

**EVALUASI METODE *RANK ORDER CLUSTERING* & *DIRECT CLUSTERING ALGORITHM* UNTUK PERANCANGAN ULANG TATA  
LETAK SEL MESIN PRODUKSI  
(STUDI KASUS : PT. SELECTRIX INDONESIA)**

**TUGAS AKHIR**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari  
Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknik Universitas Pasundan**

Oleh

**DEWI SUMARNI**

**NRP : 153010115**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN**

**2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**EVALUASI METODE *RANK ORDER CLUSTERING & DIRECT CLUSTERING ALGORITHM* UNTUK PERANCANGAN ULANG TATA LETAK SEL MESIN PRODUKSI  
(STUDI KASUS : PT. SELECTRIX INDONESIA)**

Oleh

**DEWI SUMARNI**

**NRP : 153010115**

Menyetujui

Tim Pembimbing

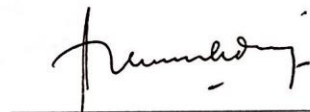
Tanggal 13/09/2019.....

Pembimbing



(Dr. Ir. Yogi Yogaswara, MT.)

Penelaah



(Dr. Ir. Hj. Tjutju Tarliah Dimiyati, MSIE.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi



(Ir. Toto Ramadhan, MT.)



**EVALUASI METODE RANK ORDER CLUSTERING & DIRECT  
CLUSTERING ALGORITHM UNTUK PERANCANGAN ULANG TATA  
LETAK SEL MESIN PRODUKSI  
(STUDI KASUS : PT. SELECTRIX INDONESIA)**

DEWI SUMARNI

NRP : 153010115

**ABSTRAK**

*Perancangan tata letak merupakan hal yang penting bagi suatu perusahaan untuk memanfaatkan area secara baik, dalam perancangan tata letak dilantai produksi salah satunya merupakan penunjang kelancaran proses produksi selain itu perancangan tata letak yang baik mampu mengurangi biaya perpindahan material.*

*PT. Selectrix Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi berbagai macam kunci-kunci panel. Perusahaan ini memiliki tata letak mesin yang sesuai dengan fungsinya namun dengan keadaan tersebut dalam aliran produksi sering terjadinya aliran bolak balik material sehingga meningkatnya biaya perpindahan material. Selain itu banyaknya komponen dalam proses produksi memiliki kemiripan proses sehingga dalam penyelesaian masalah diperusahaan tersebut dilakukan dengan pendekatan cellular manufacturing system dengan metode group technology. Pada penelitian group technology yang digunakan adalah Rank Order Clustering (ROC) dan Direct Clustering Algorithm (DCA). Dengan menggunakan metode tersebut jarak dan ongkos material handling yang dihasilkan akan lebih minimum.*

*Dari perhitungan kedua metode tersebut berdasarkan nilai performance measure yang paling tinggi dipilihlah metode DCA alternatif 1 dengan nilai grouping efficeincy sebesar 93% dari alternatif 1, grouping efficacy sebesar 36% serta grouping measure sebesar 16%. Maka rancangan layout usulan digunakan pengelompokkan berdasarkan metode DCA. Dari hasil perhitungan layout usulan didapatkan hasil ongkos material handling perbulan nya sebesar Rp. 960.162 dengan total jarak 4468,13 meter perbulan. Sedangkan layout awal perusahaan memiliki ongkos material handling sebesar Rp. 1.009.940 dengan total jarak perpindahan sebesar 5316,3 meter perbulan. Sehingga selisih ongkos material handling tersebut adalah sebesar Rp. 49.778 dengan selisih jarak 16% atau 848,17.*

*Kata Kunci : Cellular manufacturing system, Group technology, Rank Order Clustering, Direct Clustering Algorithm, Ongkos Material*

**EVALUATING RANK ORDER CLUSTER & DIRECT CLUSTERING  
ALGORIHM METHODS FOR DESIGNING THE PRODUCTION  
MACHINE CELL LAYOUT  
(CASE STUDY : PT. SELECTRIX INDONESIA)**

