

# ANALISIS *RESOURCES LEVELING* TENAGA KERJA

Yohanes Lim Dwi Adianto<sup>1</sup>, Dhimas Lazuhardy Putro<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Katolik Parahyangan  
Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung, 40141  
E-mail: yohanesadianto@yahoo.co.id

## ABSTRAK

*Resources Leveling* merupakan suatu langkah untuk mengurangi fluktuasi penggunaan resources dalam suatu proyek konstruksi, hal ini perlu dilakukan karena efektifitas penggunaan resources akan berpengaruh pada aliran biaya keseluruhan proyek. Metode yang digunakan untuk melakukan leveling pada penelitian ini adalah metode Burgess dengan menentukan nilai sum of square ( $Z$ ). Analisis dilakukan pada pekerjaan struktur proyek Bank Jabar. Dengan mengetahui alokasi jumlah kebutuhan tenaga kerja dapat dihitung besarnya nilai  $Z$ , semakin kecil nilai  $Z$  maka fluktuasi yang timbul pada kebutuhan pekerja semakin kecil, untuk tukang besi beton terampil nilai  $Z$  berkurang dari 21.340 menjadi 21.088, sedangkan untuk pekerja nilai  $Z$  berkurang dari 169.504 menjadi 163.072. Penggunaan tukang besi beton terampil pada minggu ke 6 sebanyak 50 orang berubah menjadi 44 orang, sedangkan penggunaan minggu ke 7 sebanyak 35 meningkat menjadi 41 orang. Penggunaan pekerja mengalami pemerataan yang signifikan pada minggu ke 2 hingga minggu ke 5. Penggunaan minggu ke 2 dan ke 3 berkurang sebanyak 12 orang, sedangkan pada minggu ke 4 dan ke 5 meningkat sebanyak 12 orang.

**Kata kunci:** Tenaga kerja, Resources leveling, Durasi proyek, Metode burgess.

## ABSTRACT

Resources Leveling is a step to minimize the fluctuation of resources usage in a construction project, this technique required to be applied because the effectivity of resources usage will affect the cost flow in overall project. This study used Burgess leveling method to determine the sum of squares value ( $Z$ ). Analysis was done on structural works at Bank Jabar project. By knowing the allocation of total labor demand,  $Z$  value can be calculated, and the smaller value of  $Z$  means that fluctuation on labor demand is smaller too. As for the skilled structural steel workers, the  $Z$  value was reduced from 21.340 to 21.088 while the  $Z$  value for laborers was reduced from 169.504 to 163.072. The skilled structural workers usage on sixth week with total 50 persons was reduced to 44 persons, while the usage on seventh week with 35 persons was increased to 41 persons. The labor usage was significantly leveled on second week up to fifth week. The usage on second week to third week was reduced by 12 persons, while on fourth and fifth week was increased by 12 persons.

**Keywords:** Labor, Resources leveling, Project duration, Burgess method.

## 1. PENDAHULUAN

Dalam proses perencanaan proyek, dilakukan penyusunan urutan kegiatan, penghitungan durasi setiap kegiatan, penentuan hubungan antar kegiatan, penghitungan durasi penyelesaian proyek dan besarnya *total float* setiap kegiatan, penentuan kegiatan kritis dan non kritis, kapan waktu pelaksanaan, penentuan jumlah sumberdaya yang diperlukan.

Sumber daya (*resources*) yang utama dalam suatu proyek konstruksi yaitu: tenaga kerja, peralatan dan material.

Pada umumnya leveling pada material mengikuti hasil dari leveling jumlah tenaga kerja, sehingga dengan mengurangi fluktuasi dari jumlah tenaga kerja dapat diharapkan efisiensi penggunaan tenaga kerja dan material dari proyek akan meningkat. Pemakaian sumber daya secara efektif dan efisien akan menghasilkan pelaksanaan proyek yang terkendali secara biaya, waktu, dan mutu. Tenaga kerja merupakan salah satu sumber daya yang seringkali ketersediaannya terbatas. Tidak mudah untuk melepas dan merekrut kembali tenaga kerja yang ada sesuai dengan naik turunnya kebutuhan tenaga kerja. Untuk mengatasi masalah fluktuasi tenaga kerja, dapat dilakukan langkah *resources leveling* dengan metode Burgess *Sum of Square*. Terdapat beberapa alternatif *resources leveling* yang dapat dilakukan. Pemilihan alternatif yang dilakukan bergantung pada kebutuhan proyek terutama dari segi biaya dan waktu serta ketersediaan *resources* itu sendiri.

