

PERANCANGAN TATA LETAK SEL UNTUK MEMINIMASI VARIASI BEBAN SEL DAN MAKESPAN

by Agus Ristono

Submission date: 04-Apr-2023 12:08PM (UTC+0700)

Submission ID: 2055372958

File name: erancangan_Tata_Letak_Sel_untuk_meminimasi_variasi_beban_sel.pdf (264.14K)

Word count: 3463

Character count: 20213

PERANCANGAN TATA LETAK SEL UNTUK MEMINIMASI VARIASI BEBAN SEL DAN MAKESPAN

Agus Ristono

Teknik Industri UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. Babarsari 02 Tambakbayan Yogyakarta Indonesia 55281
Phone: + 62 274 485 363, Fax: + 62 274 486 256
Email: agus_ristono@lycos.com, agus_ristono@yahoo.com

ABSTRACT

This paper presents a simulated annealing (SA) approach to the cell layout problem with multiple objectives: minimizing make-span and the total load variation within cell. This approach efficiently yields good solutions and tends to be sensitive to using the "temperature" and "cooling ratio". The results indicate that the proposed procedure performs very well in terms of both minimizing make-span and total load variation. It is shown that this procedure is extendable to other layout and material handling system design problems.

Keywords: *simulated annealing, total load variation, make-span, cell layout*

PENDAHULUAN

Group Technology (GT) adalah suatu metode manajemen organisasi yang rasional berdasarkan pada prinsip yang menyatakan bahwa hal-hal yang serupa harus dikelompokkan atau dilakukan secara bersama-sama [1]. Dalam konteks produksi, "hal-hal" tersebut meliputi desain produk, proses perencanaan, pembuatan, perakitan, pengendalian, dan lain-lain. Dalam desain produk dan perencanaan proses, penggunaan sistem pengkodean komponen dan perencanaan umum untuk berbagai gabungan model memungkinkan adanya perkembangan lebih lanjut bagi desain-desain komponen yang baru serta dapat menghindari perkembangan bagian-bagian yang tidak penting.

Cellular Manufacturing (CM) merupakan suatu cara untuk dapat diimplementasikannya konsep GT pada *job-shop* [2]. Mesin-mesin yang berbeda dikelompokkan secara bersama-sama untuk membentuk sebuah sel yang digunakan untuk memproduksi satu atau beberapa komponen. Beberapa komponen tersebut dinamakan *part family*. Idealnya, sel-sel disusun dengan semua mesin dan alat yang dibutuhkan untuk memproduksi seluruh bagian dari *part family* tersebut. Karena adanya pola permintaan yang berubah-ubah dan adanya alasan yang lain, maka sebuah sel dapat memproduksi lebih dari satu *part family*.

Proses pembentukan sel tersebut dapat dilakukan dengan berdasarkan pada salah satu atau dua ukuran atau tujuan, yakni meminimasi variasi beban sel dan minimasi makespan. Ukuran minimasi terhadap variasi beban sel dalam sebuah *cellular manufacturing systems* (CMS) telah diusulkan oleh Venugopal and Narendran [3], sedangkan penelitian dari Süer and Dagli [4] tentang pembentukan CMS menggunakan ukuran minimasi make-span.

Süer and Tummaluri [5] mengembangkan metodologi baru yang terdiri dari tiga fase secara bertahap untuk membentuk sebuah sel. Meskipun penelitian ini lebih mengacu kepada level keahlian operator untuk tiap pengerjaan produk berdasarkan pada waktu operasi standar, akan tetapi dalam perancangan CMS-nya menggunakan ukuran minimasi makespan dan ditambah dengan batasan ukuran sel.

Penelitian yang berkaitan dengan minimasi makespan dalam CMS, juga dilakukan oleh Alhawari [6] tetapi pendekatan yang digunakannya adalah model *Max-Min* dan *Max*. Penelitian tersebut adalah mencari seberapa besar pengaruh dari kedua pendekatan tersebut terhadap level keahlian operator, make-span dan total waktu proses dalam sebuah sel. Dampak ini ditinjau dalam beberapa kondisi yang berbeda karena perubahan *product mix* dan waktu proses operasi.