Dewi Sumarni  
NRP : 153010115

**ABSTRACT**

*Layout designing is important for a company to utilize the area well, in the compounding of the layout of the production of one of which is supporting the smooth production process in addition to the design of a good layout able to reduce material displacement costs.*

*Pt. Selectrix Indonesia is a company engaged in manufacturing that produces a wide range of panel keys. The company has a layout of the machine that corresponds to its function but with these circumstances in the production flow is often the flow of alternating materials so that the increase in the cost of material displacement. In addition, the number of components in the production process has similar process so that in solving the problem in the enterprise is done by approach cellular manufacturing system with the method of group technology. The group technology research used is Rank Order Clustering (ROC) and Direct Clustering Algorithm (DCA). Using the method of the distance and the cost of material handling will be more minimum.*

*From the calculation of both methods based on the performance measure of the highest value of the method chosen alternative DCA 1 with the value grouping efficeincy of 93% from alternative 1, grouping efficacy of 36% and grouping measure by 16%. Then the proposed layout draft is used grouping based on the DCA method. From the results of the proposal layout calculation obtained the result of the cost of material handling per month Rp.960,162 with a total distance of 4468.13 meters per month. While the initial layout of the company has a material handling fee of Rp.1,009,940 with a total displacement distance of 5316.3 meters per month. So that the difference in material handling fee is Rp.49,778 with a distance difference of 16% or 848.17.*

*Keywords: Cellular manufacturing system, Group technology, Rank Order Clustering, Direct Clustering Algorithm, cost Material Handling.*



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iv
LEMBAR PENGESAHAN .....	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR .....	vii
LEMBAR PERNYATAAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xx
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG .....	xxi
Bab I Pendahuluan .....	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah .....	I-1
I.2 Perumusan Masalah .....	I-3
I.3 Tujuan Pemecahan Masalah .....	I-4
I.4 Manfaat Penyelesaian Masalah .....	I-4
I.5 Pembatasan dan Asumsi Masalah .....	I-4
I.6 Lokasi Penelitian .....	I-5
I.7 Sistematika Penulisan Laporan .....	I-5
BAB II Landasan Teori .....	II-1
II.1 Perancangan Fasilitas .....	II-1
II.1.1 Ruang Lingkup Perancangan Fasilitas .....	II-1
II.1.2 Konsep Rancangan Fasilitas .....	II-2
II.1.3 Tujuan Rancangan Fasilitas .....	II-3
II.2 Tata Letak .....	II-3
II.2.1 Pengertian Tata Letak Pabrik .....	II-3
II.2.2 Jenis-jenis persoalan Tata letak .....	II-4
II.2.3 Pembuatan Tata Letak yang baik .....	II-5
II.2.4 Jenis Tata letak .....	II-6
II.3 Ukuran Jarak .....	II-8

