PERANCANGN MEJA KERJA PENEMPATAN PART DENGAN METODE OPTIMASI UTILITAS LUAS PERMUKAAN

Ilyas Mas'udin[1]

ABSTRACT

Placing same different / various dimension (length and width) problem on work station to process at a machine is a similar problem with "pallet loading " .A had placing method cause low utility of table are or low prosentage of used table area. If every process had fixed cost, so it causer hight production cost per unit.

That's why we need a good part placing method to optimaize table usa. This research had optimaized work table method with different parts of sizes using dynamic programes upproching. The model made only considering length and width demansion of each part .

Key Words : Pallet Loading, Dinamic Programing

PENDAHULUAN

Sering dijumpai masalah penyusunan sejumlah barang berukuran tertentu ke dalam pellet, pemuatan paket dalam kotak-kotak atau angkutan tertentu, pemotongan selembar bahan menjadi potongan-potongan dengan ukuran tertentu, dan sebagainya. Semua permasalahan ini menjadi tidak sederhana manakala dikehendaki agar penggunaan palet, kotak, angkutan, atau lembaran bahan yang hendak dipotong memberikan performansi yang optimum. Optimasi penggunaan lembaran bahan atau kotak standar ini pada umumnya dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi bahan atau utilitas kotak, meminimumkan ongkos, atau memaksimumkan profit.

Istilah umum yang sering dipakai untuk permasalahan tersebut adalah *cargo-loading, knapsack problem, cutting stock problem*, atau *pallet loading*. Masalah yang mirip dengan kasus ini adalah alokasi sumber daya. Dreyfus (1997) menyelesaikan permasalahan *cargo loading, knapsack problem*, dan alokasi sumber daya dengan pendekatan program dinamis. Lieberman (1990) juga menyelesaikan alokasi sumber daya dengan pendekatan programa dinamis. Antodio et. Al. (1999) menggunakan pendekatan heuristik berbasis programa dinamis untuk *cutting stock problem*.

Adakalanya penyusunan barang ke dalam kotak atau angkutan hanya mempertimbangkan satu dimensi ukuran, misalnya berat atau panjangnya saja. Sebagai contoh, katakanlah terdapat sebuah karung dengan kapasitas berat tertentu dan terdapat sejumlah barang dengan berat dan nilai (yang menunjukkan keuntungan yang diperoleh jika memuat barang tersebut) yang beragam yang harus dimuat dalam karung

[1]) *Dosen Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang*

tersebut. Upaya yang harus dilakukan adalah memilih barang yang mana saja yang harus dimuat ke dalam karung sehingga berat total barang tidak melebihi kapasitas karung dan sekaligus diperoleh nilai yang tinggi. Pada kasus ini hanya perlu dipertimbangkan dimensi berat saja sebagai kendala pemilihan barang.

Namun sering juga dijumpai kasus dimana harus memperhatikan lebih dari dua dimensi, misalnya berat dan volume atau panjang dan lebar dari barang yang hendak dimuat. Dalam hal ini, kargo, kotak atau meja yang disediakan juga memiliki kapasitas tertentu pula. Masalah ini tentu lebih rumit dari masalah pertama yang kendalanya hanya satu dimensi. Hodgson (1982) menggunakan programa dinamis dan heuristik untuk kasus pemuatan sejumlah n kotak persegi panjang berukuran l x w ke dalam pallet standar berukuran L x W. Model yang dibuat bertujuan memaksimumkan area yang terpakai pada pallet. Mortello et.al. (1998) menggunakan pendekatan *branch and bound* untuk menyelesaikan masalah *two dimensional bin packing*. Sedangkan Lodi et.al. (1999) menggunakan algoritma *tabu search*.