Tujuan penelitian adalah: (1). Melakukan analisis penggunaan sumber daya jika ditinjau dari segi jadwal, sehingga akan diketahui jumlah penggunaan sumber daya; (2). Melakukan analisis *resource leveling* sehingga akan didapatkan pemerataan penggunaan sumber daya.

Ruang lingkup penelitian adalah: (1). Pekerjaan yang akan di analisis adalah jenis pekerjaan struktur dari proyek Bank Jabar; (2). Proses analisis *resources leveling* menggunakan metode Burgess *Sum of Squares*; (3). Proyek yang dibahas mempunyai durasi yang tetap (*fixed project duration*).

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Sumber Daya (*Resources*)**

Pada suatu proyek konstruksi terdapat 3 jenis sumber daya yang utama yaitu pekerja, material dan peralatan.

Pekerja dikategorikan dalam dua kategori berdasarkan upah yang diterima yaitu:

1. Pekerja dengan upah tetap.

Pekerja ini adalah proyek manajer, pengawas proyek, *engineer*, sekretaris dan pekerja-pekerja tetap. Mereka biasanya digaji selama proyek berlangsung.

2. Pekerja dengan upah per satuan waktu.

Pekerja-pekerja ini dipekerjakan untuk melakukan suatu kegiatan tertentu seperti tukang kayu, tukang batu, tukang besi, tukang elektrikal dll. Mereka biasanya diupah berdasarkan lamanya bekerja dalam hitungan jam atau hari.

Peralatan dan material juga dapat dibagi dalam dua kategori yaitu:

1. Peralatan dan material konstruksi.

Peralatan dan material jenis ini digunakan dalam proses konstruksi tetapi tidak dipasang secara permanen. Contoh dari peralatan konstruksi adalah *buldozer*, *backhoe*, *cranes*, generator. Untuk peralatan konstruksi yang tidak begitu mahal biasanya merupakan milik pribadi dari pekerja, sedangkan contoh dari material konstruksi adalah *formwork materials* dan *scaffolding*.

2. Peralatan dan material yang dipasang.

Peralatan dan material jenis ini dipasang permanen di dalam proyek setelah proses pembangunan selesai. Contoh dari peralatan yang dipasang adalah generator darurat (pada rumah sakit), peralatan yang dipasang di dapur, dan banyak peralatan khusus yang dipasang pada sebuah proyek industri, sedangkan untuk material contohnya seperti beton, batu bata, kusen, keramik.

## **2.2 Resources Allocation**

Resources Allocation adalah penempatan sumberdaya yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas dalam suatu proyek konstruksi dalam bentuk jumlah dan waktu. Dalam menentukan jumlah sumberdaya terdapat 2 kategori yaitu:

1. *Resources* yang terbatas (durasi proyek merupakan variabel)

Kemungkinan bahwa *resources* yang tersedia terbatas sangat besar dan terbuka kemungkinan terjadi kekurangan *resources*, oleh karena itu sangat disarankan untuk mengevaluasi dampak dari kekurangan tersebut terhadap durasi proyek.

2. *Resources* yang tidak terbatas (durasi proyek telah ditetapkan)

Ketika jumlah *resources* tidak terbatas maka yang menjadi masalah adalah mengenai berapa banyak *resources* optimal yang dibutuhkan untuk mencapai waktu penyelesaian proyek yang telah ditentukan.

Dalam *Resources Allocation* terdapat beberapa aturan prioritas yang digunakan yaitu:

1. Alokasikan *resources* pada aktivitas yang memiliki *float* paling sedikit.
2. Alokasikan pada aktivitas yang membutuhkan jumlah *resources* per satuan waktu lebih besar.
3. Alokasikan pada aktivitas yang menggunakan *resources* lebih besar secara keseluruhan.
4. Alokasikan pada aktivitas yang mendahului kegiatan yang membutuhkan *resources* per hari paling besar.

5. Jika keempat aturan tersebut sama-sama dipenuhi oleh beberapa aktivitas maka urutan alokasi ditentukan dari urutan terendah (nilai i-j).