II.4 Analisa Teknik Perencanaan dan Pengukuran Aliran Bahan .....	II-10
II.5 Analisa Kuantitatif Untuk Menganalisa Aliran Bahan .....	II-12
II.6 Tahapan Perancangan Tata Letak Fasilitas .....	II-14
II.7 <i>Cellular Manufacturing System</i> .....	II-18
II.7.1 <i>Grouping Technology (GT)</i> .....	II-18
II.7.2 Analisis <i>Cluster</i> .....	II-20
II.7.3 Pembentukan sel manufaktur .....	II-21
II.7.3 <i>Rank Order Cluster (ROC)</i> .....	II-21
II.7.4 <i>Rank Order Clustering 2</i> .....	II-22
II.7.5 <i>Row and Column Masking (R&amp;CM)</i> .....	II-23
II. 7.6 <i>Modifield Rank Order Clustering (MODROC)</i> .....	II-24
II.7.7 <i>Direct Cluster Algorithn (DCA)</i> .....	II-26
II.7.8 <i>Bond Energy Algorithm (BEA)</i> .....	II-28
II.7.9 <i>Cluster Identification Algoritma (CIA)</i> .....	II-29
II.7.10 <i>Performance measure</i> .....	II-30
II.4 Tinjauan Penelitian Terdahulu .....	II-33
Bab III Usulan Pemecahan Masalah .....	III-1
III.I Model Pemecahan Masalah .....	III-1
III.2 Langkah-langkah Pemecahan Masalah .....	III-2
III.2.1 Pengumpulan data .....	III-2
III.2.2 Pengolahan Data .....	III-2
III.2.3 Pembentukan Production Flow Analisis (PFA) .....	III-4
III.2.4 Pembentukan Sel manufaktur di Area Produksi .....	III-4
III.2.4.1 Rank Order Clustering (ROC) .....	III-4
III.2.4.2 Direct Cluster Algorithm (DCA) .....	III-7
III.2.4.3 Performancence Measurement .....	III-8
III.2.5 Pemilihan Metode Terbaik .....	III-10
III.2.6 Analisis dan Pembahasan .....	III-10
III.2.7 Kesimpulan dan Saran .....	III-10
Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	IV-1
IV.1 Pengumpulan Data .....	IV-1
IV.2 Gambaran Umum Perusahaan .....	IV-1



IV. 2.1 Visi dan Misi .....	IV-2
IV.2.2 Budaya dan Nilai-Nilai Perusahaan.....	IV-2
IV.2.3 Struktur Organisasi Perusahaan.....	IV-3
IV.2.4 Job Description.....	IV-4
IV.2.5 Layout Awal Perusahaan.....	IV-7
IV.2.6 Data Proses Produksi .....	IV-8
IV.2.7 Mesin-Mesin yang digunakan .....	IV-11
IV.3 Pengolahan Data .....	IV-12
IV.3.1 Penentuan Jarak Antar Stasiun Kerja .....	IV-12
IV.3.2 Penentuan Performasi dan Ongkos <i>Material Handling Layout</i> Awal .....	IV-16
IV.3.3 Perancangan <i>Layout</i> Usulan .....	IV-20
IV.3.3.1 Production Flow Analysis (PFA) .....	IV-20
IV.3.3.2. Perancangan Alternatif <i>Layout</i> Menggunakan <i>Rank Order Clustering</i> (ROC) .....	IV-23
IV.3.3.3 Perancangan Alternatif <i>Layout</i> Menggunakan <i>Direct Clustering Algorithm</i> (DCA).....	IV-35
IV.3.3.4 Performance Measure.....	IV-38
IV.3.3.4.1 <i>Performance Measure Rank Order Clustering</i> (ROC)....	IV-38
IV.3.3.4.2 <i>Performance Measure Direct Clustering Algorithm</i> (DCA) .....	IV-39
IV.3.3.5 Pemilihan Metode Berdasarkan <i>Performance Measure</i> .....	IV-39
IV.3.3.6 <i>Layout</i> Usulan.....	IV-40
IV.3.3.7 Performasi dan Ongkos <i>Material Handling Layout</i> Usulan....	IV-41
Bab V Analisa dan Pembahasan .....	V-1
V.1 Analisa Layout Awal.....	V-1
V.2 Analisa Pembentukan Sel manufaktur .....	V-2
V.3 Analisa Perancangan Ulang <i>Layout</i> .....	V-3
Bab VI Kesimpulan dan Saran.....	VI-1
VI.1 Kesimpulan .....	VI-1
VI.2 Saran .....	VI-2

LAMPIRAN  
DAFTAR PUSTAKA





# Bab I Pendahuluan

## I.1 Latar Belakang Masalah

Perancangan tata letak fasilitas yang baik akan membuat pekerja disuatu perusahaan merasa nyaman sehingga dalam perancangan tata letak fasilitas harus dibuat sebaik mungkin. Perancangan tata letak fasilitas dalam suatu perusahaan berbeda-beda sesuai dengan sistem produksi diperusahaan tersebut. Tujuan utama dari perencanaan dan pengaturan tata letak pabrik adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi produksi, aman dan nyaman, sehingga dapat menaikkan moral kerja dan performance dari operator (Wignjosoebroto, 2003).