Makalah ini mengusulkan pendekatan yang lain dalam membentuk sel dengan dua ukuran atau tujuan yang telah dibahas oleh penelitian-penelitian yang sebelumnya. Pendekatan yang digunakan adalah dengan menggunakan salah satu algoritma meta-heuristik yang terkenal, yakni *simulated annealing* (SA). Algoritma *simulated annealing* adalah sebuah teknik yang pertama kali digunakan oleh ilmuwan fisika. Algoritma ini berdasarkan pada ide dari mekanika statistik dan dimotivasi oleh analogi terhadap perilaku sistem fisika yang ada pada kamar pemanas. Ini adalah pendekatan baru yang digunakan untuk memecahkan berbagai masalah kombinasi seperti masalah *quadratic assignment problem* (QAP), masalah *travelling salesman problem* (TSP) dan lain-lain.

Proses SA dianalogikan dari sebuah cara pembentukan kristal. Telah diketahui bahwa jika suatu cairan dipanaskan hingga suhu tinggi dan didinginkan secara bertahap, maka kondisi akhir yang tercapai atau kristal akhir yang dihasilkan lebih superior dengan melalui pendinginan secara cepat. Demikian pula, algoritma SA adalah sebuah algoritma yang bertujuan untuk memperoleh solusi akhir lebih baik secara bertahap dari satu solusi kepada solusi yang berikutnya. Meskipun demikian, kadangkala algoritma tersebut dapat saja menerima solusi yang inferior.

MODEL MATEMATIKA

Minimasi Make-Span Dalam Sel

Make-span adalah maksimum waktu penyelesaian dari semua sel-sel yang ada. Persamaan (1) merupakan fungsi tujuan, yakni minimasi *make-span*. Persamaan (2) menunjukkan bahwa total waktu proses dalam tiap sel harus sama dengan atau lebih besar dari *make-span*. Persamaan (3) meyakinkan bahwa tiap part atau produk harus sudah dibebankan ke dalam salah satu sel untuk diproses. Persamaan (4) dijadikan sebagai batasan tanda untuk variabel keputusan yang ada.

Fungsi tujuan:
 $Min Z = MS$ (1)

Fungsi pembatas:
 $MS - \sum_{i=1}^n p_{ij}x_{ij} \geq 0 \quad ; 1 \leq j \leq c$ (2)

$\sum_{j=1}^c x_{ij} = 1 \quad ; 1 \leq i \leq n$ (3)

$x_{ij} \in [0,1]$ (4)

dimana,

- x_{ij} = 1 jika part *i* dikerjakan oleh sel *j*,
 = 0 jika tidak
- p_{ij} = Waktu proses untuk part *i* dalam sel *j*
- c = Jumlah sel
- n = Jumlah part

Pengurutan pengerjaan part biasanya dilakukan setelah proses pemuatan sel atau pembagian *part-part* kedalam masing-masing sel atau *part family* sudah selesai dikerjakan. Dalam penelitian ini, rata-rata flow time dijadikan sebagai ukuran dan pengurutannya menggunakan *shortest processing time technique* (SPT).

Minimasi Variasi Pembebanan Sel

Model yang digunakan untuk meminimasi variasi pembebanan sel didasarkan pada model yang diusulkan oleh Venugopal dan Narendran (1992). Dalam model ini, didefinisikan bahwa m sebagai jumlah mesin, k sebagai jumlah sel dan n sebagai jumlah *part*. $W = [w_{ij}]$ adalah matriks part-mesin berukuran $m \times n$, dimana w_{ij} merupakan beban pada mesin i yang dipengaruhi oleh *part* j . Matriks $X = [x_{ij}]$ adalah matriks yang berukuran $m \times k$ yang dinamakan sebagai matriks keanggotaan, dimana

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika mesin berada dalam sel } i \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

Matriks $M = [m_{ij}]$ adalah sebuah matriks yang berukuran $k \times n$ yang merupakan rata-rata beban sel, dimana:

$$m_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^m x_{il} w_{lj}}{\sum_{i=1}^m x_{il}}$$