### 2.3 Resources Leveling

*Resources leveling* adalah suatu proses meminimalisasi fluktuasi penggunaan *resources* per hari selama proyek berlangsung. *Resources leveling* biasanya dilakukan dengan menggeser kegiatan tidak kritis selama *float* yang dimiliki. *Resource levelling* memiliki tujuan untuk pemeratakan jumlah penggunaan sumber daya tanpa meningkatkan atau menambah durasi waktu kegiatan. Pemeratakan sumber daya tersebut dengan prinsip mengurangi jumlah tenaga kerja puncak dan menambahkannya pada suatu unit waktu dengan jumlah penggunaan sumber daya yang relatif sedikit.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pemeratakan sumber daya adalah metode Burgess, dengan cara sebagai berikut:

1. Menentukan hubungan dan konstrain untuk setiap item kegiatan.
2. Menghitung *early start*, *late start*, waktu selesai, dan *float* untuk setiap kegiatan.
3. Menghitung *sum of squares* (jumlah kuadrat) dari setiap jumlah penggunaan sumber daya untuk setiap unit waktu. *Sum of squares* tersebut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$z = \sum_{i=1}^T y_i^2 \quad (1)$$

dimana : Z = jumlah kuadrat dari suatu periode waktu i

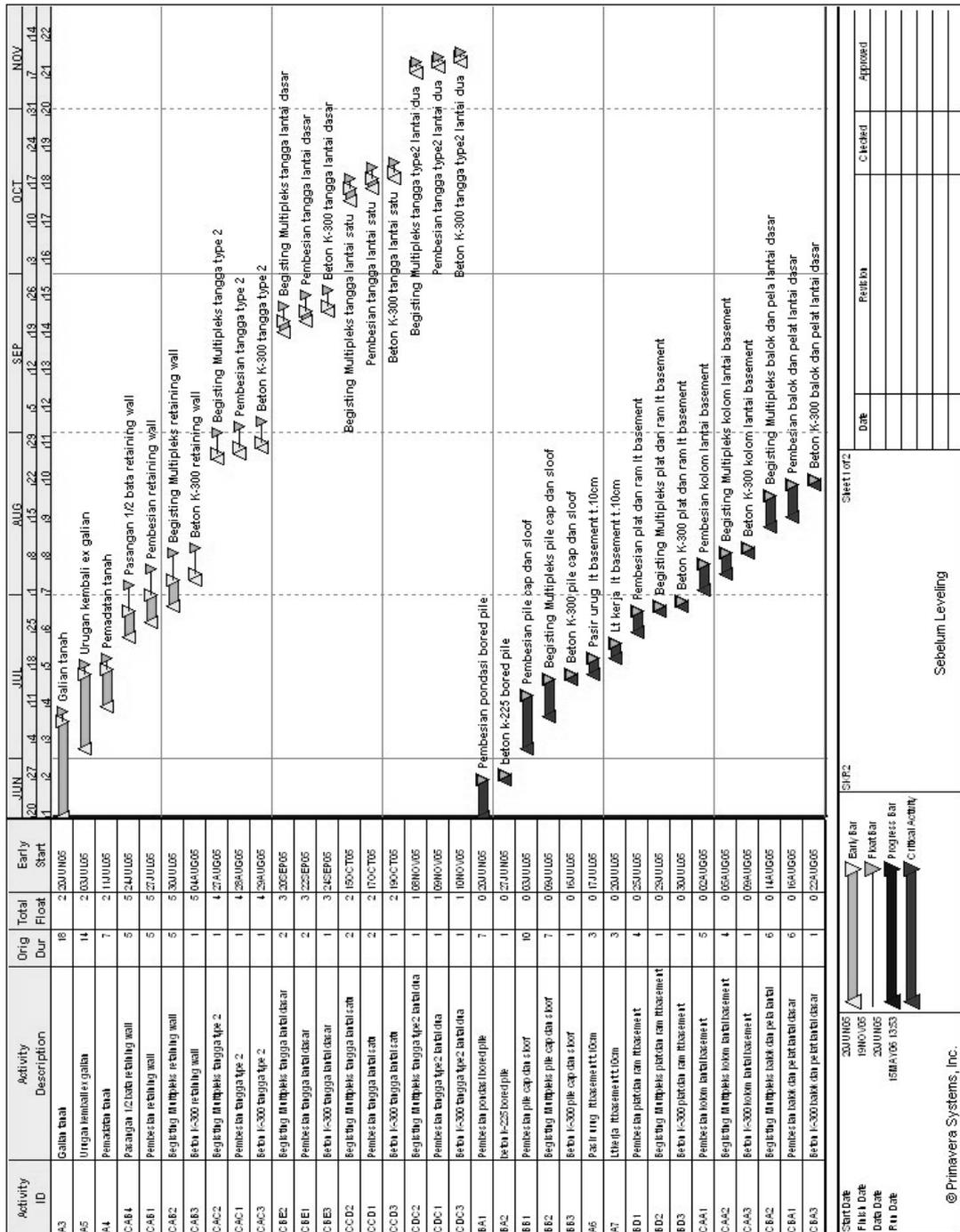
T = durasi proyek

$Y_i$  = jumlah dari sumber daya yang diperlukan dari setiap kegiatan per unit waktu