Semakin banyak barang yang akan dimuat ke dalam kotak, meja atau kargo, makin rumit pola peletakannya. Apalagi jika ukurannya sangat beragam. Untuk itu dibutuhkan metode penyusunan yang baik untuk memenuhi target optimasi ini.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu metode penempatan part pada meja kerja berbentuk persegi panjang, dengan memperhatikan panjang dan lebar tiap-tiap part dan ukuran meja kerja. Target dari model yang dibuat adalah optimasi utilitas luas meja kerja untuk menempatkan part-part tersebut. Solusi yang diharapkan adalah model pembebanan meja dan algoritma alokasi part pada meja dengan menggunakan programa dinamik. Model yang akan dikembangkan adalah model pembebanan meja kerja dengan sejumlah part berukuran berbeda-beda. Pembebanan yang tidak optimal akan mengakibatkan utilitas luas meja rendah. Jika setiap kali pembebanan dikenakan biaya tetap untuk setiap kali prosesnya, maka rendahnya utilitas ini akan mengakibatkan tingginya ongkos produksi per unit atau per satuan luas part. Selain itu, jika utilitas meja rendah, keterlambatan pengerjaan part akan mungkin terjadi jika jumlah part yang harus dikerjakan banyak sementara kapasitas meja kerja terbatas. Performansi dari model ini adalah utilitas luas meja atau prosentase luas meja terpakai. Semakin tinggi utilitas meja berarti akan semakin kecil jumlah siklus yang dibutuhkan untuk memproses sejumlah part-part dan ini berarti akan semakin kecil ongkos produksi per satuan luas part.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembuatan Model

Kriteria optimasi pada model yang dibuat adalah optimasi penggunaan luas meja terpakai. Luas meja ini selanjutnya diasumsikan sebagai nilai maksimum yang dicapai dalam memenuhi meja kerja. Oleh karena itu, maka pada model ini dibuat nilai bagi tiap-tiap part dimana nilai ini ditunjukkan dengan luas tiap-tiap part yang akan diproses. Nilai total yang dikehendaki adalah nilai maksimum, dimana nilai total ini menunjukkan luas pemakaian area dari meja yang dipakai. Makin tinggi nilai total yang diperoleh, berarti makin luas area meja yang terpakai, maka makin tinggi pula utilitas luas meja.

Notasi yang dipakai pada model ini adalah sebagai berikut :

V_i : nilai part ke-I

w : sisa meja sisi vertikal (w = $\underline{w}$; w+0,1 ; $\underline{w}$+0,2 ; ......:W)

l : sisa meja sisi horisontal (l = $\underline{l}$; l+0,1 ; $\underline{l}$+0,2 ; ......:L)

W : lebar meja kerja (pada contoh kasus dipakai 2 m)

L : panjang meja kerja (pada contoh kasus dipakai 8 m)

Ω : luas meja tersisa (Ω = $\underline{w}$ x l ; w x ($\underline{l}$+0,1) ; ....: 16)

x_i : sisa panjang part ke-i

y_i : sisa lebar part ke-i

N : jumlah part

Formulasi dengan programa dinamik (Fungsi Hubungan Rekursif) untuk model ini adalah :

$S(\Omega_{w.l}) = \text{maks}\ \{V_i + S(\Omega'_{w.l})\}$ ... (1)

Dimana :

$S(\Omega_{w.l})$: maksimasi nilai untuk menempatkan n part jika terdapat sisa meja seluas Ω, yaitu w x l

$$S(\Omega'_{w.l}) = \text{maks} \begin{matrix} [S(\Omega_{w.l}) \setminus A_{Hi});] \\ [S(\Omega_{w.l}) \setminus A_{Vi})\ ] \end{matrix} \quad .....(2)$$

$S(\Omega'_{w.l})$: maksimasi nilai untuk menempatkan (n-1) part jika terdapat sisa meja dengan luas Ω', yaitu w x l dikurangi luas part ke-i (x_i x y_i), dimana x_i adalah panjang part ke-i dan y_i adalah lebar part ke-i

$S(\Omega_{w.l}) \setminus A_{Hi})$: maksimasi nilai untuk menempatkan n-1 part jika terdapat sisa meja seluas Ω' yaitu w x l, dikurangi luas part ke-i berukuran x_i x y_i dan part ke-i diletakkan secara horisontal.

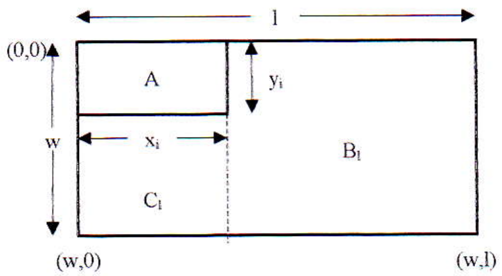
$S(\Omega_{w.l}) \setminus A_{Vi})$: maksimasi nilai untuk menempatkan (n-1) part jika terdapat sisa meja seluas Ω', yaitu w x l dikurangi luas part ke-i berukuran berukuran x_i x y_i dan part ke-i diletakkan secara vertikal.

