

USULAN PERBAIKAN TATA LETAK LANTAI PRODUKSI UNTUK MEMENUHI PENINGKATAN KAPASITAS PRODUKSI PADA DIVISI FLEXIBLE PACKAGING DI PT CIPTA KEMAS ABADI TANGERANG

M. Derajat Amperajaya¹, Suryadi²
^{1,2}Teknik Industri - Universitas Esa Unggul
Jalan Arjuna Utara No. 9, Kebon Jeruk, Jakarta
suryadi.islam@yahoo.com

Abstrak

Perkembangan dunia industri sekarang ini dihadapkan pada pasar yang sangat luas dan persaingan yang ketat. PT Cipta Kemas Abadi merupakan industri *Packaging Manufacturer* (pabrik pembuat kemasan) dengan lingkup produksi *Indofood Group* dan *Non Indofood Group*. Kecenderungan permintaan yang semakin meningkat dari waktu ke waktu, maka pihak perusahaan berencana akan melakukan peningkatan kapasitas untuk memenuhi permintaan tersebut. Pada saat ini lokasi beberapa mesin tidak dalam lini produksi yang berdekatan dan rencana peningkatan kapasitas produksi memungkinkan terjadinya penambahan area untuk mesin, operator, material dan sarana lain. Hasil peramalan menggunakan metode *Regresi Linear* dengan bantuan *Software Win QSB* diketahui kapasitas produksi pada bulan Januari 2009 sebesar 4,817,338 meter untuk jenis produk *metalize* dan 18,569,878 meter untuk jenis produk *non metalize*. Akibat peningkatan kapasitas tersebut diperlukan perhitungan terhadap jumlah mesin untuk memenuhi kapasitas tersebut, dari hasil perhitungan diperoleh untuk mesin printing dibutuhkan 6 unit dari 5 unit yang ada sekarang, untuk laminasi dengan total mesin 8 unit yang awalnya 6 unit dioperasikan normal dan 2 unit cadangan setelah dilakukan perhitungan menjadi 7 unit yang dioperasikan dan 1 unit cadangan. Mesin *Slitter* perlu dilakukan penambahan 2 unit menjadi 19 unit dari 17 unit mesin yang ada sekarang. Setelah dilakukan pengolahan data dengan metode ARC, ARD, MHPS dan MHES diperoleh penurunan jarak tempuh untuk jenis produk *Metalize* dari 431.24 meter menjadi 340.99 meter dengan waktu tempuh awal 26.16 menit/ frekuensi menjadi 25.44 menit/ frekuensi, sedangkan untuk jenis produk *Non Metalize* dari 430.99 meter menjadi 349.71 meter dengan waktu tempuh awal 27.09 menit/ frekuensi menjadi 26.56 menit/ frekuensi.

Kata kunci: Metode *euclidean*, *activity relationship Chart* (ARC), *area relationship diagram* (ARD), *relay out* tata letak lantai produksi.

Pendahuluan

Perkembangan dunia industri sekarang ini dihadapkan pada pasar yang sangat luas dan persaingan yang sangat ketat oleh karena itu perusahaan dituntut untuk dapat memenuhi keinginan konsumen. Seperti halnya pada industri *Packaging Manufacturer* (pabrik pembuat kemasan) yang harus mampu bersaing dalam memenuhi permintaan konsumen yang meningkat dari waktu ke waktu. Kemasan-kemasan yang dibuat ini berasal dari bahan baku plastik dan harus memenuhi syarat akan kualitas yang diinginkan konsumennya.

PT Cipta Kemas Abadi berencana melakukan peningkatan kapasitas produksinya agar dapat memenuhi permintaan yang juga semakin meningkat dari pihak pelanggan. Untuk mengetahui peningkatan kapasitas tersebut perlu dilakukan peramalan terhadap tingkat permintaan serta dikaji apakah sarana dan prasarana yang ada saat ini dapat mengakomodir peningkatan kapasitas produksi tersebut.

Salah satu prasarana yang perlu dikaji adalah area produksi. Kesalahan analisa pada area

produksi berdampak pada ketidakefisienan lini produksi, biaya renovasi yang mahal, terganggunya jadwal produksi, sistem transportasi material *in process* yang kacau, dan lain-lain yang berarti perusahaan dapat mengalami kerugian walaupun kapasitasnya meningkat, oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan area produksi guna memenuhi peningkatan kapasitas tersebut.

Sejarah dan Perkembangan Perusahaan.

PT Cipta Kemas Abadi didirikan pada tahun 1983 dan telah berkembang pesat menjadi *Flexible Packaging Manufacturer* terbesar di Indonesia, dengan tiga buah pabrik bersertifikat ISO 9001 yang berlokasi di Cakung (Jakarta Utara), Cikupa (Tangerang), dan Purwakarta.

Sejarah perkembangan pabrik :

1. Pada tahun 1983 berdiri PT Cipta Kemas Abadi Tangerang pada divisi *Flexible Packaging*.
2. Pada tahun 1992 berdiri PT Cipta Kemas Abadi Tangerang pada divisi *Rigid Packaging*.

PT Cipta Kemas Abadi adalah bagian dari *Indofood group*, yang merupakan perusahaan yang aktifitasnya memproduksi berbagai macam kemasan berbahan dasar plastik, yaitu berjenis *Noodle*, *Sauce Pack*, *Oil Pack*, & *Non Noodle* maupun jenis *Non Indofood Group*.

PT Cipta Kemas Abadi yang berlokasi di Jl. Raya Serang KM 11 Desa Bitung Cikupa Tangerang 11450. ini dengan kantor pusat di Jl. Sudirman-Plaza Indofood Lt. 26, mempunyai visi dan misi dalam menjalankan kegiatannya. Visi PT Cipta Kemas Abadi itu sendiri ialah untuk menjadi perusahaan pembuat kemasan terkemuka, yang memproduksi kemasan dengan mutu yang tinggi dan dalam jumlah yang besar, sedangkan misi dari PT Cipta Kemas Abadi itu sendiri adalah memenuhi kebutuhan pelanggan dengan kualitas produksi yang tinggi.

Untuk mewujudkan visi dan misi tersebut, maka PT Cipta Kemas Abadi memperluas jaringan pemasarannya sampai ke beberapa perusahaan multinasional terbesar di dunia, baik perusahaan di dalam negeri maupun di luar negeri. Peningkatan kapasitas proses produksi pada PT Cipta Kemas Abadi ini dapat secara terus-menerus setiap tahunnya, hal ini dikarenakan tingkat produksi yang dilakukan setiap periodenya semakin bertambah baik permintaan produksi dari *Indofood group* itu sendiri maupun *Non Indofood Groupnya*, oleh karena itu para karyawan di PT Cipta Kemas Abadi khususnya pada bagian produksi dilatih secara mendalam mengenai jenis penanganan material yang digunakan sampai kepada proses produksi yang dilakukan, adapun program yang dilakukan oleh pihak perusahaan ialah melalui bagaimana organisasi di perusahaan dapat diterapkan sampai pada pelatihan-pelatihan yang bersifat formal, seperti halnya pelatihan mengenai fungsi kerja dari tiap-tiap mesin, sejauh mana tingkat utilitas mesin tersebut dapat digunakan, dan pelatihan bagaimana cara memilih supplier bahan baku yang berkualitas. Adapun hasil dari pelatihan ini diharapkan dapat diaplikasikan kedalam lantai produksi yang sesungguhnya dalam menanggapi setiap permasalahan yang terjadi. Selain itu diharapkan dengan tingkat performansi peralatan yang tinggi dan dengan pengetahuan serta pengalaman dalam memproduksi jenis produk dari tahun ke tahun dalam bidang inovasi, memastikan bahwa PT Cipta Kemas Abadi dapat menyediakan kebutuhan kemasan secara praktis dan efektif serta dapat memberikan kepuasan para pelanggannya.