4. Perataan sumber data pada metode Burgess hanya terjadi pada kegiatan nonkritis. Pada langkah ini akan dilakukan sistem *reverse late start* dimana kegiatan nonkritis dengan waktu mulai paling akhir (*late start/LS*) akan ditempatkan pada tempat pertama.
5. Dilakukan perhitungan jumlah kuadrat untuk setiap kegiatan nonkritis dengan menunda kegiatan untuk setiap unit waktu sesuai dengan jumlah *float* kegiatan tersebut. Jumlah kuadrat yang minimumlah yang menentukan untuk perhitungan kegiatan selanjutnya. Perhitungan ini dilakukan secara berulang – ulang hingga setiap kegiatan nonkritis dengan sistem *reverse late start* telah dianalisis semua.

### 3. STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN

Penjadwalan pekerjaan struktur proyek bank Jabar ditampilkan pada Gambar 1 sedangkan penjadwalan penggunaan tenaga kerja ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Penjadwalan Pekerjaan Struktur Proyek Bank Jabar



**Tabel 1. Jadwal Penggunaan Tenaga Kerja**

Tenaga Kerja (Orang)	Minggu																						Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Kepala tukang batu					3																		3
Kepala tukang besi beton	28	3	21	6	27	20	30	11	10	10	25	16	30	8	10	15	15	3	2				290
Kepala tukang kayu			14	35	33	72	24	75	2	56	75	30	34	25	84	14	33	75	15	13	8		717
Tukang besi beton setengah terampil	126	15	105	30	122	80	150	50	46	46	115	62	138	37	40	69	69	13	10				1323
Tukang besi beton terampil	49	6	42	12	50	35	60	20	18	20	50	27	54	15	18	30	30	6	4				546
Tukang batu setengah terampil				18	36																		54
Tukang batu terampil				1	4																		5
Tukang Gali			42																				
Tukang kayu setengah terampil			14	35	33	72	24	75	2	56	75	30	34	25	84	14	33	75	15	13	8		717
Pekerja	203	215	212	105	30	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	1306
Pekerja setengah terampil				16	64																		80
<b>Jumlah per Minggu</b>	<b>406</b>	<b>239</b>	<b>408</b>	<b>265</b>	<b>68</b>	<b>396</b>	<b>336</b>	<b>67</b>	<b>450</b>	<b>87</b>	<b>230</b>	<b>286</b>	<b>274</b>	<b>201</b>	<b>71</b>	<b>462</b>	<b>98</b>	<b>161</b>	<b>324</b>	<b>156</b>	<b>58</b>	<b>40</b>	<b>5083</b>

### 3.1 Analisis Resources Leveling pada Tenaga Kerja

*Resources leveling* akan dilakukan dengan menggunakan metode Burgess *Sum of Square*. *Resources leveling* dilakukan pada pekerjaan – pekerjaan yang bersifat nonkritis.

Sesuai dengan gambar hasil penjadwalan pada gambar 1, terlihat bahwa kegiatan nonkritis terjadi pada pekerjaan pembuatan tangga, pembuatan *retaining wall*, pemadatan tanah, urugan, dan galian tanah. *Resources leveling* dilakukan pada tukang besi beton terampil dan pekerja.

### 3.2 Resources Leveling Tenaga Kerja Tipe Tukang Besi Beton Terampil

Pada pekerjaan – pekerjaan non kritis akan dilakukan *reverse late start*, yaitu menyusun kegiatan sesuai dengan *late start* namun disusun dari waktu mulai paling akhir kegiatan – kegiatan tersebut. *Reverse late start* pada kegiatan – kegiatan tersebut akan ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Reverse Late Start Kegiatan – kegiatan nonkritis**