Pengisian meja kerja dengan part-part yang hendak diproses dilakukan dengan pola tertentu. Pola ini menjelasakan tahapan pemenuhan meja dari sudut kiri atas hingga sisi terkanan dari meja. Untuk model pertama pengisian diawali dengan meletakkan part ke-i (i = 1, 2, ...N) di sudut kiri atas meja (area A pada gambar 1a), sehingga terdapat sisa meja di sebelah kanan (area B pada gambar 1a) dan bawah (area C pada gambar 1a) part tersebut. Namun adakalanya tidak terdapat sisa meja di sebelah kanan part, jika panjang part (x_i) sama dengan panjang meja tersisa (l) untuk part yang disusun secara horisontal atau lebar part (y_i) sama dengan panjang meja tersisa (l) untuk part yang disusun secara vertikal. Adakalanya pula tidak terdapat sisa meja di bagian bawah part jika lebar part ke-i sama dengan lebar meja tersisa (w) untuk part yang disusun secara horisontal atau panjang part (x_i) sama dengan lebar meja tersisa (w) untuk part yang disusun secara vertikal. Jika terdapat sisa meja, maka sisa meja inilah yang digunakan untuk meletakkan part-part lainnya yang dilakukan pada langkah-langkah sebelumnya.

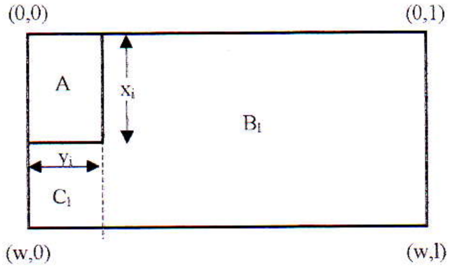
Pengisian sisa meja (area B dan C) dilakukan dengan dua alternatif pola, yaitu :

a. Pola pertama (pola 1), yakni dengan memaksimumkan terlebih dahulu area di sebelah kanan part ke-i (area B), baru kemudian area di bawah part ke-i (area C), seperti terlihat pada Gambar 1a dan 1b. pada FHR (Fungsi Hubungan Rekursif), nilai area B ditunjukkan dengan $f\ (\Omega_{w,\ .1-xi})$ jika part ke-i disusun secara horisontal (gambar 1a) atau $f\ (\Omega_{w,\ 1-yi})$ jika part ke-i disusun secara vertikal (gambar 1b). Sedangkan area C ditunjukkan dengan $f\ (\Omega_{w-xi,yi})$ untuk susunan vertikal.

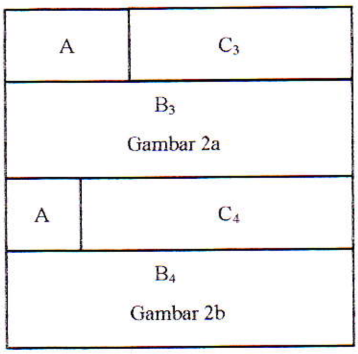
b. Pola kedua (pola 2), sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2a dan 2b, area di sebelah bawah part ke-i (area B) dimaksimumkan terlebih dahulu, kemudian baru area di sisi kanan part ke-i (area C). Pada FHR, area B ditunjukkan dengan $f\ (\Omega_{w-\ yi,l})$ jika part ke-i disusun secara horisontal (gambar 3.2a) atau $f\ (\Omega_{w-xi,l})$ jika part ke-i disusun secara vertikal (gambar 2b) dan area C ditunjukkan dengan $f\ (\Omega_{xi,l-,yi})$ jika part ke-i disusun secara vertikal.



Gambar 1a



Gambar 1b



Gambar 2a

Gambar 2b

Kedua pola ini dipertimbangkan untuk penyusunan part ke-i baik secara vertikal atau horisontal. Pola yang memaksimumkan nilai S $(\Omega_{w.l})$ adalah pola yang dipilih. Perlu diingat bahwa pola peletakan part yang diajukan ini merupakan salah satu pola dari banyak pola yang memungkinkan. Pada model yang dibuat, sisa meja hanya dibagi menjadi dua segmen, yaitu di samping dan bawah part ke-i.