Perumusan Masalah

Area produksi PT Cipta Kemas Abadi yang digunakan saat ini tidak efisien akibat terjadinya kebakaran sehingga lokasi beberapa mesin tidak

dalam lini produksi yang berdekatan dan adanya rencana peningkatan kapasitas produksi yang memungkinkan terjadinya penambahan area untuk mesin, operator, material dan sarana lain sehingga memerlukan perencanaan layout yang matang dan menyeluruh.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan pada PT Cipta Kemas Abadi ini adalah:

1. Meramalkan permintaan konsumen pada periode yang akan datang dan mengkaji kapasitas pada saat ini.
2. Merancang *lay out* yang optimal.

Metode Penelitian

Metodologi penelitian adalah suatu tahapan berpikir yang dimulai dari menemukan masalah, melakukan pengumpulan data baik melalui buku-buku maupun studi lapangan, melakukan pengolahan dan analisa data sampai dengan penarikan kesimpulan dan pemberian saran-saran yang diperlukan dari permasalahan yang teliti.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Cipta Kemas Abadi yang beralamatkan di Jl. Raya Cikupa Tangerang. Topik yang penulis ambil yaitu pada usulan perbaikan tata letak fasilitas pabrik untuk efisiensi jarak tempuh *material handling*, dengan data-data yang diperoleh sesuai dengan hasil pengamatan yang dilakukan dan aktifitas kerja pada lantai produksi.

Waktu penelitian yang penulis lakukan pada tanggal 2 Juni 2008 s/d 31 Juli 2008 dengan jadwal kehadiran penelitian yang *tentative* sesuai jadwal perkuliahan dan yang ditetapkan oleh perusahaan tersebut.

Penulis membuat langkah-langkah dalam melakukan penelitian mengenai topik yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi dan perumusan masalah
2. Penetapan tujuan
3. Melakukan pengumpulan data, bahan pustaka dan referensi
4. Pengambilan data di lapangan dengan melakukan pengukuran waktu proses pada masing-masing mesin yang digunakan;
5. Sebelum melakukan analisis tata letak fasilitas pada PT Cipta Kemas Abadi, dilakukan peramalan tingkat kenaikan kapasitas pada periode 2009 mendatang dengan metode *regresi linear (Software Win QSB) & regresi kuadratis*, menghitung jumlah mesin yang dibutuhkan setelah peningkatan kapasitas,

menentukan lokasi penambahan mesin-mesin tersebut.

6. Identifikasi variabel dan parameter yang diteliti
7. Melakukan pengolahan dan analisa awal tata letak fasilitas dengan menggunakan metode penentuan jarak *Euclidean*.
8. Penarikan Kesimpulan dan saran.

Setelah data-data yang diperlukan cukup, maka penulis membuat langkah-langkah dalam melakukan pengolahan data tersebut, sehingga dapat di analisis permasalahan yang terjadi. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan software pendukung, seperti *Mic. Excel, Win QSB dan Auto Cad*.

Dalam penggunaan *software* diatas untuk membantu melakukan analisa terhadap permasalahan yang sedang terjadi, adapun perhitungan yang dilakukan dengan *software WinQSB & Mic. Excel* untuk menentukan permasalahan pada periode mendatang, sedangkan *software Auto Cad* untuk mensimulasikan ukuran jarak sebenarnya kedalam skala gambar dalam hal ini untuk mengetahui jarak antar area proses, sehingga dapat dilakukan perhitungan jarak tempuh *material handling* dengan metode *Euclidean*.

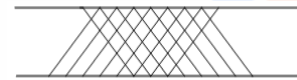
Proses Produksi

Pada proses pembuatan kemasan jenis flexible packaging memiliki material, mesin dan komponen cetaknya, yaitu sebagai berikut:

- a. Bahan-Bahan Produksi
 - a) OPP (*Oriented Poly Propylene*).
Jenis film yang digunakan untuk bahan baku proses produksi ini, yaitu :
 - Tidak terlalu lentur, getas tapi ulet, dan mudah disobek.
 - Berat jenisnya 0.91 kg/m^3 .
 - Digunakan untuk produk *noodle, non noodle dan non group*.
 - b) PET (*Poly Etylene Terephthalat/ Polyester*).
 - Mudah disobek dan ulet.
 - Berat jenisnya 1.4 kg/m^3 .
 - Digunakan untuk produk *oil pack, sauce pack, & non group*.
- b. Mesin-Mesin & Komponen Produksi
 - a) Mesin *Printing* dengan komponen cetaknya *Cylinder Printing*. Silinder cetak ini merupakan bagian komponen mesin untuk mencetak dengan cara mentransformasikannya ke film (*raw material*) yang digunakan, sifat dari silinder cetak ini tergantung dari desain tiap-tiap jenis produk yang akan dicetak. Proses pembuatan desain pada silinder ada 2 jenis, yaitu :

- *Ingriping Process*

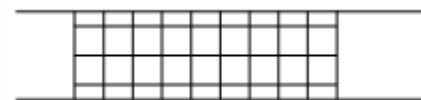
Karakteristik pada *ingripping proses* ini, ialah tidak dapat membuat profil-profil yang sulit, karena proses yang dilakukan secara semi otomatis, yaitu dengan menggunakan mata intan untuk membuat desain gambar tersebut dengan keterbatasan hanya dapat membuat bentuk-bentuk profil gambar yang sederhana, sehingga dalam penggunaan tinta cetak dapat lebih irit.



Gambar 1
Model Ingriping.

- *Lazer Process*

Untuk proses dengan cara ini, proses yang dilakukan dapat membuat profil-profil yang cukup sulit, hal ini dikarenakan proses grafir yang dilakukan pada silinder cetak dilakukan dengan menggunakan sinar laser yang telah terprogram sesuai dengan desain yang akan diproses, namun dalam penggunaan tinta cetaknya cukup boros.



Gambar 2
Model Lazer

Adapun proses produksi yang dilakukan pada mesin *printing*, sebagai berikut:

- a. Roll/ Film dipasang pada *unwinder unit* dan dilewatkan pada masing-masing unit *printing* untuk kemudian dihubungkan dengan *rewinder unit*. Unit-unit *printing* disini dimaksudkan *cylinder unit* dan *rubber roll unit*.
- b. Tinta dari masing-masing unit setelah dicampur dengan solvent yang telah disesuaikan dengan *viscositasnya*, kemudian dimasukan ke bak penampungan tinta disetiap masing-masing unit *printing* dan jumlah bak dan penempatan warna tersebut disesuaikan disetiap pola gambar silinder cetaknya.
- c. Film yang tercetak (sesuai dengan pola/ desain yang ada pada *cylinder printing*) tersebut dikeringkan melalui *unit drier/ post drier*, lalu digulung dalam bentuk roll di *rewinder unit*. Pada setiap proses

printing, akan dilakukan pemeriksaan cacat produk dengan lampu *strobo* yang telah terpasang pada unit printing awal dan akhir.

b) Mesin *Laminating*.