ID	Kegiatan	Total float
CDC3	Beton K-300 tangga type 2 lantai dua	1
CDC1	Pembesian tangga type 2 lantai dua	1
CDC2	Begisting Multipleks tangga type2 lantai dua	1
CCD3	Beton K-300 tangga lantai satu	2
CCD1	Pembesian tangga lantai satu	2
CCD2	Begisting Multipleks tangga lantai satu	2
CBE3	Beton K-300 tangga lantai dasar	3
CBE1	Pembesian tangga lantai dasar	3
CBE2	Begisting Multipleks tangga lantai dasar	3
CAC3	Beton K-300 tangga type 2	4

CAC1	Pembesian tangga type 2	4
CAC2	Begisting Multipleks tangga type 2	4
CAB3	Beton K-300 retaining wall	5
CAB2	Begisting Multipleks retaining wall	5
CAB1	Pembesian retaining wall	5
CAB4	Pasangan 1/2 bata retaining wall	5
A4	Pemadatan tanah	2
A5	Urugan kembali ex galian	2
A3	Galian tanah	2

Karena penggunaan tukang besi beton terampil hanya berkontribusi pada kegiatan pembesian, maka proses *leveling* pada kelompok tenaga kerja tukang besi beton terampil dapat dilakukan hanya pada kegiatan pembesian saja.

Sehingga urutan *leveling* tukang besi beton dapat diurut dengan kegiatan non kritis sebagai berikut: pembesian tangga type2 lantai dua, pembesian tangga lantai satu, pembesian tangga lantai dasar, pembesian tanga type 2, dan pembesian *retaining wall*.

Langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah kuadrat (*sum of square*) penggunaan tenaga kerja.

Perhitungan dilakukan dengan penggunaan tenaga kerja per minggu, sehingga hasil proses pemerataan sumber daya akan ditampilkan dalam satuan waktu per minggu.

Perhitungan *sum of square* untuk tenaga kerja jenis tukang besi beton terampil dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat dijelaskan:

1. Penggunaan tukang besi beton terampil sebelum mengalami proses *leveling*.

Mengacu pada tabel di atas akan dilakukan perhitungan jumlah kuadrat sebagai berikut:

$$Z = \sum_{i=1}^T y_i^2 = 49^2 + 6^2 + 42^2 + 12^2 + 50^2 + 35^2 + 60^2 + 20^2 + 18^2 + 20^2 + 50^2 + 27^2 + 54^2 + 15^2 + 18^2 + 30^2 + 30^2 + 64^2 + 4^2 = 21340 = Z_0$$

2. Kegiatan pembesian tangga type 2 lantai dua yang memiliki float 1 hari (CDC1).

$$21340 = 21340$$

Maka pekerjaan tangga type 2 lantai dua dapat ditunda 0-1 hari dengan tidak mempengaruhi pemerataan sumber daya yang ada.

3. Pembesian tangga lantai satu dengan float 2 hari (CCD1).

$$21340 = 21340$$

Kesimpulan dari kedua penundaan tersebut, karena nilai Z diatas sama maka tidak ada perubahan profil sumber daya akibat penundaan pembesian tangga lantai satu. Sehingga penundaan 1-2 hari tidak akan mempengaruhi pemertaan sumber daya.

4. Pembesian tangga lantai dasar dengan float 3 hari (CBE1).

$$21196 < 21340$$

Hal ini menandakan bahwa didapat nilai Z yang lebih minimum daripada nilai Z pada pekerjaan terdahulu (pada kasus reverse late start), sehingga jika pekerjaan pembesian tangga lantai satu ditunda 3 hari maka akan didapat resource scheduling yang baru yaitu sesuai dengan yang ditampilkan pada kondisi penundaan 3 hari di atas. Jika pembesian ditunda 3 hari maka alokasi penggunaan tukang besi beton terampil sebanyak 27 orang pada minggu ke 14 akan berubah menjadi sebanyak 24 orang, sisa 3 orang akan dialokasikan pada minggu ke 15. Pekerjaan pembesian tangga lantai dasar harus ditunda 3 hari untuk mendapatkan pemerataan sumber daya.

5. Pembesian tangga type 2 dengan float 4 hari (CAC1).

$$21196 = 21196$$

Sepintas tidak terdapat perubahan pemerataan sumber daya, namun jika dilihat dari resource profile terdapat perubahan pada minggu ke 10 dan 11, alokasi penggunaan tukang besi beton terampil pada minggu ke 10 menjadi 18 orang, sedangkan pada minggu ke 11 menjadi 20 orang.