Dengan demikian maka persamaan (2) dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$S(\Omega_{w,l}) \setminus A_{Hi}) = \text{maks} \quad \text{.........(3)}$$
$$[\text{pola } 1 : f(\Omega_{w,\, l-xi}) + f(\Omega_{w-yi,\, xi})]$$
$$[\text{pola } 2 : f(\Omega_{w-yi,\, l}) + f(\Omega_{yi,\, l-xi})]$$

$$S(\Omega_{w,l}) \setminus A_{Vi}) = \text{maks} \quad \text{.........(4)}$$
$$[\text{pola } 1 : f(\Omega_{w,\, l-yi}) + f(\Omega_{w-xi,\, yi})]$$
$$[\text{pola } 2 : f(\Omega_{w-xi,\, l}) + f(\Omega_{xi,\, l-yi})]$$

Dimana :

$f(\Omega_{w,\, l-xi})$: maksimasi nilai untuk menempatkan sejumlah part tersisa jika terdapat sisa meja seluas Ω yaitu w x $(1-x_i)$ di luar part ke-i.

$f(\Omega_{w-yi,\, xi})$: maksimasi nilai untuk menempatkan sejumlah part tersisa jika terdapat sisa meja seluas Ω yaitu $(w-y_i)$ x x_i di luar part ke-i dan part yang mengisi area w x $(1-x_i)$

$f(\Omega_{w-yi,\, l})$: maksimasi nilai untuk menempatkan sejumlah part tersisa jika terdapat sisa meja seluas Ω yaitu $(w-y_i)$ x 1 di luar part ke-i.

$f(\Omega_{yi,\, l-xi})$: maksimasi nilai untuk menempatkan sejumlah part tersisa jika terdapat sisa meja seluas Ω yaitu y_i x $(l-x_i)$ di luar part ke-i dan part yang mengisi area $(w-y_i)$ x 1

$f(\Omega_{w,\, l-yi})$: maksimasi nilai untuk menempatkan sejumlah part tersisa jika terdapat sisa meja seluas Ω yaitu w x $(1-y_i)$ di luar part ke-i.

$f(\Omega_{w-xi,\, yi})$: maksimasi nilai untuk menempatkan sejumlah part tersisa jika terdapat sisa meja seluas Ω yaitu (w-xi) x yi di luar part ke-i dan part yang mengisi area w x $(l-y_i)$

$f(\Omega_{w-xi,\, l})$: maksimasi nilai untuk menempatkan sejumlah part tersisa jika terdapat sisa meja seluas Ω yaitu $(w-x_i)$ x 1 di luar part ke-i.

$f(\Omega_{xi,\, l-yi})$: maksimasi nilai untuk menempatkan sejumlah part tersisa jika terdapat sisa meja seluas Ω yaitu x_i x (l-yi) x yi tanpa mempertimbangkan part ke-i dan part yang mengisi area $(w-x_i)$ x 1

Variabel keputusan :

$p(\Omega_{w,\, l})$: part-part yang diletakkan di meja saat terdapat sisa meja dengan luas Ω, yaitu (w x l) sehingga nilai $S(\Omega_{w,\, l})$ maksimum (memaksimumkan ruas kanan pada FHR)

Boundray Condition :

$S(\Omega_{w,\, l}) = -\infty$ untuk w atau $1 < 0$

$S(\Omega_{w,\, l}) = 0$ untuk w = 0; 0,1; 0,2; ....; w-0,1 dan l = 0; 0,1; 0,2; ....; l-0,1 dimana w merupakan lebar terkecil part dan l merupakan panjang terkecil part.

State ditentukan dengan melihat lebar dan panjang meja tersisa (w,l), oleh karena itu state diawali dengan menentukan S (Ω_wi) dimana w dan l merupakan lebar dan panjang terkecil dari part-part yang akan dimasukkan dan diakhiri dengan ukuran meja, yaitu W x L.