Total beban sel i dipengaruhi oleh *part* j yang dinyatakan sebagai $\sum_{i=1}^m x_{il} w_{lj}$. Jumlah mesin

dalam sel i dinyatakan sebagai:

$$\sum_{i=1}^m x_{il}$$

Formulasi model matematikanya adalah:

Fungsi tujuan:

$$\text{Minimize } z_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^k \sum_{j=1}^n (w_{ij} - m_{ij})^2 \quad (5)$$

Fungsi pembatas:

$$\sum_{l=1}^k x_{il} = 1 \quad \forall i \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{il} \geq 1 \quad \forall l \quad (7)$$

Pernyataan matematika dari $\sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^k \sum_{j=1}^n (w_{ij} - m_{ij})^2$ adalah fungsi tujuannya. Persamaan (5) berfungsi untuk menjumlahkan semua beban pada mesin i dalam sel l yang dipengaruhi oleh semua *part* yang dikerjakan oleh mesin i saja. Fungsi tujuan z_1 akan menjumlahkan secara bersama-sama dari ukuran tersebut untuk semua mesin dan sel yang ada. Persamaan (6) digunakan untuk memastikan bahwa untuk mesin i hanya ditugaskan untuk satu sel saja. Persamaan (7) sebagai batasan agar tidak ada sel yang kosong.

SIMULATED ANNEALING

Konsep Dasar

Dalam SA, diperkenalkan konsep “temperatur”. Temperatur mengarah pada keadaan dimana algoritma SA melewati pencarian solusi terbaiknya. Pencarian solusi akan dimulai dengan temperatur awal, kemudian berpindah ke temperatur yang selanjutnya apabila keadaan membeku telah tercapai. Keadaan membeku dapat tercapai apabila salah satu dari dua kondisi berikut ini terpenuhi, maka keadaan membeku telah tercapai:

1. Jumlah solusi yang diteliti melebihi nilai yang ditetapkan sebelumnya.
2. Jumlah solusi baru yang diterima melebihi nilai yang ditetapkan sebelumnya.

Ketika keadaan membeku tercapai, maka temperatur tersebut dikurangi dengan faktor pendingin r ($0 < r < 1$), dan prosedur tersebut diulangi hingga sejumlah langkah temperatur tertentu (yang telah ditetapkan sebelumnya) sudah terlaksana. Notasi yang digunakan dalam algoritma tersebut disajikan berikut ini:

n	jumlah mesin dalam masalah tata letak
T	temperatur awal
r	faktor pendingin
ITEMP	jumlah waktu temperatur T menurun.
NOVER	jumlah solusi maksimum yang dievaluasi pada setiap temperatur
NLIMIT	jumlah solusi baru maksimum yang diterima pada setiap temperatur
δ	perbedaan dalam solusi terbaik yang sebelumnya dengan solusi sekarang.
OFV	nilai solusi yang diperoleh

Langkah Algoritma SA

Langkah-langkah yang biasanya digunakan dalam SA adalah sebagai berikut:

Langkah 0 Tetapkan S = solusi awal yang dapat dikerjakan; z = OFV yang sesuai; $T = 999$; $r = 0,9$; $ITEMP = 0$; $NLIMIT = 10n$; $NOVER = 100n$; dan (p,q) = jumlah mesin maksimum yang diijinkan dalam (baris, kolom) apapun.

Langkah 1 Ulangi langkah 2 $NOVER$ kali atau hingga jumlah solusi baru yang berhasil sama dengan $NLIMIT$.

Langkah 2 Pilih sepasang mesin secara acak dan tukar posisinya. Jika pertukaran posisi kedua mesin tersebut menghasilkan keadaan saling tumpang tindih pada beberapa pasang mesin, maka modifikasi koordinat pusat dari mesin-mesin tersebut untuk memastikan bahwa tidak ada keadaan saling tumpang tindih. Jika solusi S^0 yang dihasilkan memiliki $OFV \leq z$, maka tetapkan $S = S^0$ dan $z = OFV$ yang sesuai. Kalau tidak, hitung δ = perbedaan antara z dan OFV pada solusi S^0 dan tetapkan $S = S^0$ dengan probabilitas $e^{-\delta/T}$.

