

TUGAS AKHIR
PERATAAN KUANTITAS SUMBER DAYA MANUSIA
PADA PROYEK KONSTRUKSI
DENGAN METODE OPTIMALISASI

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun oleh :

BUDI SUSILA
No. Mhs : 91310144
NIRM : 910051013114120139

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1998

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERATAAN KUANTITAS SUMBER DAYA MANUSIA

PADA PROYEK KONSTRUKSI


DENGAN METODE OPTIMALISASI

Disusun oleh :


BUDI SUSILA
No. Mhs : 91310144
NIRM : 910051013114120139

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Susastrawan, MS
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 3 - 9 - '98

Ir. Faisal AM., MS
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 1 - 9 - 1998

kelembaban tinggi dapat mempercepat rasa lelah tenaga kerja sehingga produktivitas tenaga kerja lapangan akan menurun.

- b. Keadaan fisik lapangan. Kondisi fisik lapangan seperti rawa, padang pasir atau tanah berbatu keras, besar pengaruhnya terhadap produktivitas. Hal yang sama akan terjadi pada tempat kerja dengan keadaan khusus, yang mana proyek akan mengalami perluasan instalasi yang telah ada, seringkali dibatasi bermacam peraturan keselamatan dan terbatasnya ruang gerak bagi pekerja atau peralatannya.
- c. Sarana bantu. Kurangnya kelengkapan sarana bantu seperti peralatan konstruksi, akan menaikkan jam-orang untuk menyelesaikan pekerjaan. Sarana bantu seperti truk, *grader*, *scraper*, *compactor* dan lain-lain harus selalu diusahakan siap pakai dengan jadwal pemeliharaan yang tepat.

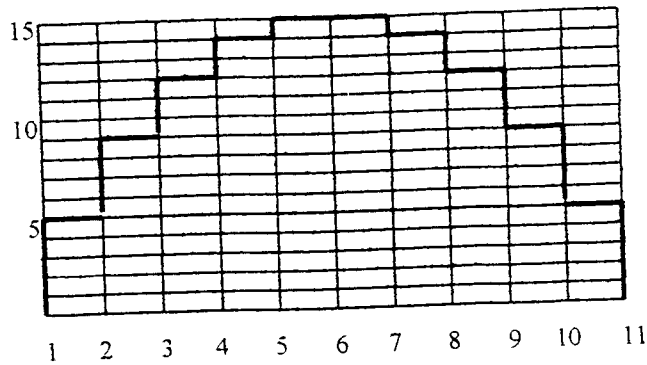
2. Kepenyeliaan, Perencanaan dan Koordinasi

Penyelia adalah segala sesuatu yang berhubungan langsung dengan tugas pengelolaan tenaga kerja, memimpin para pekerja dalam pelaksanaan tugas, juga menjabarkan perencanaan dan pengendalian menjadi langkah-langkah pelaksanaan jangka pendek, serta mengkoordinasikan dengan rekan atau penyelia lain yang terkait. Melihat lingkup tugas dan tanggung jawabnya terhadap pengaturan pekerjaan dan penggunaan tenaga kerja yang demikian, maka kualitas penyelia besar pengaruhnya terhadap produktivitas secara menyeluruh.

diatur dengan cara menggeser-geser komponen pada kegiatan nonkritis sebatas float yang tersedia dan mengusahakan agar tidak terjadi *fluctuation* yang tajam. Penjelasan dari keterangan di atas adalah sebagai berikut.

Suatu proyek terdiri dari tujuh pekerjaan yang tersusun menjadi jaringan kerja seperti pada gambar 2-3a. Setiap komponen pekerjaan memerlukan sumber daya yang berbentuk tenaga kerja berikut; kegiatan a sebanyak 20 orang selama 6 hari, kegiatan b sebanyak 15 orang selama 3 hari, kegiatan c sebanyak 15 orang selama 3 hari, kegiatan d sebanyak 10 orang selama 3 hari, kegiatan e sebanyak 15 orang selama 3 hari, kegiatan f sebanyak 35 orang selama 3 hari dan kegiatan g sebanyak 5 orang selama 3 hari.