Prosedur perncarian solusi yang digunakan dalam model ini adalah pendekatan maju (*forward*). Perhitungan S (Ω_wi) dan penentuan p (Ω_wi) dilakukan dengan algoritma sebagai berikut:

1. Tentukan lebar terkecil dari part-part yang hendak disusun kemudian ditetapkan sebagai w.]
2. Tentukan panjang terkecil dari part-part dengan lebar w. tetapkan sebagai l.
3. Tentukan S (Ω_wi) yang merupakan nilai part dengan ukuran w x l
4. Tentukan p (Ω_wi) sebagai part yang mengisi area w x l
5. Tetapkan w $\leftarrow$ w dan l $\leftarrow$ l + 0,1
6. Hitung S (Ω_wi) :

   Tetapkan part ke-i, dimana $x_i \leq l$ dan $y_i \leq w$ atau $y_i \leq l$ dan $x_i \leq w$, sebagai part pertama yang menempati area A.

   6.1. Part ke-i (i = 1, ...N) disusun secara horisontal (gambar 1a dan 2a) :

   a. Letakkan part ke-i di sudut kiri atas meja (sudut kiri atas part berimpit dengan titik (0,0)) secara horisontal.
   b. Bagi sisa meja dengan cara menarik garis dari titik (0, x_i) ke titik (w, x_i)
   c. Hitung sisa meja di sebelah kanan part ke-i (area B_1) dan nyatakan sebagai $\Omega_{yi,\, l-xi}$
   d. Tentukan f($\Omega_{yi,\, l-xi}$) yang merupakan nilai maksimum untuk menempatkan sejumlah part yang tersisa tanpa mempertimbangkan part ke-i dalam perhitungannya.
   e. Tentukan P_1 sebagai himpunan part yang mengisi area (w, l-x_i)
   f. Tentukan f ($\Omega_{w-yi,}x_i$) yang merupakan nilai maksimum untuk menempatkan sejumlah part tersisa part tanpa melibatkan part ke-i dan part P_1 dalam perhitungannya.
   g. Tentukan P_2 sebagai himpunan part yang mengisi area (w.$y_{i,}x_i$)
   h. Hitung V_i + f ($\Omega_{w,l-xi}$) + f ($\Omega_{w-yi,\, xi}$)
   i. Bagi sisa meja dengan cara menarik garis dari titik (y_i, 0) ke titik (y_i, l)
   j. Hitung sisa meja sebelah bawah part ke-i (area B_3) dan nyatakan sebagai $\Omega_{w-yi,\, l}$
   k. Hitung sisa meja di sebelah kanan part part ke-i (area C_3) dan nyatakan sebagai $\Omega_{yi,\, l-xi}$
   l. Tentukan f ($\Omega_{w-yi,\, l}$) yang merupakan nilai maksimum untuk menempatkan sejumlah part tersisa tanpa melibatkan part ke-i dalam perhitungannya.
   m. Tentukan P_3 sebagai himpunan part yang mengisi area (w-y_i, l)
   n. Tentukan f ($\Omega_{w-yi,\, xi}$) yang merupakan nilai maksimum untuk menempatkan

sejumlah part tersisa tanpa melibatkan part ke-i dan part P_3 dalam perhitungannya.

o. Tentukan P_4 sebagai himpunan part yang mengisi area (y_i, l-x_i)

p. Hitung $V_i + f(\Omega_{w-yi,\, l}) + f(\Omega_{yi-l,\, xi})$

q. Bandingkan hasil perhitungan pada langkah 6.1.i dengan 6.1.q. pilih yang terbesar.

6.2. Part ke-i disusun secara vertikal (gambar 1b dan 2b) :

a. Letakkan part ke-i di sudut kiri atas meja (sudut kiri atas part berimpit dengan titik (0,0)) secara vertikal

b. Bagi sisa meja dengan cara menarik garis dari titik (0, y_i) ke titik (w, y_i)

c. Hitung sisa meja di sebelah kanan part ke-i (area B_2) dan nyatakan sebagai $\Omega_{w,\, l-yi}$

d. Hitung sisa meja di sebelah bawah part ke-i (area C_2) dan nyatakan sebagai $\Omega_{w-xi,\, yi}$

e. Tentukan $f(\Omega_{w,\, l-yi})$ yang merupakan nilai maksimum untuk menempatkan sejumlah part yang tersisa tanpa mempertimbangkan part ke-i dalam perhitungannya.

f. Tentukan P_1 sebagai himpunan part yang mengisi area (w, l-x_i)

g. Tentukan $f(\Omega_{w-yi,} x_i)$ yang merupakan nilai maksimum untuk menempatkan sejumlah part tersisa part tanpa melibatkan part ke-i dan part P_1 dalam perhitungannya.