6. Pembesian retaining wall dengan float 5 hari (CAB1).

$$21088 < 21196$$

Hal ini menandakan bahwa jika pekerjaan pembesian retaining wall ditunda 1 hari maka akan terjadi pemerataan sumber daya yang berimbang pada berubahnya resource profile. Jika pekerjaan ini ditunda selama 1 hari maka alokasi tukang besi beton terampil pada minggu ke 6 dan ke 7 akan berubah menjadi lebih merata.

Namun jika penundaan pekerjaan tersebut terus dilangsungkan hingga penundaan 5 hari maka akan terjadi pemindahan alokasi penggunaan tukang besi beton terampil ke minggu ke 7, hal ini akan menyebabkan jumlah penggunaan tukang besi beton terampil pada minggu ke 7 semakin banyak.

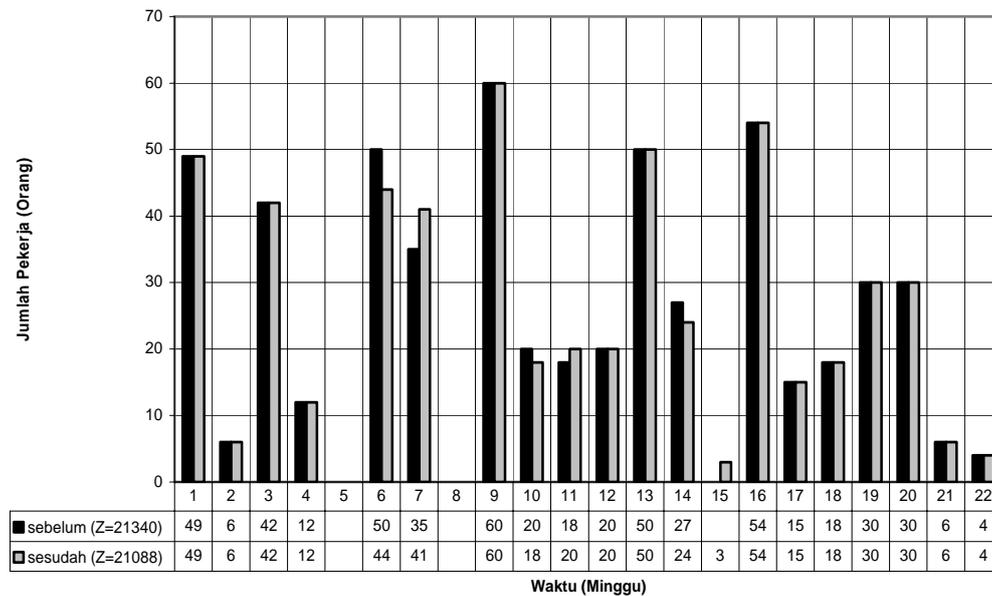
Sedangkan alokasi penggunaan tukang besi beton terampil pada minggu ke 6 semakin berkurang, sehingga akibat pemindahan tersebut *resource profile* pada minggu 6 dan 7 akan bersifat fluktuatif.

Jadi sebaiknya pekerjaan pembesian retaining wall harus dapat ditunda selama 1 hari sehingga akan didapatkan *resource leveling* yang optimal.

Tabel 3. *Sum of Square* pada Tenaga Kerja Tipe Tukang Besi Beton Terampil

Kegiatan	Tundaan (hari)	Minggu																					Z
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
-	-	49	6	42	12	50	35	60	20	18	20	50	27	54	15	18	30	30	6	4	21340		
CDC1	1	49	6	42	12	50	35	60	20	18	20	50	27	54	15	18	30	30	6	4	21340		
CCD1	1	49	6	42	12	50	35	60	20	18	20	50	27	54	15	18	30	30	6	4	21340		
	2	49	6	42	12	50	35	60	20	18	20	50	27	54	15	18	30	30	6	4	21340		
CBE1	1	49	6	42	12	50	35	60	20	18	20	50	27	54	15	18	30	30	6	4	21340		
	2	49	6	42	12	50	35	60	20	18	20	50	27	54	15	18	30	30	6	4	21340		
	3	49	6	42	12	50	35	60	20	18	20	50	24	3	54	15	18	30	30	6	4	21196	
CAC1	1	49	6	42	12	50	35	60	18	20	20	50	24	3	54	15	18	30	30	6	4	21196	
	2	49	6	42	12	50	35	60	18	20	20	50	24	3	54	15	18	30	30	6	4	21196	
	3	49	6	42	12	50	35	60	18	20	20	50	24	3	54	15	18	30	30	6	4	21196	
	4	49	6	42	12	50	35	60	18	20	20	50	24	3	54	15	18	30	30	6	4	21196	
CAB1	1	49	6	42	12	44	41	60	18	20	20	50	24	3	54	15	18	30	30	6	4	21088	
	2	49	6	42	12	38	47	60	18	20	20	50	24	3	54	15	18	30	30	6	4	21124	
	3	49	6	42	12	32	53	60	18	20	20	50	24	3	54	15	18	30	30	6	4	21304	
	4	49	6	42	12	26	59	60	18	20	20	50	24	3	54	15	18	30	30	6	4	21628	
	5	49	6	42	12	20	65	60	18	20	20	50	24	3	54	15	18	30	30	6	4	22096	