Jaringan kerja digambarkan dengan skala waktu dan memakai ES (Early Start) untuk tiap kegiatan, sehingga akan diperoleh gambar 2-3b Selanjutnya disusun koordinat x,y, dengan y jumlah tenaga kerja dan x waktu. Gambar 2-3c merupakan pemaparan komponen pekerjaan pada koordinat, dengan terlebih dahulu dipaparkan pekerjaan kritisnya (a-f-g). Hasil pemaparan pertama menunjukkan terjadinya keadaan naik turun yang tajam (setelah hari ke-3 terjadi penurunan sejumlah 20 dari total 50 tenaga kerja yang berlangsung 3 hari, kemudian naik lagi). Hal ini diperbaiki dengan menggeser kegiatan b,d, dan e yang dimungkinkan karena memiliki float-float tersebut. Dengan demikian keperluan tenaga kerja lebih merata tidak terjadi naik turun secara tajam seperti tampak pada gambar 2-3d.



Gambar 2-5 Profil Perataan Sumber Tenaga Kerja Optimum

3. Perataan Sumber Tenaga Kerja Optimum Untuk Jaringan Dasar Proyek

Pada setiap proyek, pertimbangan akan batasan kegiatan proyek adalah sangat penting, karena optimasi jaringan dasar proyek adalah dibawah batasan-batasan teknologi dari rangkaian kegiatan. Jaringan terdiri dari kumpulan kegiatan yang terbatas; setiap kegiatan mempunyai lamanya *fixed-interger*, memerlukan jumlah tenaga kerja yang tetap dan merupakan hal pokok untuk mendahulukan sekumpulan hubungan khusus yang sebelumnya telah diijinkan. Kegiatan tidak dapat ditunda sekali dimulai. Faktor penting adalah bahwa waktu mulai untuk kegiatan nonkritis saja yang dapat diubah-ubah untuk menghasilkan jadwal yang rata.

Cara penulisan berikut ini digunakan:

$A(j)$ = kegiatan nonkritis ($j = 1...K$)

$D(j)$ = lamanya dari $A(j)$

$R(j)$ = sumber tenaga kerja yang dibutuhkan $A(j)$ pada masing-masing tanggal

$ES(j)$ = tanggal memulai paling awal dari $A(j)$

$EF(j)$ = tanggal selesai paling awal dari $A(j)$

$LS(j)$ = tanggal memulai paling akhir dari $A(j)$

$S(j)$ = tanggal memulai yang direncanakan untuk $A(j)$

$X(j)$ = korelatif tanggal memulai yang direncanakan untuk $A(j)$
antara $ES(j)$ dan $LS(j)$

$FL(j)$ = jumlah hari antara $ES(j)$ dan $LS(j)$

$L(i)$ = perubahan sumber tenaga kerja yang ditetapkan pada
tanggal i karena kegiatan kritis

$Y(i)$ = perubahan sumber tenaga kerja pada tanggal i

$a(i,j)$ = perubahan sumber tenaga kerja $A(j)$ pada tanggal i

K = jumlah kegiatan nonkritis

H = kumpulan semua perubahan sumber tenaga kerja dalam
proyek

N = lamanya proyek

dan

$$1 \leq j \leq K$$

$$1 \leq i \leq N+1$$

Tabel 2-2 menunjukkan tanda yang disamaratakan untuk perubahan sumber tenaga kerja selama kegiatan nonkritis $A(j)$ untuk hari-hari $i = 1 \dots i = N+1$. Tanda untuk kebutuhan akan sumber tenaga kerja telah disusun jadi tabel.

$Y(i)$ dituliskan seperti

$$Y(i) = \sum_{j=1}^K a(i, j) + L(i) \quad (3-7)$$

dimana

$$a[S(j), j] = R(j) \quad (3-8)$$

$$a[S(j) + D(j), j] = -R(j) \quad (3-9)$$

dan

$$H \cap \{a[S(j), j], a[S(j) + D(j), j]\} = 0 \quad (3-10)$$

Karena diminta untuk memperkecil perbedaan perubahan sumber tenaga kerja, fungsi obyektif adalah untuk memperkecil jumlah kuadrat perubahan sumber tenaga kerja tiap-tiap hari. Karena itu dari persamaan (3-7) diperoleh hubungan berikut ini.