h. Tentukan P_2 sebagai himpunan part yang mengisi area (w.x_i.y_i)

i. Hitung $V_i + f(\Omega_{w,l-yi}) + f(\Omega_{w-xi,\, yi})$

j. Bagi sisa meja dengan cara menarik garis dari titik (0, x_i) ke titik (x_i, l)

k. Hitung sisa meja sebelah bawah part ke-i (area B_4) dan nyatakan sebagai $\Omega_{w-xi,\, l}$

l. Hitung sisa meja di sebelah kanan part part ke-i (area C_4) dan nyatakan sebagai $\Omega_{xi,\, l-yi}$

m. Tentukan $f(\Omega_{w-xi,\, l})$ yang merupakan nilai maksimum untuk menempatkan sejumlah part tersisa tanpa melibatkan part ke-i dalam perhitungannya.

n. Tentukan P_3 sebagai himpunan part yang mengisi area (w-x_i, l)

o. Tentukan $f(\Omega_{xi,\, l-yi})$ yang merupakan nilai maksimum untuk menempatkan sejumlah part tersisa tanpa melibatkan part ke-i dan part P_1 dalam perhitungannya.

p. Tentukan P_4 sebagai himpunan part yang mengisi area (x_i, l-y_i)

q. Hitung $V_i + f(\Omega_{w-Xi,\, l}) + f(\Omega_{xi-l,\, yi})$

r. Bandingkan hasil perhitungan pada langkah 6.2.i dengan 6.2.q. pilih yang terbesar.

6.3. Bandingkan hasil perhitungan pada langkah 6.1.r. dengan 6.2.r. Pilih yang terbesar

6.4. Tetapkan i $\leftarrow$ (i+1) jika i $\leq$ N kembali ke langkah 6.1 dan 6.2; jika I > N ke langkah 6.5

6.5. Pilih nilai terbesar pada langkah 6.3 untuk i = 1,…….N

6.6. Bandingkan hasil pada langkah 6.5 dengan S $(\Omega_{w,\ l-0,l})$. Pilih yang terbesar. Tetapkan nilainya sebagai S ($\Omega_{w,1}$)

6.7. Tentukan P ($\Omega_{w,1}$) sebagai himpunan part yang memenuhi area w,l sehingga menghasikan nilai S ($\Omega_{w,1}$) pada langkah 6.6

7. Tetapkan $l \leftarrow l + 0{,}1$ jika $l \leq 8$ ulangi langkah 6; jika tidak, pergi ke langkah 8

8. Tetapkan $w \leftarrow w + 0{,}1$ jika $w \leq 2$ maka tentukan l dimana l merupakan panjang terkecil part-part yang hendak disusun dengan lebar w dan ulangi langkah 6 jiks $w > 2$. Stop

Analisis Model

Model ini akan dicoba untuk digunakan menyelesaikan kasus seperti tercantum dalam tabel 1

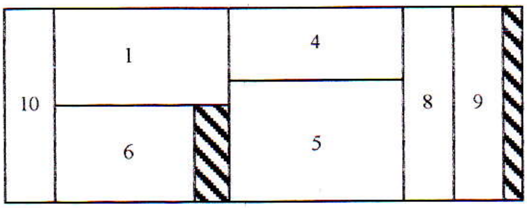
Tabel 1
Data Part

No.	Panjang X_i	Lebar Y_i	Luas	Nilai V_i
1.	2,7	1,2	3,24	3,24
2.	2,7	1,2	3,24	3,24
3.	2,7	1,2	3,24	3,24
4.	2,7	1	2,7	3,24
5.	2,7	1	2,7	2,7
6.	2,5	0,8	2	2,7
7.	3,4	0,5	1,7	2
8.	2	0,8	1,6	1,7
9.	2	0,8	1,6	1,6
10.	2	0,8	1,6	1,6
11.	3,1	0,5	1,55	1,6
12.	2,2	0,7	1,54	1,55
13.	1,5	0,9	1,35	1,54
14.	1,5	0,9	1,35	1,35
15.	1,7	0,7	1,19	1,19
16.	1,4	0,8	1,12	1,12

Part-part tersebut akan disusun di meja kerja berukuran 2 m x 8 m.