Rekapitulasi *resource leveling* tukang besi beton terampil ditampilkan dalam Tabel 4, sedangkan *Resource Profile* Tukang Besi Beton Terampil dapat dilihat dalam Gambar 2.



**Gambar 2. Resource Profile Tukang Besi Beton Terampil**

### 3.3 Resource Leveling Tenaga Kerja Tipe Pekerja

Urutan kegiatan pada leveling tenaga kerja tipe pekerja dimulai dari pekerjaan pembekistingan tangga type 2 lantai dua hingga pekerjaan galian tanah dengan uraian urutan kegiatan sebagai berikut: bekisting tangga type 2 lantai dua, bekisting tangga lantai satu, bekisting tangga lantai dasar, bekisting tangga type 2, urugan tanah ex galian, dan galian tanah. Proses perhitungan *sum of square*, rekapitulasi *resource leveling*, dan *resource profile* pekerja ditampilkan dalam Tabel 5, Tabel 6, dan Gambar 3.

**Tabel 4. Rekapitulasi Resource Leveling Tukang Besi Beton Terampil**

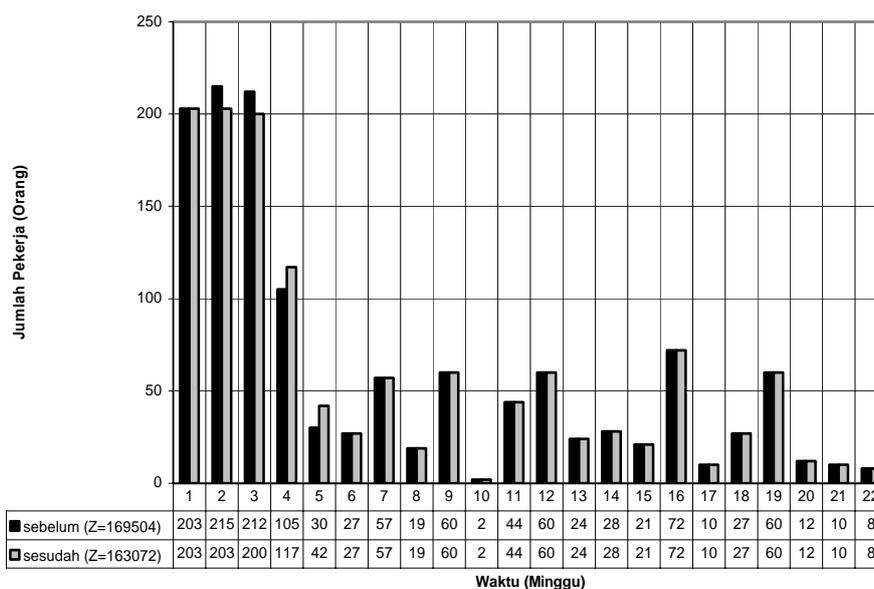
Kegiatan	Tundaan (hari)	Z	Minimum Z	Kesimpulan
-	-	21340		
CDC1	1	21340	21340 = 21340	Tunda 0-1 hari
CCD1	1	21340		
	2	21340	21340 = 21340	Tunda 0-2
CBE1	1	21340		
	2	21340		
	3	21196	21196 < 21340	Tunda 3 hari
CAC1	1	21196		
	2	21196		
	3	21196		
	4	21196	21196 = 21196	Tunda 0-4 hari
CAB1	1	21088		
	2	21124		
	3	21304		
	4	21628		
	5	22096	21088 < 21196	Tunda 1 hari

**Tabel 5. Sum of Square pada Tenaga Kerja Tipe Pekerja**

Kegiatan	Tundaan		Minggu														Z									
	(hari)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19	20	21	22	
-	-		203	215	212	105	30	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	169304	
CDC2	1		203	215	212	105	30	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	169304	
CCD2	1		203	215	212	105	30	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	5	32	60	12	10	8	169724	
	2		203	215	212	105	30	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72			37	60	12	10	8	170044
CBE2	1		203	215	212	105	30	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	169304	
	2		203	215	212	105	30	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	169304	
	3		203	215	212	105	30	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	169304	
CAC2	1		203	215	212	105	30	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	169304	
	2		203	215	212	105	30	27	57	19	60		46	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	169680	
	3		203	215	212	105	30	27	57	19	60		46	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	169680	
	4		203	215	212	105	30	27	57	19	60		46	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	169680	
CAB2	1		203	215	212	105	30	15	69	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	170512	
	2		203	215	212	105	30	3	81	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	172096	
	3		203	215	212	105	30	3	81	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	172096	
	4		203	215	212	105	30	3	81	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	172096	
	5		203	215	212	105	30	3	69	31	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	170896	
A5	1		203	203	212	117	30	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	167152	
	2		203	203	200	117	42	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	163072	
A3	1		174	203	229	117	42	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	164380	
	2		145	203	258	117	42	27	57	19	60	2	44	60	24	28	21	72	10	27	60	12	10	8	169452	

**Tabel 6. Rekapitulasi Resource Leveling pada Pekerja**

Kegiatan	Tundaan (hari)	Z	Minimum Z	Kesimpulan
-	-	169504		
CDC2	1	169504	169504 = 169504	Tunda 0-1 hari
CCD2	1	169724		
	2	170044	169504 = 169504	Tunda 0-2 hari
CBE2	1	169504		
	2	169504		
	3	169504	169504 = 169504	Tunda 0-3 hari
CAC2	1	169504		
	2	169680		
	3	169680		
	4	169680	169504 = 169504	Tunda 0-4 hari
CAB2	1	170512		
	2	172096		
	3	172096		
	4	172096		
	5	170896	169504 < 170512	Jangan ditunda
A5	1	167152		
	2	163072	163072 < 169504	Tunda 2 hari
A3	1	164580		
	2	169452	164580 < 163072	Jangan Ditunda



**Gambar 3. Resource Profile Pekerja**

#### **4. KESIMPULAN**

1. Resources Leveling yang dilakukan mampu mengurangi fluktuasi penggunaan resources yang diukur dengan menggunakan metode sum of square (Z). Hal ini dibuktikan dengan berkurangnya nilai Z pada leveling untuk tukang besi beton terampil dari 21.340 menjadi 21.088, sedangkan untuk pekerja nilai Z berkurang dari 169.504 menjadi 163.072.
2. Penggunaan tukang besi beton terampil mengalami pemerataan yang signifikan pada minggu ke 6 dan ke 7. Penggunaan minggu ke 6 sebanyak 50 orang berubah menjadi 44 orang, sedangkan penggunaan minggu ke 7 sebanyak 35 meningkat menjadi 41 orang. Hal ini menunjukkan bahwa alokasi penggunaan tukang besi beton terampil sebanyak 6 orang pada minggu ke 6 dipindah pada minggu ke 7.
3. Penggunaan pekerja mengalami pemerataan yang signifikan pada minggu ke 2 hingga minggu ke 5. Penggunaan minggu ke 2 sebanyak 215 orang berubah menjadi 203 orang. Penggunaan minggu ke 3 sebanyak 212 orang menurun menjadi 200 orang. Penggunaan minggu ke 4 sebanyak 105 orang meningkat menjadi 117 orang. Penggunaan minggu ke 5 sebanyak 30 orang meningkat menjadi 42 orang.
4. Float yang dimiliki oleh kegiatan non kritis sangat berpengaruh dalam leveling yang dilakukan, semakin banyak kegiatan yang memiliki banyak float maka semakin banyak pula alternatif bagi perencana untuk memutuskan kegiatan mana yang digeser pelaksanaannya, sehingga kemungkinan munculnya profil yang tidak fluktuatif akan semakin besar pula.

#### **PUSTAKA**

1. Burman, P.J., (1972). *Precedence Networks for Project and Control*, McGraw-Hill Inc,UK.
2. Gould, Frederick E., (1997). *Managing The Construction Process*, Prentice-Hall, USA.
3. Mubarak, Saleh., (2005). *Construction Project Scheduling and Control*, Pearson Prentice-Hall, New Jersey.
4. Patrick, Charles., (2004). *Construction Project Planning and Scheduling*, Pearson Prentice-Hall, New Jersey.