Memperkecil

$$\begin{aligned} Z &= \sum_{i=1}^{N+1} Y(i)^2 \\ &= \sum_{i=1}^{N+1} \left\{ \left[\sum_{j=1}^K a(i, j) \right] + L(i) \right\}^2 \end{aligned} \quad (3-11)$$

Permasalahan dalam bentuk matematisnya dapat diringkas:

Memperkecil

$$= \sum_{i=1}^{N+1} \left\{ \left[\sum_{j=1}^K a(i, j) \right] + L(i) \right\}^2 \quad (3-11)$$

sasarannya ke

$$1 \leq X(j) \leq FL(j) \quad (3-1)$$

dan

$$X(i) \leq X(j) \quad (3-6)$$

dibawah rumus dari persamaan (3-2), (3-3), (3-5), (3-7), (3-8), (3-9), dan (3-10).

Langkah-langkah berikut di bawah ini akan dapat mencapai sebuah penyelesaian tertinggi:

- Langkah 1. Tentukan float $FL(j)$ untuk setiap kegiatan menggunakan persamaan (3-2).
- Langkah 2. Hitung jumlah kuadrat perubahan sumber tenaga kerja (persamaan 3-11). Merubah float dari setiap kegiatan pokok ke batasan (3-1) dan (3-6).
- Langkah 3. Pilih rancangan dengan harga terendah untuk persamaan (3-11) dari semua kombinasi yang mungkin dari awal kegiatan.

Tabel 3.6 Kegiatan-Kegiatan Non Kritis

| KEGIATAN NON KRITIS | | | | | |
|----------------------------------|----------|--------|--------------|----|-------|
| NAMA PEKERJAAN | KEGIATAN | DURASI | TENAGA KERJA | ES | FLOAT |
| | A(j) | D | R | | FL |
| Pek. Dinding (lt. dasar) | 1 | 6 | 23 | 11 | 7 |
| Pek. Lantai (lt. dasar) | 2 | 3 | 20 | 15 | 7 |
| Pek. Pintu dan Jendela (lt. dsr) | 3 | 4 | 1 | 15 | 7 |
| Pek. Plafond (lt. dasar) | 4 | 3 | 7 | 15 | 7 |
| Pek. Sanitair (lt. dasar) | 5 | 3 | 2 | 15 | 7 |
| Lain-Lain (lt. dasar) | 6 | 2 | 1 | 15 | 7 |
| Pek. Finishing (lt. dasar) | 7 | 3 | 14 | 15 | 7 |
| Pek. Dinding (lt. dua) | 8 | 4 | 38 | 15 | 4 |
| Pek. Lantai (lt. dua) | 9 | 3 | 11 | 15 | 4 |
| Pek. Pintu dan Jendela (lt. dua) | 10 | 4 | 2 | 17 | 4 |
| Pek. Plafond (lt. dua) | 11 | 3 | 4 | 17 | 4 |
| Pek. Sanitair (lt. dua) | 12 | 3 | 2 | 18 | 4 |
| Lain-Lain (lt. dua) | 13 | 2 | 1 | 18 | 4 |
| Pek. Finishing (lt. dua) | 14 | 4 | 22 | 18 | 4 |
| Peralatan Utama | 15 | 5 | 3 | 4 | 9 |
| Ins. Jaringan Distribusi Utama | 16 | 13 | 4 | 11 | 2 |
| Inst. Plumbing Lantai Dasar | 17 | 8 | 2 | 11 | 4 |
| Inst. Plumbing Lantai 2 dan 3 | 18 | 7 | 2 | 15 | 4 |

Pada kegiatan non kritis yang akan dipergunakan dalam proses leveling, nilai float

(FL) didapatkan dari rumus $FL(j) = LS(j) - ES(j) + 1$ atau $= TF + 1$

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam proses perataan diberikan dengan menggunakan cara penulisan berikut:

$A(j)$ = kegiatan nonkritis ($j = 1 \dots K$)

$D(j)$ = lamanya dari $A(j)$ (dalam minggu)

$R(j)$ = sumber tenaga kerja yang dibutuhkan $A(j)$ pada masing-masing tanggal (dalam minggu)

$ES(j)$ = tanggal memulai paling awal dari $A(j)$

$EF(j)$ = tanggal selesai paling awal dari $A(j)$

$LS(j)$ = tanggal memulai paling akhir dari $A(j)$

$S(j)$ = tanggal memulai yang direncanakan untuk $A(j)$

$X(j)$ = korelatif tanggal memulai yang direncanakan untuk $A(j)$ antara $ES(j)$ dan $LS(j)$

$FL(j)$ = jumlah minggu antara $ES(j)$ dan $LS(j)$

$L(i)$ = perubahan sumber tenaga kerja yang ditetapkan pada tanggal i karena kegiatan kritis

$Y(i)$ = perubahan sumber tenaga kerja pada tanggal i

$a(i,j)$ = perubahan sumber tenaga kerja $A(j)$ pada tanggal i

K = jumlah kegiatan nonkritis = 18

H = kumpulan semua perubahan sumber tenaga kerja dalam proyek

N = lamanya proyek = 24 minggu

dan $1 \leq j \leq K, 1 \leq i \leq N+1$

Kemudian tanda untuk kebutuhan akan sumber tenaga kerja disusun menjadi tabel, dan dihitung jumlah kuadrat perubahan sumber tenaga kerjanya. Pilih perataan optimum, yaitu rancangan dengan harga terendah untuk persamaan

$$Z = \sum_{i=1}^{N+1} Y(i)^2 = \sum_{i=1}^{N+1} \left\{ \left[\sum_{j=1}^K a(i,j) \right] + L(i) \right\}^2$$

dari semua kombinasi yang

mungkin dari awal kegiatan.

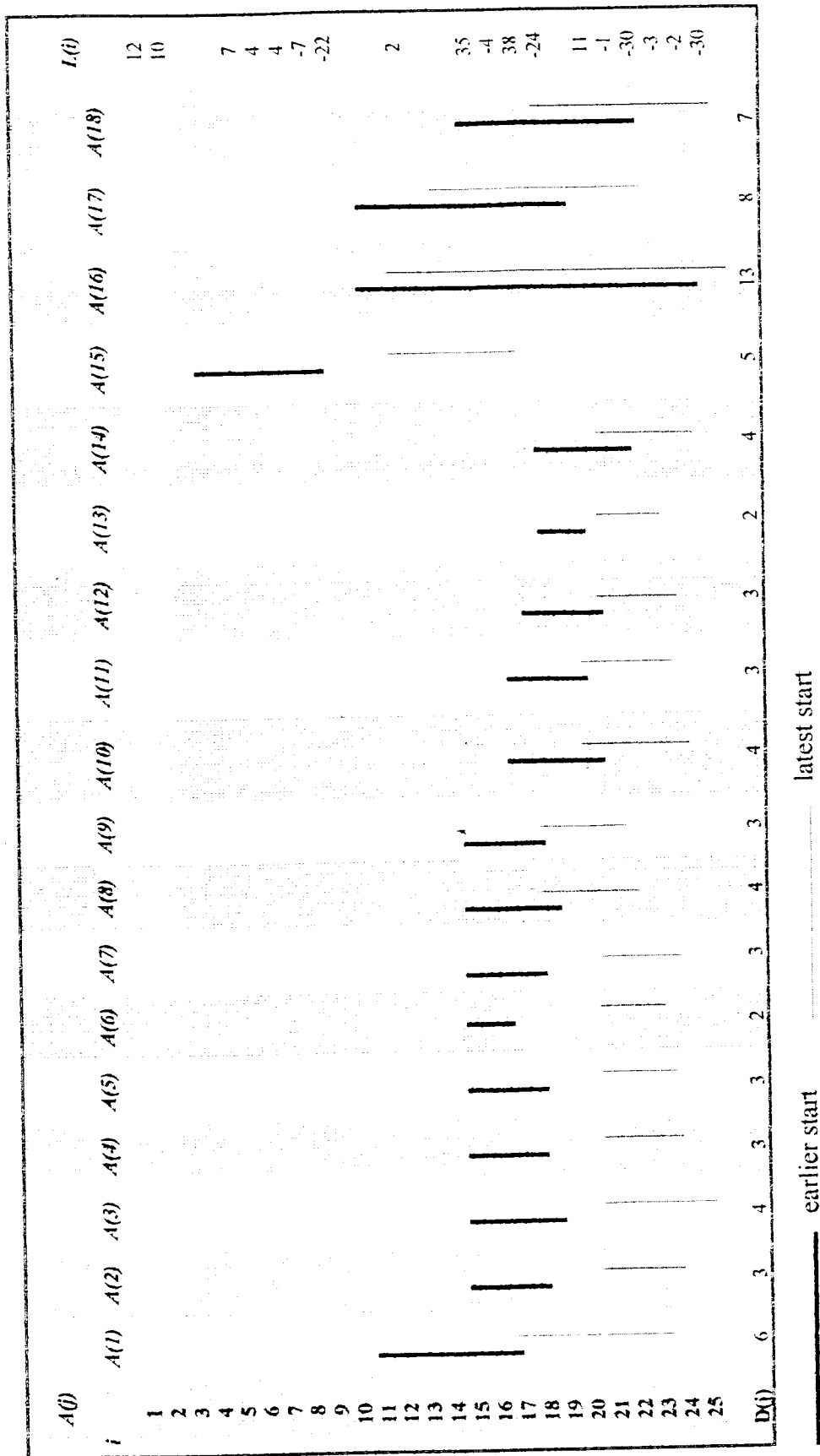
Proses penyusunan perataan kegiatan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Bagan Balok Jaringan Kerja Non Kritis.

Tabel 3.7 adalah bagan balok dari jaringan kerja kegiatan non kritis yang akan dilakukan perataan. $A(j)$ adalah kegiatan non kritis ($j= 1...18$), i adalah tanggal dalam minggu pelaksanaan proyek, sedang $D(j)$ adalah lamanya dari $A(j)$. Garis lurus menunjukkan kegiatan dengan earlier start (ES), dan garis putus-putus menunjukkan latest start (LS) pada kegiatan yang sama. Kegiatan hanya dapat dimulai antara ES dan LS masing-masing. $L(i)$ adalah perubahan sumber tenaga kerja yang ditetapkan pada tanggal i karena kegiatan kritis, diperlihatkan pada gambar 3.2. Nilai $L(i)$ tetap pada tiap leveling karena merupakan kegiatan kritis.

Contoh perhitungan nilai $L(i)$ ini dapat diberikan pada gambar 3.2 sebagai berikut. Pada $i=1$ terjadi kegiatan a dengan jumlah sumber tenaga kerja 12 sehingga perubahannya adalah 12. Pada $i=2$ terdapat kegiatan b dengan jumlah sumber tenaga kerja 10, juga terdapat kegiatan a, sehingga perubahannya adalah sumber tenaga kerja $(a+b)-a = (12+10)-12 = 10$. Pada $i=3$ dan $i=4$ tidak terjadi perubahan sehingga $L(i)$ tidak mempunyai nilai. Artinya nilai perubahan dapat dihitung dari jumlah seluruh sumber tenaga kerja pada tanggal tersebut (i) dikurangi jumlah seluruh sumber tenaga kerja pada tanggal berikutnya ($i+1$). Demikian bila terjadi perubahan kenaikan atau penurunan harus diperhitungkan.

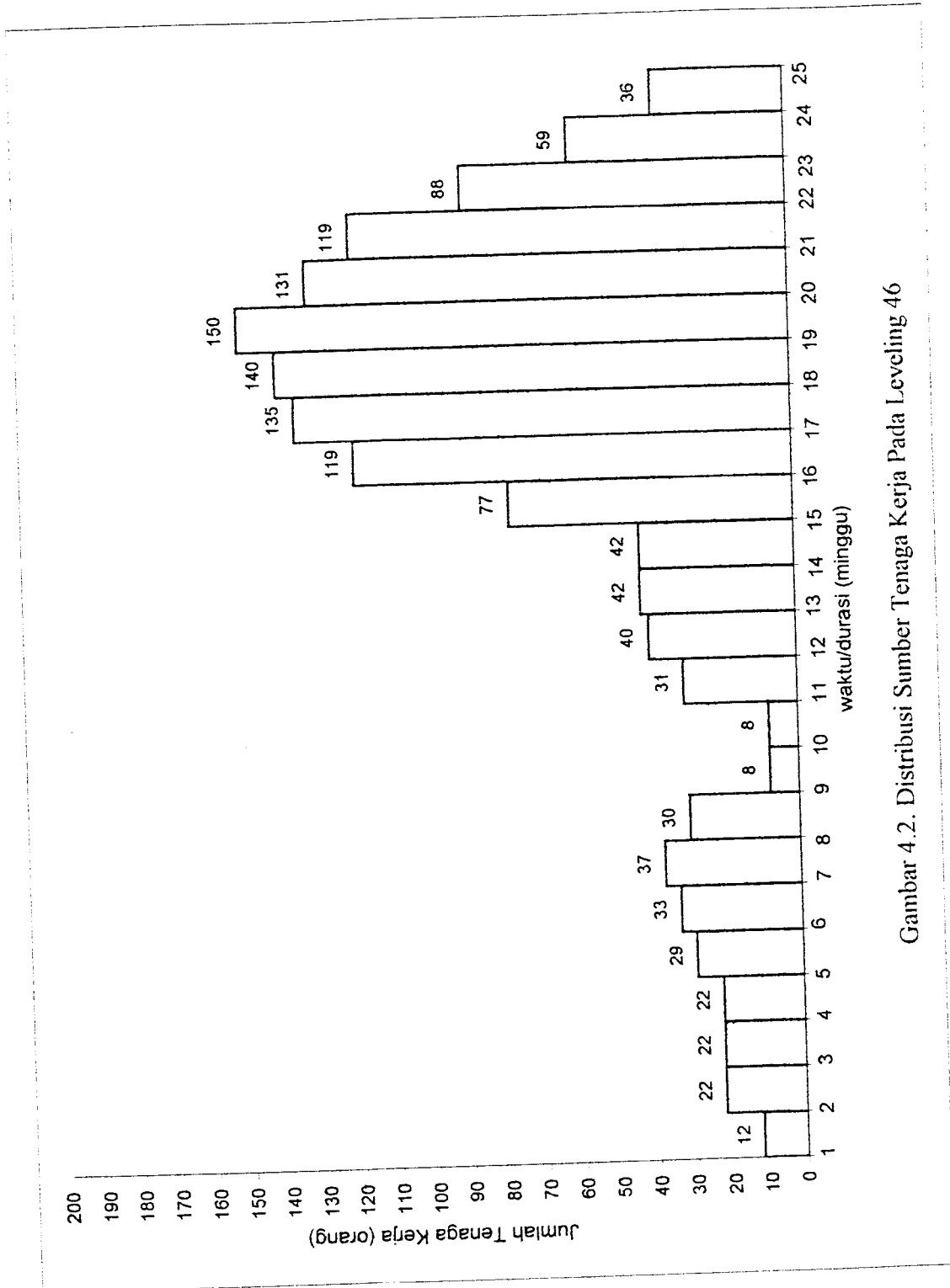
Tabel 3.7 Bagan Balok Kegiatan Non Kritis



3. Setelah Perataan (leveling).

Proses leveling dilakukan dengan jalan menggeser-geser waktu mulai kegiatan non kritis sebatas ES dan LS masing-masing. Dari proses leveling yang dilakukan, didapatkan nilai optimum jadual tenaga kerja proyek pada leveling ke 46, dimana nilai Z minimum. Hal ini diperlihatkan pada tabel 3.9.

Dari tabel 3.9 didapatkan nilai Z minimal, tetapi belum memenuhi persyaratan karena masih terlihat adanya lembah (keluar masuknya tenaga kerja). Hal ini tampak dari adanya nilai $Y(i)$ negatif pada saat distribusi naik, yaitu nilai negatif pada $Y(8)$ dan $Y(9)$. Selanjutnya karena pada leveling ke 46 ini belum memenuhi persyaratan perataan, dilakukan leveling kembali sehingga didapatkan nilai optimum yang memenuhi syarat pada leveling ke 63 seperti diperlihatkan pada tabel 3.10.



Gambar 4.2. Distribusi Sumber Tenaga Kerja Pada Leveling 46

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan terhadap perencanaan tenaga kerja proyek dengan menerapkan metode leveling maka dapat diambil beberapa kesimpulan.

1. Perencanaan jadual tenaga kerja memerlukan data dari RAB dan time schedule proyek untuk mengetahui jalur kritis dan floatnya, serta nilai produktivitas tenaga kerja untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan.
2. Proses perataan (*leveling*) dilakukan dengan menggeser-geser ES (*earlier start*) kegiatan-kegiatan non kritis sebatas floatnya, sehingga didapatkan jumlah nilai perubahan tenaga kerja proyek yang minimal.
3. Pada proses leveling dimungkinkan adanya perubahan ES dengan memajukannya dari tanggal semula asalkan urutan dan waktu kegiatannya masih dapat diterima, juga dimungkinkan adanya leveling yang dilakukan secara lebih acak.
4. Perencanaan jadual tenaga kerja proyek yang optimum, harus tidak ada *fluctuation* yang tajam pada distribusi tenaga kerjanya.
5. Persyaratan bagi suatu perataan optimum adalah distribusi tenaga kerja relatif minimal perubahannya dan sedikit demi sedikit naik sampai pada suatu puncak, kemudian sedikit demi sedikit turun sampai akhir.