Adapun proses produksi yang dilakukan pada *Laminating Process*, sebagai berikut:

- a. Resin/ MB disedot oleh *blower* ke tangki penampungan (*automatic*) dan turun ke *hopper* (*automatic*) kemudian masuk ke *screw* dan dipanaskan sampai meleleh. Karena tekanan di dalam *screw*, maka cairan resin didorong ke *die*, yang kemudian keluar dari *die* berbentuk lembaran dan kemudian melapisi film yang berasal dari unit *drier* dibagian *laminator*.
- b. Film yang telah terlaminasi tersebut didinginkan pada *chiller drum*, kemudian diberi lapisan *powder* (bila perlu) dan digulung dalam bentuk roll di *rewinder unit*.
- c. Jenis mesin yang digunakan pada proses laminasi ialah:
 - *Solventless*
Mesin ini menggunakan lem murni untuk merekatkan setiap layer dari film tanpa penambahan solvent dan hardener.
 - *Dry Laminasi*
Mesin ini menggunakan lem murni yang dicampur dengan solvent dan hardener untuk merekatkan film.
 - *Extrusion*
Mesin ini menggunakan lem murni yang dicampur dengan *solvent* dan *hardener* untuk merekatkan film. Mesin ini terdiri dari: *Unit unwinder*, *anchor coating*, *unit extruder*, *unit rewinder*.
- c) Mesin *Slitting*.
Adapun proses produksi yang dilakukan pada *slitting process*, sebagai berikut:
 - a. Hasil WIP dari laminasi dipasang pada *unwinder* untuk dilakukan proses *slitting*.
 - b. Penyetingan pisau potong disesuaikan dengan ukuran potong yang diinginkan, setelah itu lakukan pemotongan.
 - c. Hasil *slitting* yang bagus dapat dikatakan produk jadi dan dapat dikirim ke *warehouse* untuk proses pengiriman atau penyimpanan sampai batas waktu pengiriman.

Flow Process



Gambar 3
Flow Process Secara Umum.

Pada gambar 3 diatas menjelaskan mengenai proses produksi mulai dari proses pencetakan di mesin *Printing* kemudian *Work In Process* (WIP) di *Sealent* dengan melaminasi bagian atas dan bawah produk tersebut, sesuai dengan permintaan konsumen maka produk tersebut dilakukan pemotongan dengan ukuran yang telah ditentukan di mesin *Slitter*.

Analisa dan Pengolahan Data

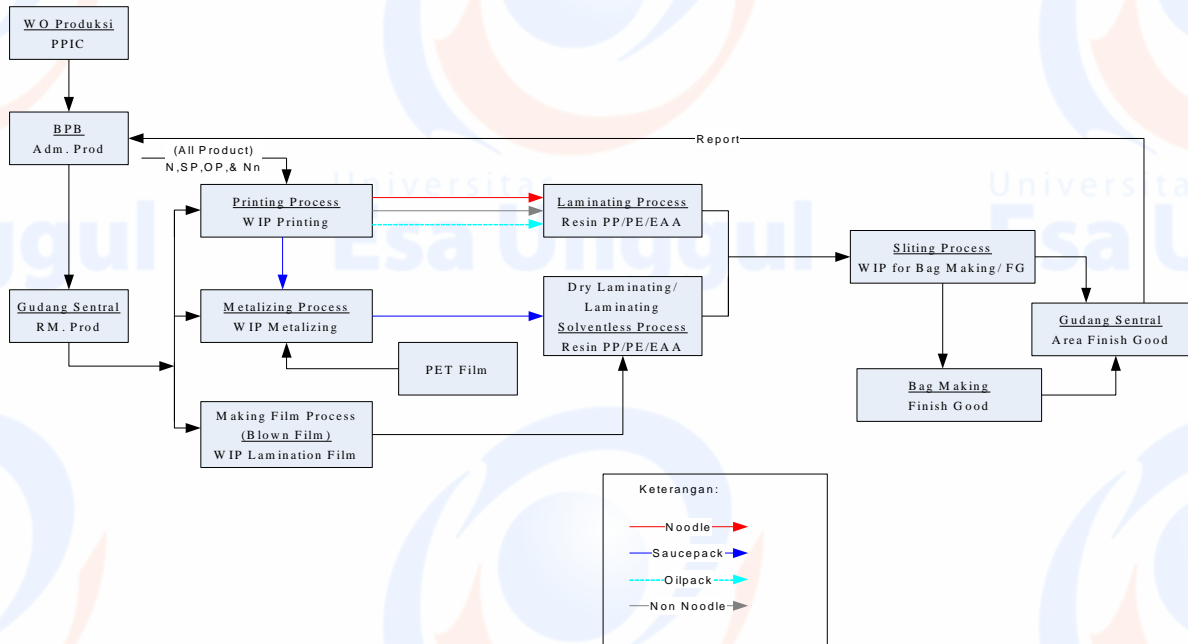
Proses kerja pada PT Cipta Kemas Abadi ini dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis produk yang dihasilkan, yaitu *Noodle*, *Saucepack*, *Oilpack*, *Non Noodle*, dan *Non Group*. Setelah melihat kondisi aktual yang ada, telah diperoleh data historis proses produksi dari bulan Januari 2007 s/d Juni 2008. Data selama 18 bulan ini diambil, secara langsung dari hasil pengamatan dilapangan baik dari pihak supervisor maupun operator produksi. Adapun analisa dan pengolahan data yang akan dibahas, sebagai berikut:

1. Melakukan perhitungan peningkatan kapasitas produksi adapun peningkatan kapasitas produksi ini dihitung dari hasil peramalan dengan menggunakan metode *regresi linear* (*Win QSB*) dan *regresi kuadratis* (*Mic. Excel*).
2. Melakukan perhitungan jarak tempuh dengan menggunakan metode penentuan jarak *Euclidean*.
3. Penambahan mesin yang terjadi akan diletakan pada area kosong yang saat ini belum dimanfaatkan di area *Metalizing* setelah dilakukan perhitungan terhadap peningkatan kapasitas produksinya.
4. Melakukan perhitungan *Material Handling Planning Sheet* (MHPS), dalam hal ini dibahas untuk menghitung jarak tempuh *material handling* dalam memproduksi jenis produk *metalizing* maupun *non metalizing*.
5. Membuat *Activity Relationship Chart* (ARC) dan *Area Relationship Diagram* (ARD) berdasarkan derajat kedekatan tiap-tiap departemen produksi.
6. Melakukan perhitungan *Material Handling Evaluation Sheet* (MHES), dalam hal ini dibahas untuk menghitung jarak tempuh *material handling* dalam memproduksi jenis produk *metalizing* maupun *non metalizing*.