Berikut ini beberapa contoh perhitungannya :

Penempatan part untuk kasus ini dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3
Penyusunan part pada siklus pertama

$S(1{,}55_{0,5;3,1})$ = 1,55

$p(1{,}55_{0,5;3,1})$ = 11H

(part no 11 disusun secara horisontal)

$S(1{,}7_{0,5;3,4})$ = 1,7

$p(1{,}7_{0,5;3,4})$ = 7 H

$S(1{,}75_{0,5;3,5}) - S(4_{0,5;8})$ = 1,7

$p(1{,}7_{0,5;3,5})$ = 7 H

$S(3{,}25_{0,6;6,5})$ = 3,25

$p(3{,}25_{0,6;6,5})$ = 7,11

$S(1{,}86_{0,6;3,1})$ = 1,55

$p(1{,}86_{0,6;3,1})$ = 7

$S(2{,}04_{0,5;3,4}) - S(3{,}84_{0,5;6,4})$ = 1,7

$p(2{,}04_{0,5;3,4})$ = 7 H

$S(3{,}9_{0,6;6,5}) - S(4{,}8_{0,5;8})$ = 3,25

$p(3{,}9_{0,6;6,5})$ = 7,11

$S(1{,}19_{0,7;1,7}) - S(1{,}47_{0,7;2,1})$ = 1,19

$p(1{,}19_{0,7;1,7})$ = 15

$S(1{,}54_{0,7;2,2}) - S(2{,}1_{0,7;3})$ = 1,54

$p(1{,}54_{0,7;2,2})$ = 12

$S(2{,}17_{0,7;3,1}) - S(2{,}31_{0,7;3,3})$ = 1,55

$p(2{,}17_{0,7;3,1})$ = 11

$S(2{,}38_{0,7;3,4}) - S(2{,}66_{0,7;3,8})$ = 1,7

$p(2{,}38_{0,7;3,4})$ = 7

$S(2{,}73_{0,7;3,9}) - S(5{,}4_{0,7;4,7})$ = 2,73

$p(2{,}73_{0,7;3,9})$ = 15,12

Hasil akhir dari perhitungan adalah :

$S(16_{2:8})$ = 15,44

$P(16_{2:8})$ = 10 V; 14,8 V; 9 V; 5,6

Utilitas meja = 96,5%

Dari hasil tersebut, part no, 2, 3, 7, 11, 12, 13, 14, 15 dan 16 dijadwalkan pada siklus kedua. Dengan demikian terdapat 9 part yang harus diperhitungkan pada siklus kedua, seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2
Data part yang dijadwalkan untuk siklus kedua

No.	Panjang X_i	Lebar Y_i	Luas	Nilai V_i
2	2,7	1,2	3,24	3,24
3	2,7	1,2	3,24	3,24
7	3,4	0,5	1,7	1,7
11	3,1	0,5	1,55	1,55
12	2,2	0,7	1,54	1,54
13	1,5	0,9	1,35	1,35
14	1,5	0,9	1,35	1,35
15	1,7	0,7	1,19	1,19
16	1,4	0,8	1,12	1,12

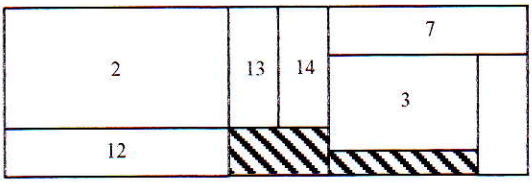
Hasil akhir perhitungan adalah sebagai berikut :

$S(16_{2:8})$ = 13,61

$P(16_{2:8})$ = 2H, 13 V, 14 V, 7,3, 16 V, 12

Utilitas meja = 85,0625 %

Gambar 4 memperlihatkan susunan part-part pada hari kedua tersebut :



DAFTAR PUSTAKA

Eko Nurmianto,1996 ***Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya.*** Guna Widya.Jakarta

Julius Panero, Martin Zelnik. 1980 ***Human Demension And Interior Space***.The Architecture Press Ltd.London

Mendenhall William dkk.1992 ***Statistic For Engineering And The Science***. Singapore.

Sritomo Wignjsoebroto, 1995 ***Ergonomi Studi Gerak dan Waktu.***Guna Widya Jakarta.

Sanders Mark S,Mc.Cormiec E.J.1987, ***Human Faktor in Engineering and Design.***Sixth Edition. MC Graw Hill.Singapore.

Walpole Ronald.1995, ***Pemgantar Statistika***.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta