2+2) - (2+2) - (2 * 1) = -2$$

$$IF(\text{Anstamping},3)= 6 - 6 - (3*1) = -3$$

$$IF(\text{Anstamping},4)= 8 - 8 - (4*1) = -4$$

$$IF(\text{Anstamping},5)= 10 - 10 - (5*1) = -5$$

$$IF(\text{Anstamping},6)= 12 - 12 - (6*1) = -6$$

Aktifitas **Pek Anstamping** tidak mengalami pergeseran. Sedangkan aktifitas yang memiliki nilai BF digeser sejauh BF, dan yang tidak memiliki nilai BF tidak mengalami pergeseran. Jaringan diperbarui.

Contoh tabel perhitungan *Modified Minimum Moment* dapat dilihat pada **tabel 4.8** selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Tabel 4.8 Contoh Tabel Perhitungan Modified Minimum Moment

URAIAN PEKERJAAN	JENIS PEKERJA	DESEMBER												JANUARI												...	dst																									
		...dst	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	1	2	3			4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	...				
...dst																																																	...	dst		
Rangka & plafon kalsiboard rangka metal furing	Tukang Batu																																																...	dst		
Ker. lantai 40x40 Unpolished	Tukang Batu		1	1	1	1	1	1																																										...	dst	
Cermin 5 mm termasuk frame	Tukang Batu																																																	...	dst	
Ker. Mozaik Dinding dapur	Tukang Batu							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																														...	dst
...dst																																																			...	dst
Granit tle Meja wastafel	Tukang Batu																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																...	dst		
Waterproofing atap dan tandon membrane sika bituse	Tukang Batu																					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	dst
List keramik	Tukang Batu		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																														...	dst
Granit Tile 60x60 (Entrance)	Tukang Batu							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																															...	dst
Resource Summary			5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	ΣY	3168			
Granit tle Meja wastafel -->	12																																																3168			
Waterproofing atap dan tandon membrane sika bituse -->	12																																																	3168		
Granit Tile 60x60 (Entrance) -->	6																																																	3108		
Pek. Pembersihan <--	24																																																	2148		
Pondasi Strauss dia. 30 cm <--	6																																																	2148		
Pondasi Strauss dia. 25 cm <--	12																																																		2148	
...dst	...	dst																																															...	dst		

4.4.4. Perhitungan RIC (*Resource Improvement Coefficient*)

Untuk mendapatkan nilai RIC dari masing-masing sumber daya terlebih dahulu dilakukan proses *leveling*. *Leveling* dilakukan pada setiap sumber daya kemudian dilihat pengaruhnya terhadap sumber daya yang lain. Selain itu dilakukan juga *multiple resource leveling* dengan cara kombinasi.

Menurut Salem Hiyassat (2001) *multiple resource leveling* dengan cara kombinasi dapat dilakukan dengan menjumlah nilai sumber daya. Setelah itu dilakukan proses *leveling* dan kemudian memisahkan masing-masing nilai sumber daya sesuai dengan jaringan hasil proses *leveling*. Proses ini dapat menghemat waktu lebih banyak karena proses perhitungan algoritma hanya dilakukan sekali.

Setelah keseluruhan proses *leveling* dilaksanakan nilai RIC dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RIC = \frac{n\sum y^2}{(\sum y)^2}$$