7. Melakukan analisa perbandingan antara jarak tempuh awal dan waktu tempuh awal dengan jarak tempuh dan waktu tempuh usulan, setelah dilakukannya pengolahan data dengan menggunakan metode penentuan jarak *euclidean*

regresi linear pada *Software Win QSB* terhadap permintaan kapasitas produksi pada bulan Januari 2009 mendatang untuk jenis produk *metalizing*. Dalam hal ini akan diperoleh jumlah kapasitas yang harus dipenuhi pada periode peramalan tersebut, selain itu akan didapatkan nilai error. Penjelasan alur proses produksi untuk keseluruhan jenis produk akan dijelaskan pada diagram alur proses produksi secara menyeluruh dibawah ini:

Pada tabel 1 menjelaskan perhitungan dari data hasil perhitungan dengan menggunakan metode



Gambar 4
Diagram Alur Production Process.

Tabel 1
Peramalan Permintaan Jenis Produk Metalize dengan Regresi Linear

08-07-2008	Actual Data	Forecast by LR	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	4.350.575.00	5.054.650.00	-696.075.00	-696.075.00	484.520.394.752.00	15.97	-1.00		
2	5.853.111.00	5.044.762.00	808.349.00	112.274.00	752.212.00	568.974.245.888.00	14.89	0.15	0.01
3	4.802.795.00	5.034.874.00	-232.079.00	-119.905.00	578.834.31	287.263.725.280.00	11.54	-0.21	0.00
4	3.790.435.00	5.024.986.00	-1.235.551.00	-1.346.356.00	740.763.50	674.059.124.736.00	16.73	-1.82	0.20
5	4.102.000.00	5.015.098.00	-913.098.00	-2.259.454.00	775.230.38	705.956.914.688.00	17.83	-2.91	0.40
6	9.394.385.00	5.005.210.00	4.389.175.00	2.129.721.00	1.377.554.50	3.799.140.270.080.00	22.65	1.55	0.03
7	4.892.245.00	4.995.322.00	-903.077.00	1.226.644.00	1.360.772.00	3.372.912.736.384.00	22.56	0.94	0.01
8	4.919.916.00	4.985.434.00	-65.518.00	1.161.126.00	1.154.240.25	2.951.835.287.552.00	19.91	1.01	0.01
9	4.673.555.00	4.975.546.00	-301.991.00	859.135.00	1.659.545.88	2.633.986.736.128.00	18.42	0.81	0.00
10	1.781.016.00	4.965.658.00	-3.184.642.00	-2.325.587.00	1.272.055.50	3.384.782.618.624.00	34.46	-1.83	0.02
11	7.654.397.00	4.955.770.00	2.708.627.00	383.120.00	1.482.652.88	3.744.844.154.888.00	34.54	0.27	0.00
12	5.635.556.00	4.945.882.00	689.674.00	472.794.00	1.293.238.00	3.432.718.658.288.00	31.81	0.37	0.00
13	3.859.548.00	4.935.994.00	-1.076.446.00	-603.652.00	1.276.561.75	3.257.789.579.264.00	31.51	-0.47	0.00
14	4.529.912.00	4.926.106.00	-3.986.00	-599.846.00	1.185.650.63	3.025.091.166.208.00	29.26	-0.51	0.00
15	7.289.082.00	4.916.218.00	2.372.865.00	1.773.019.00	1.264.798.13	3.198.784.372.736.00	29.48	1.40	0.00
16	3.651.246.00	4.906.330.00	-1.255.084.00	517.535.00	1.264.191.00	3.097.312.624.544.00	29.79	0.41	0.00
17	3.693.455.00	4.896.442.00	-1.202.987.00	-685.852.00	1.260.590.88	3.000.245.944.320.00	29.95	-0.54	0.00
18	5.571.605.00	4.886.554.00	685.051.00	-1.00	1.228.616.50	2.859.637.407.744.00	28.97	0.00	0.00
19		4.876.666.00							
20		4.866.778.00							
21		4.856.890.00							
22		4.847.002.00							
23		4.837.114.00							
24		4.827.226.00							
25		4.817.338.00							
CFE			-1.00						
MAD			1.228.616.50						
MSE			2.859.637.407.744.00						
MAPE			28.97						
Trk Signal			0.00						
R-square			0.00						
Y-intercept			5.066E						
Slope			-9887.996						

Terlihat pada tabel 1 diatas, bahwa periode 1 s/d 18 merupakan data historis dari bulan Januari 2007 s/d Juni 2008. Setelah dilakukan peramalan dengan metode *regresi linear* menggunakan bantuan *software Win QSB* yaitu pada periode

Januari 2009 diperoleh nilai error (*MAPE*) sebesar 28.97% dengan jumlah permintaan sebesar 4,817,338 meter.



Gambar 5
Grafik Hasil Peramalan Jenis Produk Metalize dengan Software Win QSB (Regresi Linear)

Dari gambar 5 diatas dapat disimpulkan pola trend adalah menurun, dalam hal ini dari hasil peramalan diperoleh kapasitas produksi untuk Bulan

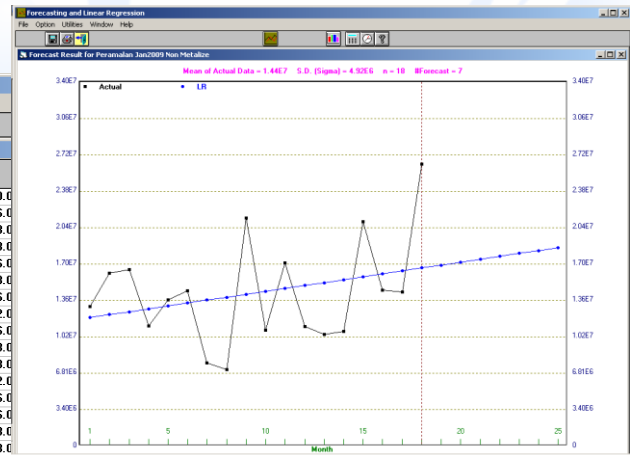
Januari 2009 mendatang sebesar 4.817.338 meter. Pada tabel 2 dibawah ini, merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *regresi linear* pada *Software Win QSB* terhadap permintaan kapasitas produksi pada bulan Januari 2009 mendatang untuk jenis produk *non metalizing*.

sebesar 30.28% dengan jumlah permintaan sebesar 18,569,878 meter.

Pada grafik dibawah ini, untuk metode *regresi linear* dapat disimpulkan pola *trend* adalah meningkat dengan hasil peramalan kapasitas produksi untuk bulan Januari 2009 mendatang sebesar 18,569,878 meter.

Tabel 2
Peramalan Permintaan Jenis Non Metalize dengan Regresi Linear

08-07-2008 Month	Actual Data	Forecast by LR	Forecast Error	CFE	MAD	MSE
1	13,060,363.00	12,037,842.00	1,022,521.00	1,022,521.00	1,022,521.00	1,045,549,219,840.00
2	16,161,857.00	12,310,010.00	3,851,847.00	4,874,368.00	2,437,184.00	7,941,137,104,896.00
3	16,541,329.00	12,582,178.00	3,959,151.00	8,833,519.00	2,944,506.25	10,519,050,190,848.00
4	11,243,744.00	12,854,346.00	-1,610,602.00	7,222,917.00	2,611,030.25	8,537,797,296,128.00
5	13,706,776.00	13,126,515.00	580,261.00	7,803,178.00	2,204,876.50	6,897,578,541,056.00
6	14,549,747.00	13,398,683.00	1,151,064.00	8,954,242.00	2,029,241.00	5,968,807,067,648.00
7	7,804,088.00	13,670,851.00	-5,866,763.00	3,087,479.00	2,577,458.25	10,033,106,518,016.00
8	7,145,707.00	13,943,019.00	-6,797,312.00	-3,709,833.00	3,104,940.00	14,554,399,506,432.00
9	21,333,528.00	14,215,187.00	7,118,341.00	3,408,508.00	3,550,873.25	18,567,330,267,136.00
10	10,834,474.00	14,487,355.00	-3,652,881.00	-244,373.00	3,561,074.00	18,044,952,772,608.00
11	17,152,864.00	14,759,523.00	2,393,341.00	2,148,968.00	3,454,916.25	16,925,236,133,888.00
12	11,185,544.00	15,031,692.00	-3,846,148.00	-1,697,180.00	3,487,519.00	16,747,538,153,472.00
13	10,434,938.00	15,303,860.00	-4,868,922.00	-6,566,102.00	3,593,781.00	17,282,835,152,896.00
14	10,747,739.00	15,576,028.00	-4,828,289.00	-11,394,391.00	3,681,960.00	17,713,516,773,376.00
15	21,011,332.00	15,848,196.00	5,163,136.00	-6,231,255.00	3,780,705.00	18,309,812,584,448.00
16	14,583,170.00	16,120,364.00	-1,537,194.00	-7,768,449.00	3,640,485.50	17,313,135,853,568.00
17	14,417,025.00	16,392,532.00	-1,975,507.00	-9,743,956.00	3,542,545.75	16,524,281,643,008.00
18	26,408,672.00	16,664,700.00	9,743,972.00	16.00	3,887,069.25	20,880,988,045,312.00
19		16,936,868.00				
20		17,209,036.00				
21		17,481,204.00				
22		17,753,372.00				
23		18,025,540.00				
24		18,297,708.00				
25		18,569,876.00				
CFE		16.00				
MAD		3,887,069.25				
MSE		20,880,988,045,312.00				
MAPE		30.28				
Trk.Signal		0.00				
R-square		0.09				
		Y-intercept=1.18E7				
		Slope=272168.100				



Gambar 6
Grafik Hasil Peramalan Jenis Produk Non Metalize dengan Software Win QSB (Regresi Linear)

Standard Kapasitas Maksimum Mesin Produksi

Pada Tabel 3 dibawah ini menjelaskan bahwa kapasitas mesin yang tersedia tergantung pada standard kecepatan putaran mesin. Dalam hal ini kecepatan putaran mesin akan dijadikan nilai perhitungan waktu siklus mesin selama mesin-mesin tersebut beroperasi, setelah didapati waktu siklus tersebut dapat diketahui pula berapa lama waktu yang diperlukan dalam memproduksi 1 (satu) meter *film layer* yang dicetak tiap menitnya, selain itu waktu siklus dapat diketahui tingkat optimalisasi tiap-tiap mesin dalam melakukan produksi setiap harinya.

Pada tabel 2 diatas menjelaskan bahwa diperoleh data hasil peramalan pada periode akhir yaitu bulan Januari 2009 sebagai acuan jika akan dilakukan penambahan jumlah mesin, serta mempertimbangkan faktor pendukung lain yang akan berpengaruh jika peningkatan kapasitas terjadi, adapun faktor tersebut meliputi operator, mesin utama, mesin pendukung atau sarana lainnya yang dianggap penting. Dari hasil peramalan dengan metode *regresi linear* menggunakan bantuan *software Win QSB* diperoleh nilai error (*MAPE*)

Tabel 3
Standard kapasitas maksimum Tahun 2008

Mesin	Kapasitas Max (m/mnt)			Mesin Tersedia (Unit)
	Std	Perhari	Perbulan	
Protec 1	200	288,000	7,488,000	1
Protec 2	200	288,000	7,488,000	1
Protec 3	200	288,000	7,488,000	1
Protec 4	200	288,000	7,488,000	1
Protec 5	200	288,000	7,488,000	1
Total printing	1,000	1,440,000	37,440,000	5
Extrusion 1	180	259,200	6,739,200	1
Extrusion 2	180	259,200	6,739,200	1
Extrusion 3	180	259,200	6,739,200	1
Extrusion 4	180	259,200	6,739,200	1
Extrusion 5	180	259,200	6,739,200	1
Extrusion 6	180	259,200	6,739,200	1
Dry laminasi	180	259,200	6,739,200	1
Solventless	180	259,200	6,739,200	1
Total laminasi	900	1,296,000	33,696,000	8
Toshin	55	79,200	2,059,200	10
Schiavi	55	79,200	2,059,200	4
Titan - osg	55	79,200	2,059,200	3
Total slitter	3,247	4,675,680	121,567,680	17

Peningkatan Kapasitas Produksi

Hasil dari perhitungan peramalan diatas menunjukkan bahwa permintaan yang terjadi untuk jenis *metalize* sebesar 4,817,338 meter dan 18,569,878 meter untuk *non metalize*. Jumlah ini yang akan menjadi tolak ukur untuk menghitung kebutuhan jumlah masing-masing mesin.

Perhitungan Jumlah Mesin yang Diperlukan

Penentuan jumlah mesin yang digunakan untuk menjalankan proses produksi, didapat dari kapasitas maksimum pada tiap-tiap mesin dalam melakukan proses produksi. Adapun perhitungannya, sebagai berikut:

$$\text{Formulasi penentuan jumlah mesin: } N = \frac{W_s \cdot \text{Inp}}{E \cdot D}$$

Dimana:

- N = Jumlah mesin yang diperlukan (Unit)
- Ws = Waktu siklus (Menit)
- Inp = Jumlah produk yang diproduksi (Meter)
- E = Efisiensi kerja mesin (%)
- D = Jumlah waktu yang tersedia (Menit)

a. Perhitungan waktu siklus

Waktu siklus didapat dari data tiap-tiap mesin mampu beroperasi dalam waktu 1 menit/meternya.

- Printing = $1/200 = 0.005$ meter
- Laminasi = $1/180 = 0.006$ meter

- Slitter = $1/55 = 0.018$ meter

b. Rata-rata persentase waste dari jumlah proses produksi periode Jan s/d Jun 2008, sebagai berikut:

Waste yang terjadi dari raw material masuk hingga proses printing sebesar 1.26%, sedangkan dari proses printing ke laminasi sebesar 14.56%, sedangkan dari proses laminasi ke slitter sebesar 0%.

c. Waktu yang ketersediaan mesin ialah 22 hari kerja atau 31,680 menit.

d. Tingkat efisiensi kerja mesin sebesar 80%.

e. Kapasitas produk yang harus dipenuhi sebesar 4,817,338 meter untuk jenis produk *metalize* dan 18,569,878 meter untuk jenis produk *non metalize*.

Formulasi penentuan jumlah produk yang akan diproduksi, disesuaikan dengan waste yang terjadi:

$$\text{Inp}_i = \text{Total Output}_{i-1} - (\text{Total Output}_{i-1} \times P_{i-1})$$

Dimana:

- Inp = Jumlah produk yang akan dibuat (m/bln)
- Total Output = Setelah peningkatan kapasitas (m/bln)
- P = Persentase Waste (%).

Perhitungan Jumlah Produk yang akan Dibuat

Berdasarkan formulasi dan data diatas, maka dapat diperoleh jumlah produk yang akan dibuat, sebagai berikut:

a. Untuk Jenis Produk Metalize

$$\begin{aligned} \text{Inp Slitting} &= \frac{4,817,338}{1 - 0.018} \\ &= 5,874,802.44 \\ &\approx 5,874,803 \text{ m} \\ \text{Inp Laminasi} &= \frac{5,874,803}{1 - 0.006} \\ &= 5,910,264.59 \\ &\approx 5,910,265 \text{ m} \\ \text{Inp Printing} &= \frac{5,910,265}{1 - 0.005} \\ &= 5,939,964.82 \\ &\approx 5,939,965 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Untuk Jenis Produk Non Metalize

$$\begin{aligned} \text{Inp Slitting} &= \frac{18,569,878}{1 - 0.018} \\ &= 18,603,364.06 \\ &\approx 18,603,365 \text{ m} \\ \text{Inp Laminasi} &= \frac{18,603,365}{1 - 0.006} \\ &= 18,715,658.95 \\ &\approx 18,715,659 \text{ m} \\ \text{Inp Printing} &= \frac{18,715,659}{1 - 0.005} \\ &= 18,809,707.54 \\ &\approx 18,809,708 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan mesin yang akan digunakan

Berdasarkan formulasi dan data diatas, maka dapat diperoleh jumlah mesin yang dibutuhkan, sebagai berikut:

a. Untuk Jenis Produk Metalize

$$\begin{aligned} N \text{ Printing} &= \frac{0.005 \times 5,939,965}{31,680 \times 80\%} \\ &= 1.17 \approx 2 \text{ Unit Mesin} \\ N \text{ Laminasi} &= \frac{0.006 \times 5,910,265}{31,680 \times 80\%} \\ &= 1.4 \approx 2 \text{ Unit Mesin} \\ N \text{ Slitter} &= \frac{0.018 \times 5,874,803}{31,680 \times 80\%} \\ &= 4.17 \approx 5 \text{ Unit Mesin} \end{aligned}$$

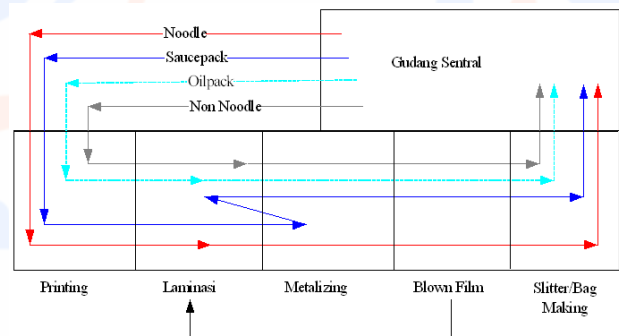
b. Untuk Jenis Produk Non Metalize

$$\begin{aligned} N \text{ Printing} &= \frac{0.005 \times 18,809,708}{31,680 \times 80\%} \\ &= 3.72 \approx 4 \text{ Unit Mesin} \\ N \text{ Laminasi} &= \frac{0.006 \times 18,715,659}{31,680 \times 80\%} \\ &= 4.43 \approx 5 \text{ Unit Mesin} \\ N \text{ Slitter} &= \frac{0.018 \times 18,603,365}{31,680 \times 80\%} \\ &= 13.22 \approx 14 \text{ Unit Mesin} \end{aligned}$$

Tabel 4

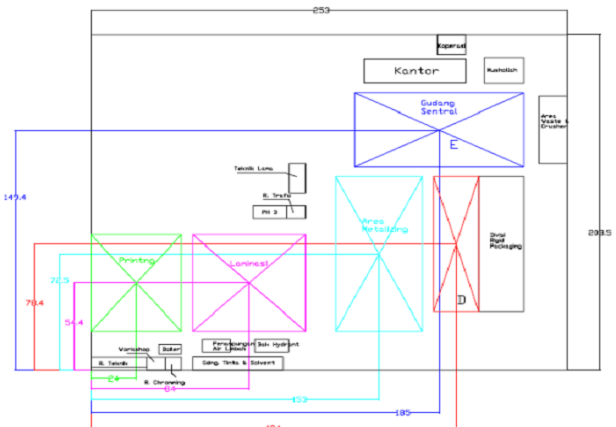
Jenis Mesin	Jumlah Mesin Awal	Jumlah Mesin Usulan		
		Metalize	Non Metalize	Total
Printing	5	2	4	6
Laminasi	8*	2	5	7
Slitter	17	5	14	19

Dapat dilihat dari tabel 4 diatas bahwa setelah dilakukan perhitungan untuk peningkatan kapasitas produksi terhadap kapasitas mesin yang tersedia ini, maka diperlukan penambahan mesin untuk memproduksi jumlah kapasitas tersebut. Untuk mesin laminasi terdapat 2 unit mesin, yaitu *dry laminasi* & *laminasi solventless* dalam kesehariannya produksi kedua mesin tersebut jarang dipergunakan, namun setelah dilakukan peningkatan didapati 1 unit mesin dapat dioptimalkan fungsi kerja mesinnya dan 1 unit mesin lagi sebagai cadangan jika terjadi produksi yang meningkat lebih tinggi atau sebagai pengganti jika salah satu mesin laminasi yang lain mengalami kerusakan. Pada gambar 7 dibawah ini dapat dilihat bahwa aliran proses untuk jenis produk *metalize* terlihat tidak berurutan, karena terjadi perpindahan *material handling* yang tidak sistematis.



Gambar 7
Aliran Proses Tiap-Tiap Jenis Produk

ARD awal dapat dilihat pada gambar 8, terlihat jarak antara gudang sentral dengan area printing relatif jauh.



Gambar 8
Aliran Proses Tiap-Tiap Jenis Produk

Menentukan Jarak Tempuh Antar Departemen Berdasarkan Proses

Dalam menentukan jarak tempuh awal, maka penulis mengukur jarak tempuh *material handling* antar tiap-tiap proses dengan mengambil titik pusat antara titik pusat yang satu dengan titik pusat yang lainnya.

Tabel 5
Titik Koordinat Area Proses Produksi ARD Awal

Departemen	Area	Sumbu X (m)	Sumbu Y (m)
A	Printing	24	54.4
B	Laminasi	84	54.4
C	Metalize	153	72.5
D	Slitting	194	78.4
E	Gudang Sentral	185	149.4

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan *Software AutoCad* dalam menentukan jarak terhadap titik koordinat diatas, maka diperoleh jarak tempuh terhadap titik pusat untuk tiap-tiap departemen ke departemen yang lainnya.

Adapun metode perhitungan yang dilakukan, yaitu dengan metode penentuan jarak *Euclidean*, yaitu dengan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$D_{ij} = \sqrt{[(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2]}$$

Dimana:
 Dij = Jarak antara pusat I dan J (m)
 Xi = Koordinat X pada pusat I (m)
 Yi = Koordinat Y pada pusat I (m)

Contoh Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh MH} &= [(x_E - x_A)^2 + (y_E - y_A)^2]^{1/2} \\ \text{Jarak Tempuh MH} &= [(185 - 24)^2 + (149.4 - 54.4)^2]^{1/2} \\ &= 186.93 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Material Handling Planning Sheet

Material Handling Planning Sheet merupakan tabel yang diperlukan untuk mengetahui besarnya jarak dan waktu tempuh material handling masing-masing proses. Adapun jenis-jenis material handling yang digunakan adalah *forklift* dengan kecepatan 166 m/menit dan besarnya kapasitas yang dapat diangkut sebanyak 4 (empat) roll film, sedangkan *handlift* memiliki kecepatan 24 m/menit dengan kapasitas daya angkut sebesar 2 (dua) roll film.

Adapun perhitungan MHPS akan dijabarkan pada tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6
Material Handling Planning Sheet (MHPS)

Asal	Luas Asal (m ²)	Tujuan	Luas Tujuan (m ²)	Jenis MH	Load/Unload (mnt)	Kec. MH (m/mnt)	Jarak Tempuh MH (m)	Waktu Tempuh (mnt)
<i>Metalizing Process</i>								
Gudang Sentral	3864	Area Printing	2880	Forklift	2	166	186.93	4.25
Area Printing	2880	Area Laminasi	3600	Handlift	2.8	24	60	7.80
Area Laminasi	3600	Area Metalizing	4278	Handlift	2.8	24	71.33	8.74
Area Metalizing	4278	Area Slitting	2016	Forklift	2	166	41.42	2.50
Area Slitting	2016	Gudang Sentral	3864	Forklift	2	166	71.56	2.86
Total Waktu Perpindahan							431.24	26.16
<i>Non Metalizing Process</i>								
Gudang Sentral	3864	Area Printing	2880	Forklift	2	166	186.93	4.25
Area Printing	2880	Area Laminasi	3600	Handlift	2.8	24	60	7.80
Area Laminasi	3600	Area Slitting	2016	Handlift	2.8	24	112.5	12.18
Area Slitting	2016	Gudang Sentral	3864	Forklift	2	166	71.56	2.86
Total Waktu Perpindahan							430.99	27.09

Contoh perhitungan waktu tempuh:
 $= \text{load/unload} + [(1/\text{Kec. MH}) \times (\text{Jarak} / 50\%)]$
 $= 2 + [(1/166) \times (186.93/50\%)]$
 $= 4.25 \text{ mnt}$

Adapun 50% diatas diasumsikan, adanya pergerakan bolak-balik *material handling* pada saat bergerak mengantarkan *raw material* ke area yang dituju, kemudian kembali ketempat semula tanpa membawa *raw material* tersebut hanya sekali jalan dan balik tanpa membawa apapun.

Dari tabel 6 diatas, bahwa total jarak tempuh dari hasil perhitungan dengan metode pengukuran *Jarak Euclidean* untuk jenis produk *metalizing* memiliki total jarak tempuh sebesar 431.24 meter dengan waktu tempuh 26.16 menit/ *frekuensi laju material handling* sedangkan untuk jenis produk *non metalize* sebesar 430.99 meter dengan waktu tempuh 27.09 menit/ *frekuensi laju material handling*.

Membuat Activity Relationship Chart

Aliran material dapat diukur secara kualitatif menggunakan tolak ukur derajat kedekatan hubungan antar fasilitas atau departemen satu dengan yang lainnya. Nilai-nilai yang menunjukkan derajat hubungan kedekatan menentukan hubungan antar area produksi atau antar departemen dalam pabrik dan cenderung berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang sifatnya subjektif. Simbol-simbol derajat kegiatan merupakan derajat kedekatan dengan tingkat kepentingan berdasarkan kelogisan.

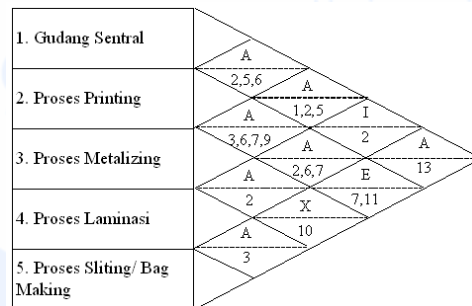
Tabel 7
Simbol Kegiatan ARC

Simbol derajat kedekatan	
A	Mutlak Perlu
E	Sangat Penting
I	Penting
O	Cukup/Biasa
U	Tidak Penting
X	Tidak Dikehendaki

Derajat kedekatan ini dibuat berdasarkan alasan-alasan yang terjadi pada aplikasi lapangan di PT Cipta Kemas Abadi, dengan seberapa pentingkah area-area tersebut harus saling berdekatan.

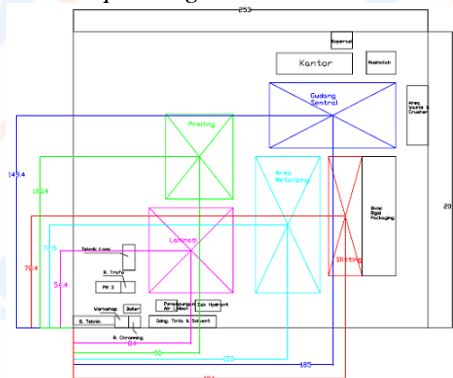
Tabel 8
Alasan Keterkaitan Aktivitas

Kode	Alasan
1	Kemudahan pengawasan
2	Transportasi raw material lebih dekat
3	Kebisingan
4	Suhu & Bau Tinta
5	Pengontrolan raw material
6	Pengontrolan WIP
7	Verifikasi produk lebih mudah
8	Menggunakan space yang dekat atau sama
9	Urutan aliran kerja
10	Tidak adanya kontak kerja yang berarti
11	Finish Good



Gambar 9
Peta Keterkaitan Aktivitas

Dari gambar 9 diatas dapat dilihat bahwa untuk menentukan derajat kedekatan antar area terlebih dahulu harus ditentukan alasan-alasan yang terkait dengan aktivitas perusahaan tersebut, dalam hal ini hubungan antar departemen. Alasan-alasan yang dikemukakan berdasarkan kelogisan yang sesuai dengan kondisi aktual dilapangan. *Area Relationship Diagram* (ARD) usulan dapat dilihat pada gambar 10 dibawah ini, pada gambar tersebut terlihat bahwa jarak antara area *printing* dengan gudang sentral relatif dekat, berbeda dengan *Area Relationship Diagram* (ARD) awal yang terlihat pada gambar 10, hal ini dapat membantu perusahaan untuk meminimalisasi jarak tempuh *material handling* yang bergerak dari gudang sentral ke area *printing*.



Gambar 10
aliran proses tiap-tiap jenis produk

Tabel 9
Titik Koordinat Area Proses Produksi ARD
Usulan

Titik Koordinat pada ARD			
Departemen	Area	Sumbu X (m)	Sumbu Y (m)
A	Printing	24	54.5
B	Laminasi	126	120.5
C	Metalize	102	61.5
D	Slitting	174	108.5
E	Gudang Sentral	45	113.5

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan software AutoCad dengan derajat kedekatan tiap-tiap departemen, maka diperoleh jarak tempuh terhadap titik pusat untuk tiap-tiap

departemen ke departemen yang lainnya. (lihat tabel 4.15). Adapun metode perhitungan yang dilakukan, yaitu dengan metode penentuan jarak *Euclidean*, yaitu dengan menggunakan formulasi, sebagai berikut:

$$D_{ij} = \sqrt{[(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2]}$$

Dimana:

D_{ij} = Jarak antara pusat I dan J (m)

X_i = Koordinat X pada pusat I (m)

Y_i = Koordinat Y pada pusat I (m)

Contoh Perhitungan:

Jarak Tempuh MH

$$= [(X_E - X_A)^2 + (Y_E - Y_A)^2]^{1/2}$$

$$= [(45-24)^2 + (113.5-54.5)^2]^{1/2}$$

$$= 99.3 \text{ m}$$

Tabel 10
Material Handling Evaluation Sheet (MHES)

Asal	Luas Asal (m ²)	Tujuan	Luas Tujuan (m ²)	Jenis MH	Load/Unload (mnt)	Kec. MH (m/mnt)	Jarak Tempuh MH (m)	Waktu Tempuh (mnt)
<i>Metalizing Process</i>								
Gudang Sentral	3864	Area Printing	2880	Forklift	2	166	99.3	3.20
Area Printing	2880	Area Laminasi	3600	Handlift	2.8	24	66.27	8.32
Area Laminasi	3600	Area Metalizing	2016	Handlift	2.8	24	71.33	8.74
Area Metalizing	4278	Area Slitting	2016	Handlift	2.8	24	32.53	5.51
Area Slitting	2016	Gudang Sentral	3864	Forklift	2	166	71.56	2.86
Total Waktu Perpindahan							340.99	25.44
<i>Metalizing Process</i>								
Gudang Sentral	3864	Area Printing	2880	Forklift	2	166	99.3	3.20
Area Printing	2880	Area Laminasi	3600	Handlift	2.8	24	66.27	8.32
Area Laminasi	3600	Area Slitting	2016	Handlift	2.8	24	112.58	12.18
Area Slitting	2016	Gudang Sentral	3864	Forklift	2	166	71.56	2.86
Total Waktu Perpindahan							349.71	26.56

Contoh perhitungan waktu tempuh:

$$= \text{load/unload} + [(1/\text{Kec. MH}) \times (\text{Jarak}/50\%)]$$

$$= 2 + [(1/166) \times (99.3/50\%)]$$

$$= 3.20 \text{ mnt}$$

Dari diatas, bahwa total jarak tempuh dari hasil perhitungan dengan metode pengukuran *Jarak Euclidean* untuk jenis produk *metalizing* memiliki total jarak tempuh sebesar 340.99 meter dengan waktu tempuh 25.44 menit/ frekuensi laju material handling sedangkan untuk jenis produk *non metalize* sebesar 349.71 meter dengan waktu tempuh 26.56 menit/ frekuensi laju material handling.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data yang dilakukan di PT Cipta Kemas Abadi, mengenai perbaikan tata letak fasilitas pada lantai produksi untuk meningkatkan kapasitas pada produksi *flexible packaging*, diperoleh kesimpulan, sebagai berikut:

1. Metode peramalan dengan nilai error terkecil yaitu metode *regresi linear* dari peramalan tersebut diketahui kapasitas produksi untuk bulan Januari 2009 (akhir periode peramalan) sebesar 4,817,338 meter untuk jenis produk *metalize* dan 18,569,878 meter untuk jenis produk *non metalize*
2. Pada bulan Januari 2009 dibutuhkan jumlah mesin printing 6 unit dari 5 unit yang ada sekarang, 8 unit mesin laminasi yang awalnya 6 unit mesin berfungsi secara normal dan 2 unit dioperasikan jika terjadi produksi tinggi kemudian setelah dilakukan perhitungan dibutuhkan 7 unit beroperasi penuh dan 1 unit cadangan. Mesin slitter perlu penambahan 2 unit menjadi 19 unit dari 17 unit yang ada sekarang.
3. Dengan menggunakan *Activity Relationship Chart* (ARC) dan *Area Relationship Diagram* (ARD) serta layout yang diusulkan, maka jarak tempuh material handling untuk proses

metalizing dan non metalizing adalah sebagai berikut:

• **Metalizing**

Keterangan	MHPS	MHES
Jarak	431.24	340.99 meter
Tempuh	meter	
Waktu	26.16	25.44
Tempuh	mnt/frek uensi	menit/frekuensi

• **Non Metalizing**

Keterangan	MHPS	MHES
Jarak	430.99	349.71
Tempuh	meter	meter
Waktu	27.09	26.56
Tempuh	mnt/frekuensi	mnt/frekuensi

Saran

Hasil dari kesimpulan diatas dapat menjadi saran untuk pihak perusahaan, yaitu:

1. Penelitian dapat dilakukan di divisi lain PT Cipta Kemas Abadi yaitu divisi *rigid packaging*, dengan harapan aliran proses dapat disesuaikan dengan divisi *flexible packaging* setelah dilakukan usulan perbaikan tata letak lantai produksi ini.
2. Diharapkan pihak perusahaan memperhitungkan kembali kapasitas gudang sentral dalam mengakomodir *raw material* maupun *finish good* setelah dilakukan peningkatan kapasitas untuk periode Januari 2009 mendatang.
3. Penambahan jumlah mesin yang terjadi dapat dialokasikan pada area yang saat ini belum dimanfaatkan, yaitu pada *area metalizing*.

Daftar Pustaka

Apple, J. M. (1990). *Tata letak pabrik dan pemindahan bahan*. Bandung: ITB.

Hari, P. (2004). *Perencanaan & perancangan fasilitas*, (Edisi pertama). Yogyakarta: Graha ilmu.

Harsanti, S. D. (2004). Usulan Implementasi Optimalisasi pada Perencanaan dan Perancangan Tata Letak Fasilitas Pabrik Emping untuk Meminimasi Jarak Tempuh Material Handling di PT. X Cilegon Banten. [Laporan tugas akhir]. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas INDONUSA Esa Unggul, Jakarta.

Kwari, W. Kwari, M. A. (2000). *AutoCad 2 dimensi release 14*, (Jilid II). Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.

Pengantar Mata Kuliah PTLP. Disusun oleh: Bambang Risdianto, 12.07.2000/Mier. PWP: Definisi PTLF, Jakarta

Sachbudi, R. A. (2003). *Diktat Perkuliahan Pengantar Teknik Industri*. Jakarta.

San, Gan Shu., Wahjudi, D. & Sugiarto. (2000). Analisa tata letak pabrik untuk meminimalisasi material handling pada pabrik koper. *Jurnal teknik mesin*, 2(2). Universitas Kristen Petra, Jakarta.

Tim Asisten Dosen PPIC. (2006). *Modul praktikum perancangan dan pengendalian produksi*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas INDONUSA Esa Unggul, Jakarta.

Turner, C. W. Mize, H. J. Case, E. K. Nazemetz, W. J. (2000). *Pengantar teknik dan sistem industri*, (Edisi Ketiga, Jilid 1), (Alih Bahasa: Ir. Janti Gunawan, M. Eng.Sc & Nyoman Sutari, ST, Editor: I.K Gunarta). Surabaya: Guna Widya Surabaya.

Wignjosobroto, S. (2003). *Ergonomi studi gerak dan waktu*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: Guna Widya Surabaya.

Wignjosobroto, S. (2003). *Pengantar teknik dan manajemen industri*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: Guna Widya Surabaya.