Tata letak adalah suatu tata cara pengaturan fasilitas –fasilitas produksi guna menunjang proses produksi. Tata letak secara umum ditinjau dari sudut pandang produksi adalah susunan fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi suatu produk (Purnomo, 2004). Seiring dengan perkembangan teknologi pelaku industri di Indonesia harus mampu bersaing dengan industri-industri besar di luar negeri sehingga para pelaku industri harus menekan biaya produksi seminimal mungkin untuk tetap bertahan dalam persaingan industri tersebut. Dalam menekan biaya produksi tersebut dapat diperoleh dengan memperbaiki sistem produksi dan tata letak fasilitas. Dalam penataan tata letak pemanfaatan area merupakan hal yang penting bagi perusahaan untuk mendapatkan tata letak fasilitas yang efektif dan efisien, penggunaan area yang baik akan efektif jika mesin-mesin dapat diatur sedemikian rupa dengan mempertimbangkan jarak minimal antar mesin dan aliran perpindahan material. Tata letak mesin-mesin yang baik sangat berperan dalam proses produksi selain itu dalam tata letak mesin dapat meminimumkan biaya *material handling* di perusahaan tersebut.

PT. Selectrix Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur pembuatan *Midnight Series Keylockable Folding-T, Small Plane Lock, Locking Swing Handle* dan produk kunci lainnya. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan selectrix tersebut adalah banyaknya variasi produk dengan jumlah pesanan yang sedikit dan urutan proses produksi yang

memiliki kesamaan dalam proses permesinan. Mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi memiliki penataan yang tidak beraturan sehingga dalam proses produksi seringkali tidak berjalan dengan lancar dan jarak perpindahan antar operasi yang berjauhan. Selain itu dalam proses produksi sering terjadi proses bolak balik (*backtracking*) yang mengakibatkan biaya *material handling* yang tinggi.

Di PT. Selectrix Indonesia ini memiliki banyak variasi produk dengan beberapa komponen yang memiliki permasalahan aliran material yang sama sehingga dengan banyaknya kemiripan proses setiap komponen yang diproduksi akan dikelompokkan menjadi sel manufaktur. Beragamnya produk di perusahaan tersebut maka jumlah lot semakin kecil dan daur hidup produk akan semakin singkat. Permasalahan tersebut berkaitan erat dalam fleksibilitas tata letak mesin yang ada di perusahaan tersebut dengan menggunakan *Cellular Manufacturing System (CMS)*.

Pendekatan CMS merupakan suatu penerapan secara langsung dalam filosofi *grouping technology* pada proses manufaktur (Heragu, S.S 2008). CMS dapat mengelompokkan beberapa mesin-mesin pemrosesan sesuai dengan komponen yang dibuat sehingga dengan pengelompokkan tersebut dapat mengefisienkan jarak mesin dan dengan mengelompokkan mesin-mesin tersebut komponen-komponen yang akan dibuat tidak terjadi penumpukan di area *assembling*. Perancangan tata letak dengan *cellular layout* adalah perpaduan antara tata letak produk dengan tata letak proses. Pengimplementasian CMS menggunakan komponen sebagai objek yang diproduksi, pada CMS komponen dikelompokkan berdasarkan kemiripan proses dalam penggunaan mesin. Selain itu, pengelompokkan mesin yang sesuai dengan kemiripan prosesnya akan dibuat pengelompokkan dengan meranking banyaknya komponen yang diproses oleh mesin yang sama dan dalam pengelompokkan selanjutnya akan secara langsung dipilih dengan pembobotan pada setiap komponen yang masuk pada beberapa mesin. Dengan menggunakan penerapan CMS akan menjadi solusi yang tepat untuk fleksibilitas dan efisiensi tata letak di perusahaan tersebut. Permasalahan tata letak mesin dapat diselesaikan dengan berbagai pendekatan, baik dengan pendekatan heuristik maupun metaheuristik.



## I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan diangkat dalam permasalahan ini adalah:

- a. Bagaimana usulan rancangan *cellular layout* mesin produksi untuk proses pembuatan *Midnight Series Keylockable Folding-T, Small Plane Lock, dan Locking Swing Handle* di PT. Selectrix Indonesia?
- b. Berapakah biaya *material handling* dari usulan rancangan *cellular layout* mesin produksi tersebut?

## I.3 Tujuan Pemecahan Masalah

Berdasarkan pemaparan rumusan masalah diatas, maka tujuan pemecahan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Membuat rancangan *cellular layout* mesin produksi untuk proses pembuatan *Midnight Series Keylockable Folding-T, Small Plane Lock, dan Locking Swing Handle* di PT. Selectrix Indonesia.
- b. Menghitung biaya *material handling* dari usulan rancangan *cellular layout* mesin produksi.

## I.4 Manfaat Penyelesaian Masalah

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini memberikan pertimbangan dalam pendukung keputusan untuk memaksimalkan penata ulang tata letak mesin dalam proses produksi di PT. Selectrix Indonesia, sehingga dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi. Dengan menggunakan beberapa pendekatan maka ongkos *material handling* pada tata letak mesin yang sebelumnya dapat dijadikan bahan evaluasi ongkos *material handling* saat ini, sehingga usulan penataulangan tata letak mesin tersebut menjadi pilihan alternatif perusahaan.

## I.5 Pembatasan dan Asumsi Masalah

Dalam pembatasan masalah ini dilakukan agar peneliti dapat terfokuskan dalam tujuannya, sehingga tujuan dari peneliti ini sesuai dengan apa yang dituju. Adapun batasan-batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dilakukan di PT. Selectrix Indonesia dalam proses produksi.
- b. Produk yang diamati dalam proses produksi yaitu, *Midnight Series Keylockable Folding-T*, *Small Plane Lock*, dan *Locking Swing Handle*.
- c. Tidak ada penambahan atau pengurangan dalam mesin-mesin yang digunakan pada proses produksi.
- d. Produk yang diteliti adalah produk yang sedang diproduksi oleh perusahaan tersebut.
- e. Perhitungan ongkos antar *work center* hanya melibatkan *material handling* yang digunakan dan jarak antar *work center* saja
- f. Banyaknya mesin yang digunakan dianggap sesuai dengan kebutuhan produk yang sedang diproduksi.

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

- a. Kapasitas produksi hanya menggunakan kapasitas produksi perbulan berdasarkan data yang didapat saat penelitian.
- b. Kapasitas produksi dianggap konstan per bulannya.
- c. Mesin yang digunakan diasumsikan memiliki kondisi yang baik sesuai fungsinya.

## I.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di PT. Selectrix Indonesia berada di Kawasan Industri De Prima Terra IJl. Sapan, Blok A1, No.06-07 Bojongsoang, Bandung 40288 Jawa Barat.



## **I.7 Sistematika Penulisan Laporan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan garis besar dari peneliti mulai dari latar belakang permasalahan mengenai aliran material yang *backtracking* sehingga adanya usulan tata letak dan biaya *material handling* di PT. Selectrix. Dalam perumusan masalah untuk menentukan bagaimana tata letak mesin yang lebih baik serta biaya *material handling* yang lebih minimum dari tata letak yang digunakan saat ini, tata letak mesin tersebut terbentuk dari pengolahan data, serta biaya *material handling* dengan aliran material dari setiap proses, tujuan dan manfaat dari pemecahan masalah yang menjelaskan tujuan dari permasalahan yang telah dibuat serta memaparkan manfaat dari penelitian ini, batasan dari permasalahan digunakan untuk membatasi persoalan yang akan diteliti agar permasalahan yang diambil tidak meluas pada hal-hal yang tidak relevan serta permasalahan tersebut dapat diselesaikan sesuai dengan rumusan masalah. lokasi penelitian dilakukan di PT. Selectrix Indonesia berada di Kawasan Industri De Prima Terra I Jl. Sapan, Blok A1, No.06-07 Bojongsoang, Bandung 40288 Jawa Barat. Sistematika penulisan laporan menjelaskan isi dari setiap bab yang ada dalam laporan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Bab II ini menjelaskan landasan teori mengenai tata letak fasilitas mulai dari perencanaan hingga usulan tata letak. Selain itu, memaparkan teori mengenai *Celluler manufacturing system* dengan beberapa metode yang ada didalamnya yang dapat mengelompokkan mesin-mesin dengan sebuah sel yang berdasarkan proses produksi.

### **BAB III USULAN PEMECAHAN MASALAH**

Bab III ini menjelaskan bagaimana model pemecahan suatu masalah yang disertai dengan langkah-langkah pemecahan masalah dengan pendekatan yang digunakan. Serta model pemecahan masalah yang perlu dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan diperusahaan tersebut.

#### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab IV ini menjelaskan data-data yang telah terkumpul dan diperoleh dari hasil wawancara serta dari survei lapangan. Hasil dari pengumpulan data tersebut diantaranya aliran proses material, mesin yang digunakan, layout awal, dimensi mesin dan lain-lain. Data-data yang telah terkumpul dalam pengolahan data akan diolah dengan menggunakan rumus-rumus pendekatan yang sesuai dengan literatur yang telah dijadikan sebagai bahan perhitungan.

#### **BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Pada Bab V ini berisikan suatu analisis dari perhitungan pada bab sebelumnya dan pembahasan mengenai tata letak mesin yang lebih efisien dari tata letak mesin sebelumnya dengan sel manufaktur.

#### **BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab IV ini berisikan hasil akhir dari keseluruhan rumusan masalah yang merupakan usulan tata letak yang baru dengan biaya *material handling* yang baru dengan beberapa metode yang digunakan dalam bab sebelumnya, sehingga hasil dari perhitungan dan penganalisaan dari bab sebelumnya menghasilkan beberapa rekomendasi bagi perusahaan tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J. (1977). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Heragu, S. S., (2008). *Facilities Design 3<sup>rd</sup> edition*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Susetyo, J., Simanjuntak, R, A., & Ramos, J, M., 2010. Perancangan ulang tata letak fasilitas produksi dengan pendekatan group technology dan algoritma blocplan untuk meminimasi ongkos material handling. *Jurnal Teknologi*. Volume 3 Nomor 1, Jurusan Teknik Industri, FTI., IST. AKPRIND Yogyakarta.
- Kusiak, Andrew 1990. *Intelligent Manufacturing System*, New Jersey: Prentice Hall
- Pangestu, Genta. P., (2012). Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas dengan Pendekatan Group Technology Layout Metode Rank Order Clustering & Direct Clustering Algoritma Di PT.Berdikari Metal Engineering. *Tugas Akhir Sarjana*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
- Rosiyana, G., 2016. Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Menggunakan Algoritma Rank Order Clustering (ROC) & Direct Clustering Algoritma (DCA) pada PT Agronesia (INKABA). *Tugas Akhir Sarjana*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
- Singh, N., & Rajamani, D. (1996). *Cellular manufacturing Systems*. Chapman & Hall., London.
- Wignjosoebroto, S., (1996). *Tata letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Ed.3. Guna Widya., Surabaya.
- Tompkins, J., White, J, A., & Tanchoo, J.M., 1996. *Facilities Planning*. USA: John Willey & sons, Inc.