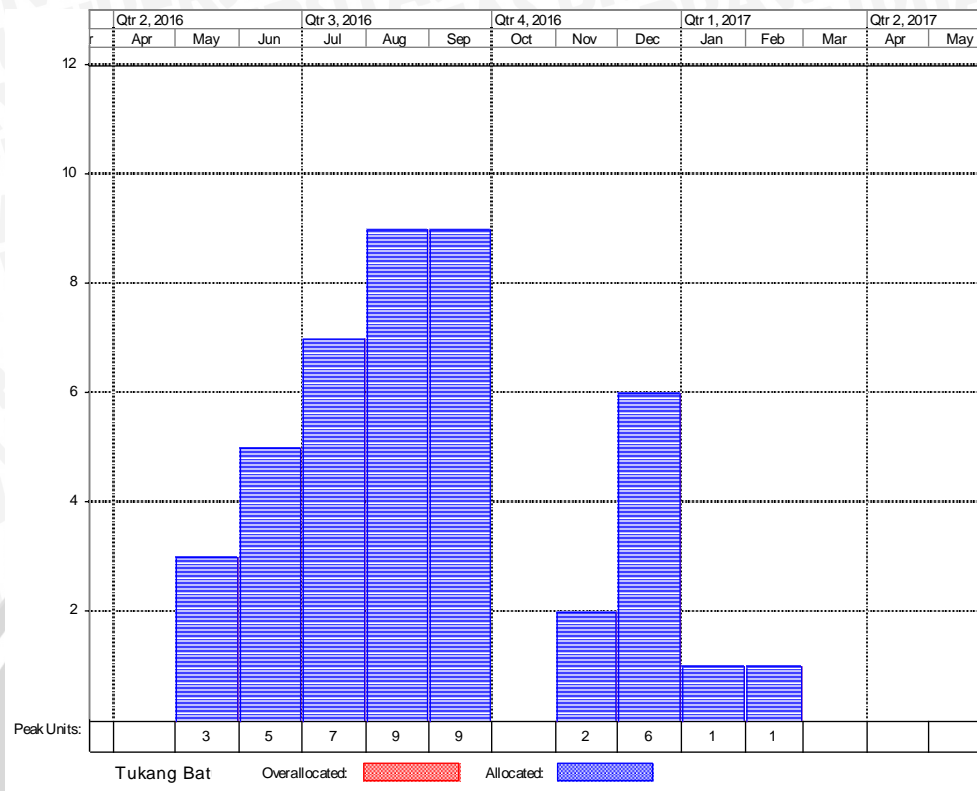
dengan :

- n = jumlah keseluruhan hari kerja
- $\sum y$ = jumlah total sumber daya yang digunakan
- $\sum y^2$ = jumlah total sumber daya kuadrat

4.4.4.1. Perhitungan Nilai RIC Sebelum *Leveling*

Perhitungan nilai RIC ditujukan untuk melihat nilai koefisien rasio dari sumber daya baik sebelum di *leveling* maupun sesudah di *leveling*. Perhitungan nilai RIC dilakukan dengan menggunakan jumlah tukang batu dan pekerja per hari. Dalam perhitungan nilai RIC menggunakan jumlah keseluruhan hari kerja, dimana pada proyek ini jumlah keseluruhan hari kerja sepanjang 258 hari. Berikut grafik sumber daya yang ditunjukkan dengan menggunakan *Ms. Project 2007* dan hasil perhitungan RIC dari kedua jenis sumber daya.

1. Perhitungan Nilai RIC Tukang Batu Sebelum *Leveling*



Gambar 4.2 Grafik Sumber Daya Tukang Batu Sebelum *Leveling*

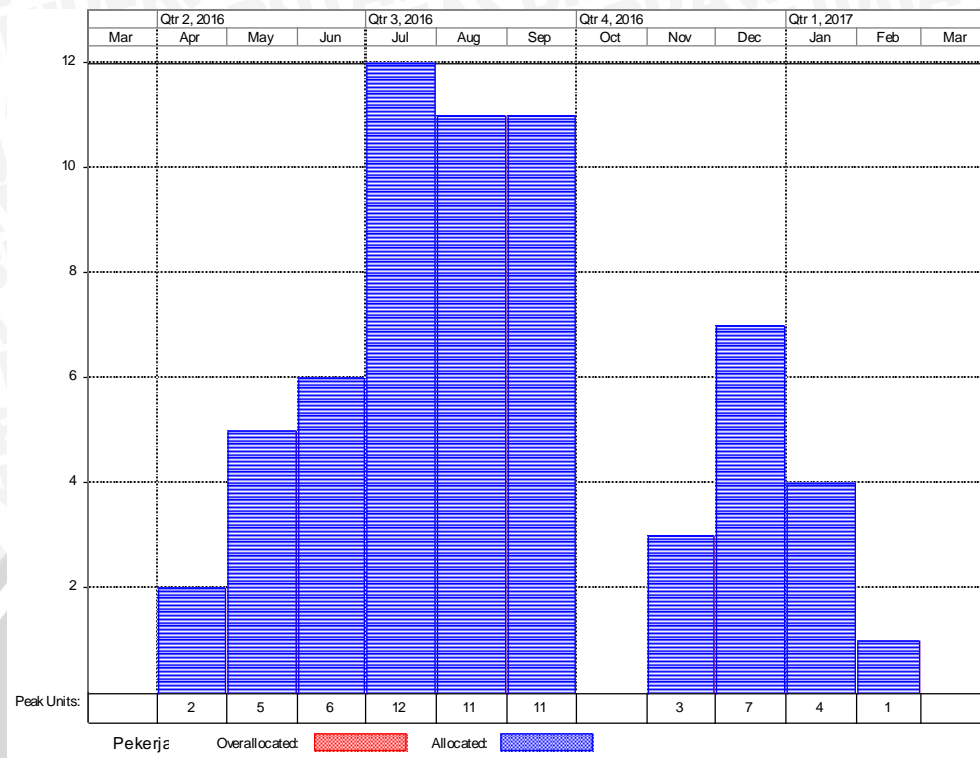
Dari grafik tersebut didapat jumlah total tukang batu yang dibutuhkan sebesar 540 orang, sedangkan nilai dari Σy^2 sebesar 3168. Sehingga perhitungan nilai RIC sebagai berikut:

$$RIC_{TB} = \frac{n\Sigma y^2}{(\Sigma y)^2}$$

$$RIC_{TB} = \frac{258 \times 3168}{540^2}$$

$$RIC_{TB} = 2.8030$$

2. Perhitungan Nilai RIC Pekerja Sebelum *Leveling*



Gambar 4.3 Grafik Sumber Daya Pekerja Sebelum *Leveling*

Dari grafik tersebut didapat jumlah total pekerja yang dibutuhkan sebesar 768 orang, sedangkan nilai dari Σy^2 sebesar 5760. Sehingga perhitungan nilai RIC sebagai berikut:

$$RIC_P = \frac{n\Sigma y^2}{(\Sigma y)^2}$$

$$RIC_P = \frac{258 \times 5760}{768^2}$$

$$RIC_P = 2.5195$$

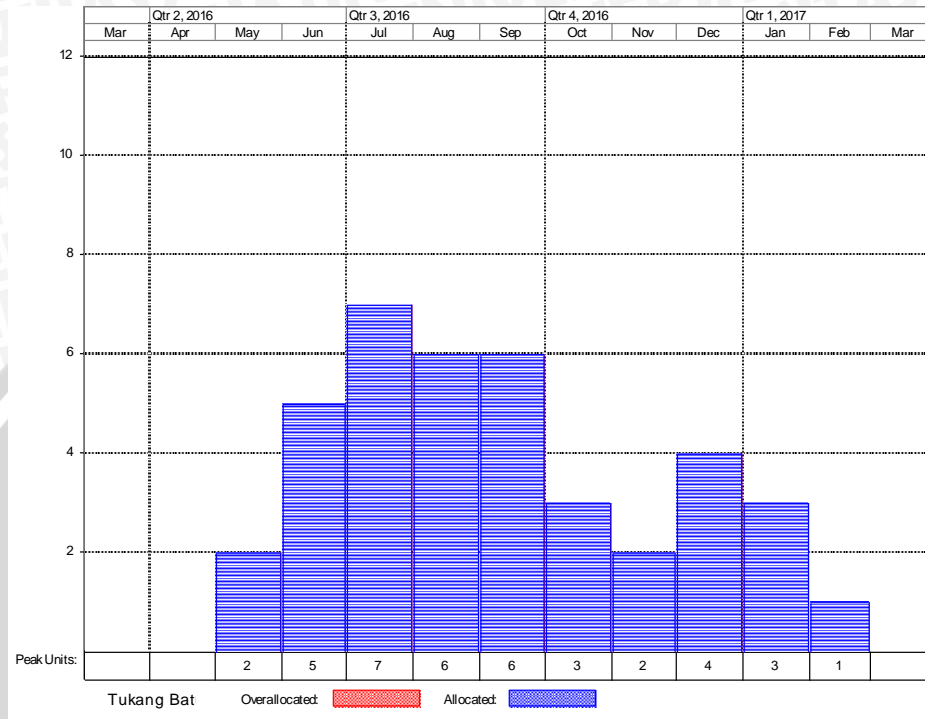
4.4.4.2. Perhitungan Nilai RIC Sesudah *Leveling*

Setelah dilakukan proses *leveling* secara keseluruhan, baik terhadap tukang batu, pekerja dan *multiple resources leveling* dengan cara kombinasi. Selanjutnya didapat nilai RIC dari masing-masing sumber daya tenaga kerja yang ditinjau.

Berikut hasil dan contoh perhitungan dari masing-masing proses *leveling*:

1. *Leveling* terhadap tukang batu.

Setelah dilakukan *leveling* terhadap tukang batu didapatkan grafik sumber daya sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Sumber Daya Tukang Batu Setelah *Leveling* Terhadap Tukang Batu

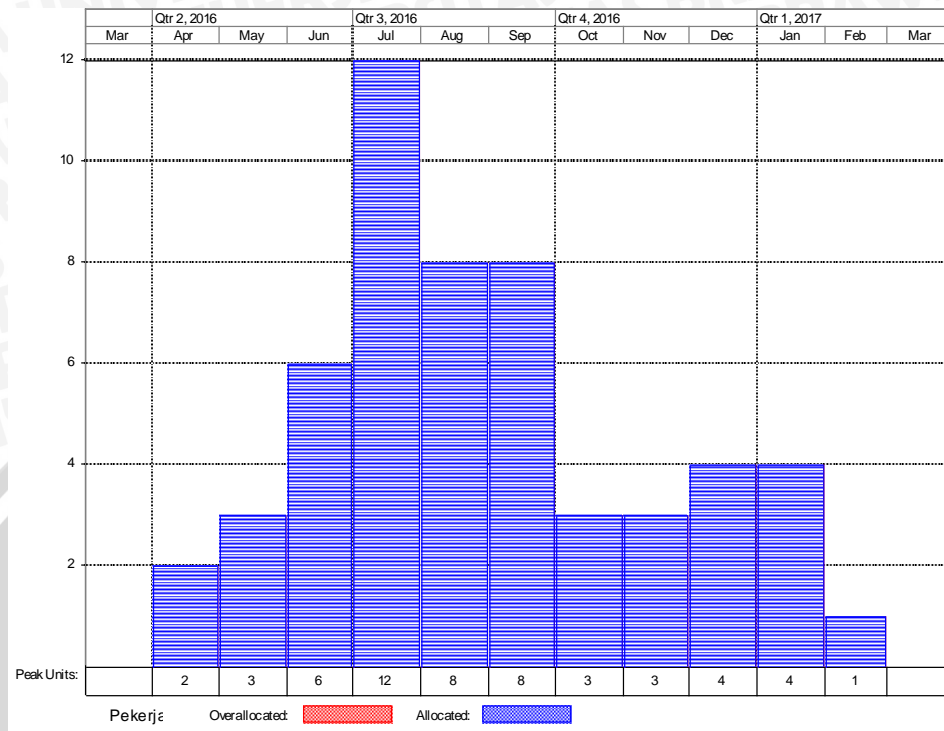
Dari hasil *leveling* terhadap tukang batu didapat nilai Σy^2 sebesar 2148. Sehingga didapat nilai RIC sebagai berikut:

$$RIC_{TB} = \frac{n\Sigma y^2}{(\Sigma y)^2}$$

$$RIC_{TB} = \frac{258 \times 2148}{540^2}$$

$$RIC_{TB} = 1.90050$$

Selain itu, pengaruh *leveling* tukang batu terhadap pekerja dapat dilihat dari grafik sumber daya seagai berikut :



Gambar 4.5 Grafik Sumber Daya Pekerja Setelah *Leveling* Terhadap Tukang Batu

Dari hasil *leveling* terhadap tukang batu didapat nilai Σy^2 untuk pekerja sebesar 4380. Sehingga didapat nilai RIC sebagai berikut :

$$RIC_p = \frac{n\Sigma y^2}{(\Sigma y)^2}$$

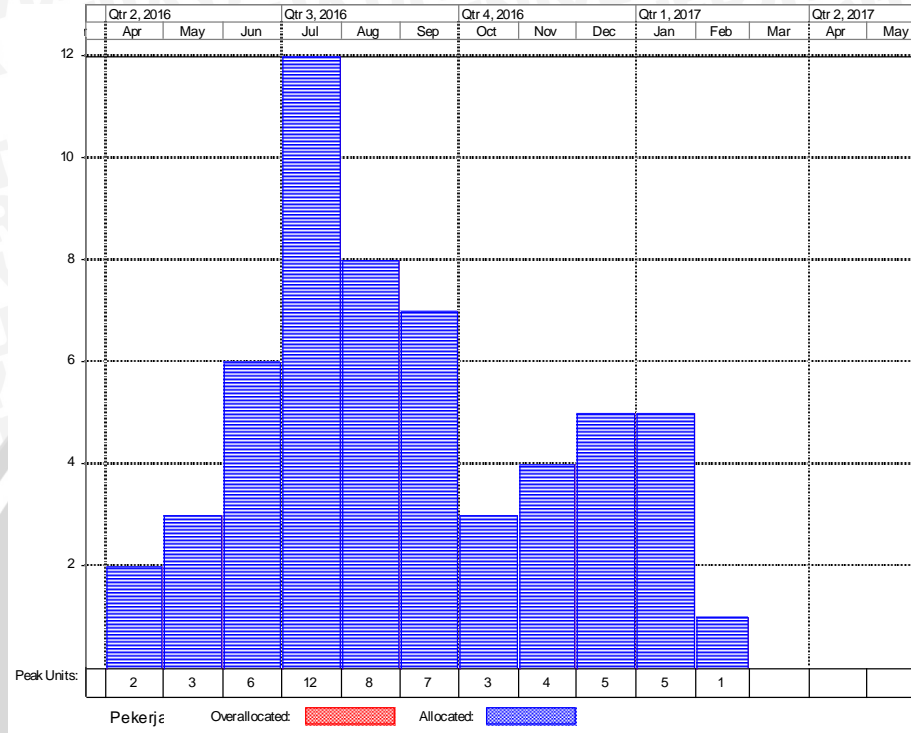
$$RIC_p = \frac{258 \times 4380}{768^2}$$

$$RIC_p = 1.9159$$

Pada **Gambar 4.4** dapat dilihat grafik sumber daya hasil *leveling* terhadap tukang batu. Jumlah total tukang batu dan pekerja masih sama yaitu 540 orang dan 768 orang. Untuk nilai RIC tukang batu terjadi penurunan menjadi 1.9005. Dari hasil *leveling* terhadap tukang batu dapat dilihat pengaruhnya terhadap pekerja pada grafik sumberdaya **Gambar 4.5** nilai RIC pekerja turun menjadi 1.9159. Untuk Kebutuhan tenaga kerja maksimum hanya tukang batu yang mengalami penurunan dari 9 orang menjadi 7 orang. Sedangkan pekerja yang semula 12 orang tetap membutuhkan 12 orang. Dapat pula dilihat perbandingan persebaran sumber daya pada bulan juli sampai januari terjadi perubahan atau mengalami pemerataan.

2. Leveling terhadap pekerja

Setelah dilakukan *leveling* terhadap pekerja didapatkan grafik sumber daya sebagai berikut:



Gambar 4.6 Grafik Sumber Daya Pekerja Setelah *Leveling* Terhadap Pekerja

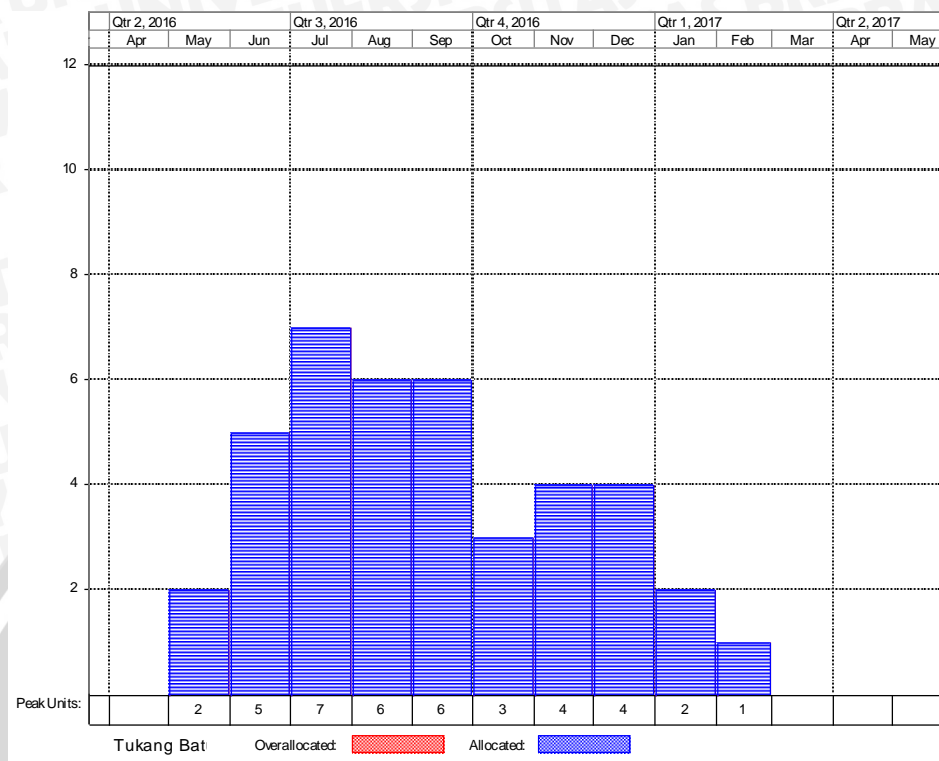
Dari hasil *leveling* terhadap pekerja didapat nilai Σy^2 untuk pekerja sebesar 4152. Sehingga didapat nilai RIC sebagai berikut :

$$RIC_p = \frac{n\Sigma y^2}{(\Sigma y)^2}$$

$$RIC_p = \frac{258 \times 4152}{768^2}$$

$$RIC_p = 1.8162$$

Pengaruh *leveling* pekerja terhadap tukang batu dapat dilihat dari grafik sumber daya seagari berikut :



Gambar 4.7 Grafik Sumer Daya Tukang Batu Setelah *Leveling* Terhadap Pekerja

Dari hasil *leveling* terhadap pekerja didapat nilai Σy^2 untuk tukang batu sebesar 2244. Sehingga didapat nilai RIC sebagai berikut:

$$RIC_{TB} = \frac{n\Sigma y^2}{(\Sigma y)^2}$$

$$RIC_{TB} = \frac{258 \times 2256}{540^2}$$

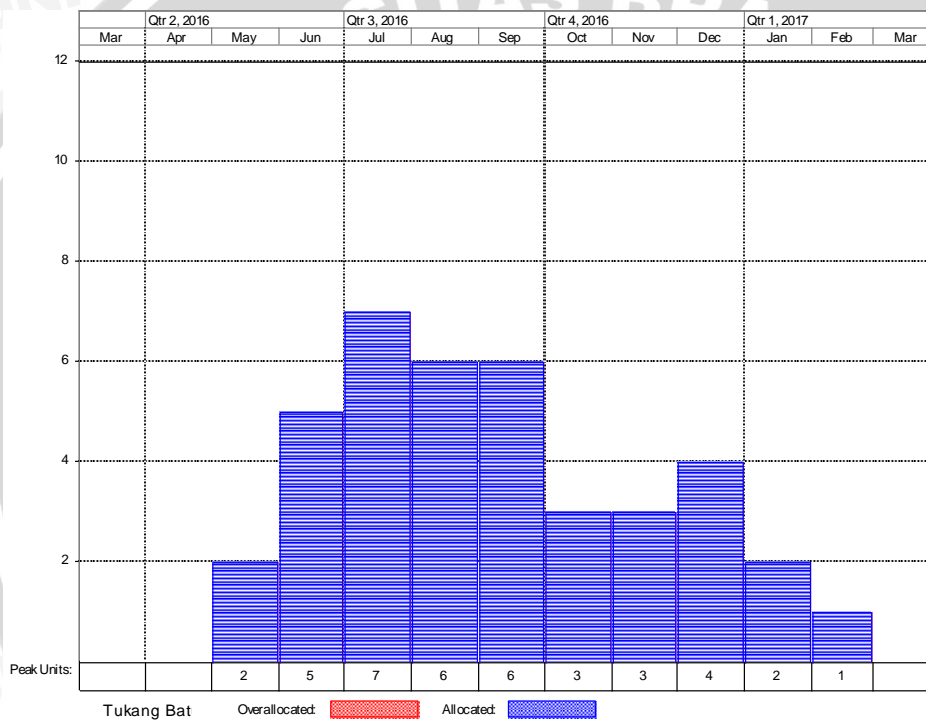
$$RIC_{TB} = 1.9960$$

Sama seperti sebelumnya jumlah kebutuhan total tukang batu dan pekerja masih sama yaitu 540 orang dan 768 orang. Nilai RIC pada pekerja turun menjadi 1.8162 dan merupakan nilai RIC paling minimum dibandingkan dengan nilai RIC untuk pekerja pada metode perhitungan yang lain. Sedangkan pengaruh *leveling* terhadap pekerja pada tukang batu menghasilkan nilai RIC sebesar 1.9960 dimana nilai RIC ini lebih besar dibandingkan dengan perolehan nilai RIC tukang batu hasil *leveling* terhadap tukang batu itu sendiri.

Pada **Gambar 4.6** dan **Gambar 4.7** dapat dilihat grafik sumberdaya hasil *leveling* terhadap pekerja. Kebutuhan tenaga kerja maksimum tukang batu mengalami penurunan menjadi 7 orang sedangkan pekerja masi tetap 12 orang.

3. *Multiple resource leveling* secara kombinasi

Pada proses *leveling* dengan cara kombinasi nilai sumberdaya tukang batu dan pekerja dijumlahkan , kemudian dilakukan proses *leveling* seperti yang sebelumnya telah dilakukan. Setelah keseluruhan aktivitas di *leveling*, nilai sumberdaya dipisahkan kembali sesuai dengan jenis sumberdayanya masing-masing. Setelah dilakukan *Multiple resource leveling* secara kombinasi didapatkan grafik sumber daya untuk tukang batu sebagai berikut:



Gambar 4.8 Grafik Sumber Daya Tukang Batu Setelah *Multiple Resource Leveling* Secara Kombinasi

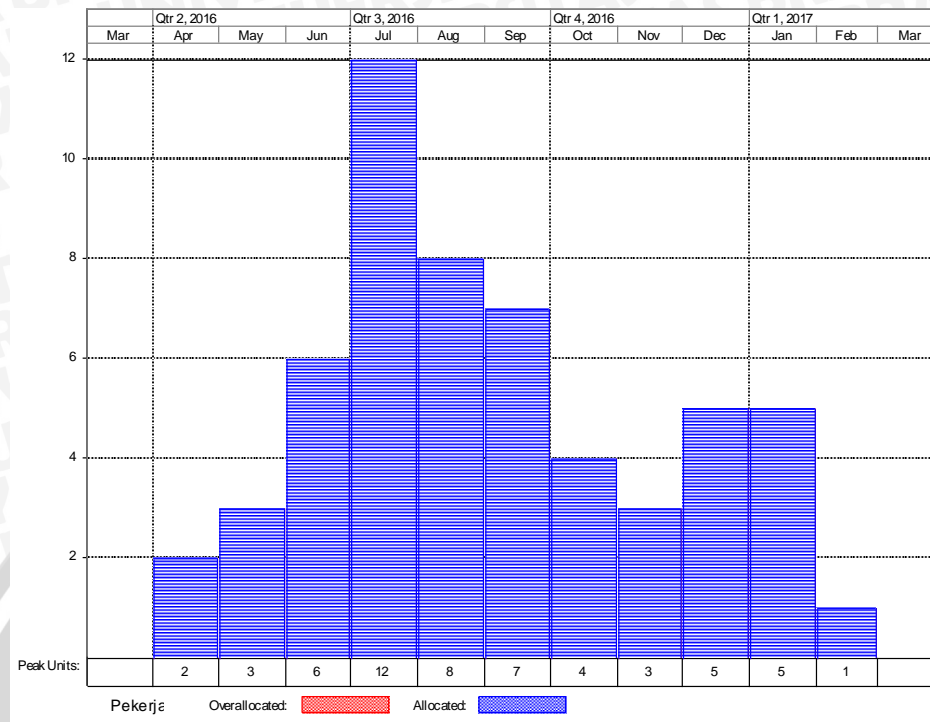
Dari hasil *multiple resource leveling* secara kombinasi didapat nilai Σy^2 untuk tukang batu sebesar 2280. Sehingga didapat nilai RIC sebagai berikut:

$$RIC_{TB} = \frac{n\Sigma y^2}{(\Sigma y)^2}$$

$$RIC_{TB} = \frac{258 \times 2184}{540^2}$$

$$RIC_{TB} = 1.9323$$

Hasil *multiple resource leveling* secara kombinasi untuk pekerja didapatkan grafik sumber daya sebagai berikut :



Gambar 4.9 Grafik Sumber Daya Pekerja Setelah *Multiple Resource Leveling* secara kombinasi

Dari hasil *multiple resource leveling* secara kombinasi didapat nilai Σy^2 untuk pekerja sebesar 4152. Sehingga didapat nilai RIC sebagai berikut:

$$RIC_p = \frac{n\Sigma y^2}{(\Sigma y)^2}$$

$$RIC_p = \frac{258 \times 4152}{768^2}$$

$$RIC_p = 1.8162$$

Dari hasil *multiple resource leveling* didapatkan nilai RIC untuk tukang batu sebesar 1.9323, masih lebih besar dibandingkan dengan nilai RIC tukang batu setelah proses *leveling* terhadap tukang batu itu sendiri. Sedangkan nilai RIC pekerja sebesar 1.8162. Untuk kebutuhan tenaga kerja maksimum untuk tukang batu sebanyak 7 orang, sedangkan untuk pekerja sebanyak 12 orang. Grafik sumber daya hasil *multiple resource leveling* dapat dilihat pada **Gambar 4.8** dan **Gambar 4.9**.

4.4.4.3. Perbandingan Nilai RIC Sebelum dan Sesudah *Leveling*

Perbandingan nilai RIC sebelum dan sesudah *leveling* dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Perbandingan Nilai RIC

Leveling case	ΣY^2		RIC	
	Tukang Batu	Pekerja	Tukang Batu	Pekerja
Tidak di ratakan	3168	5760	2.8030	2.5195
Tukang Batu	2148	4380	1.9005	1.9159
Pekerja	2256	4152	1.9960	1.8162
Combined	2184	4152	1.9323	1.8162

Dari tabel diatas didapatkan nilai Σy^2 dan RIC yang berbeda pada setiap *leveling* yang dilakukan. Nilai RIC dan Σy^2 setelah *leveling* menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan sebelum *leveling*. Pada sumber daya tukang batu hasil paling minimum didapat dari *leveling* terhadap tukang batu itu sendiri. Sedangkan untuk sumber daya pekerja hasil paling minimum didapat dari *leveling* terhadap pekerja itu sendiri. Akan tetapi hasil *multiple resource leveling* secara kombinasi menunjukkan nilai RIC paling minimum pada pekerja. Dapat dilihat juga pada tabel diatas bahwa proses *leveling* terhadap salah satu sumber daya akan mempengaruhi pengalokasian sumber daya yang lain, hal tersebut terjadi karena adanya perubahan terhadap penjadwalan yang ada. Waktu total durasi yang dibutuhkan proyek setelah proses *leveling* dilakukan tidak akan mengalami perubahan atau tetap. Akan tetapi pergeseran aktivitas akibat proses *leveling* yang mempengaruhi pengalokasian sumber daya tersebut.