Langkah 3 Tetapkan $T = rT$ dan $ITEMP = ITEMPT + 1$. Jika $ITEMP \leq 100$, kembali ke langkah 1. Kalau tidak, berhentilah.

Cara Menghindari Optimal Lokal

Untuk setiap solusi baru, algoritma SA menentukan perbedaan (δ) antara nilai fungsi tujuan pada solusi terbaik sebelumnya dengan solusi yang baru. Jika perbedaan tersebut menguntungkan (lebih kecil dibandingkan solusi terbaik sebelumnya), maka solusi sebelumnya dibuang dan solusi yang baru digunakan. Jika perbedaan tersebut tidak menguntungkan, maka solusi baru diterima dengan probabilitas tertentu.

Probabilitas penerimaan solusi baru yang lebih buruk tergantung pada nilai δ . Semakin besar nilai δ , semakin besar probabilitas nilai solusi baru ditolak. Jadi, algoritma SA juga mencari solusi dalam arah yang menurun. Inilah mengapa algoritma ini mundur dari optimum lokal dan mencari solusi yang lebih baik dalam wilayah sekitarnya. Hal ini dilakukan untuk menghindari solusi yang diperoleh adalah optimal lokal.

Strategi Yang Digunakan

Nilai temperatur T awal ditetapkan sehingga nilainya lebih besar dari δ terbesar yang dialami secara normal. Ini memungkinkan sejumlah besar solusi inferior dapat diterima di bagian awal pencarian. Faktor pendingin r ditetapkan 0,90, NOVER 100n, dan NLIMIT 10n, n adalah jumlah mesin dalam masalah tata letak.

Dalam langkah 1 dan 2, algoritma ini meneliti pertukaran posisi secara acak pada kedua mesin tersebut. Jika pertukaran menghasilkan sebuah solusi dengan OFV lebih rendah, maka solusi baru tersebut diterima. Kalau tidak, maka dihitung δ . Probabilitas penerimaan solusi ini adalah $e^{-\delta/T}$, dengan kata lain, semakin besar nilai δ , semakin besar probabilitas solusi ini diterima. Langkah 2 ini diulangi sebanyak NOVER kali atau hingga jumlah solusi baru yang diterima sama dengan NLIMIT.

PEMBAHASAN

Contoh numerik digunakan untuk memberikan penjelasan lebih lanjut berkaitan dengan algoritma yang telah dibahas. Data hipotetik yang digunakan adalah data yang diambilkan dari irani dan huang [7] seperti yang terlihat pada tabel 1.

Inisialisasi

Dalam masalah perancangan tata letak ini, mesin-mesin dianggap memiliki ukuran yang sama. Jumlah sel maksimum yang diperbolehkan sebanyak 5 buah, selain itu ditetapkan juga jumlah mesin maksimum yang diijinkan dalam setiap baris dan kolom yang dalam penelitian ini adalah sebanyak 5 mesin. Dengan menggunakan informasi yang berfokus pada jumlah mesin maksimum dalam setiap baris dan kolom, maka dapat disusun tata letak dengan mudah. Untuk memudahkan, lokasi mesin diberi nomor dengan urutan naik dari kiri ke kanan dan dari bawah ke atas. Diasumsikan bahwa mesin-mesin tersebut diatur posisinya sehingga tepi atas mesin-mesin dalam sebuah baris tersebut lurus secara horisontal, dan tepi kiri lurus secara vertikal.

Tabel 1. Perencanaan proses dan volume produksi [7]

Part	Sequence	Total batch time (minute)	Part per batch
1	1,4,8,9	96-36-36-72	2
2	1,4,7,4,8,7	36-120-20-120-24-20	3
3	1,2,4,7,8,9	96-48-36-120-36-72	1
4	1,4,7,9	96-36-120-72	3
5	1,6,10,7,9	96-72-200-120-72	2
6	6,10,7,8,9	36-120-60-24-36	1

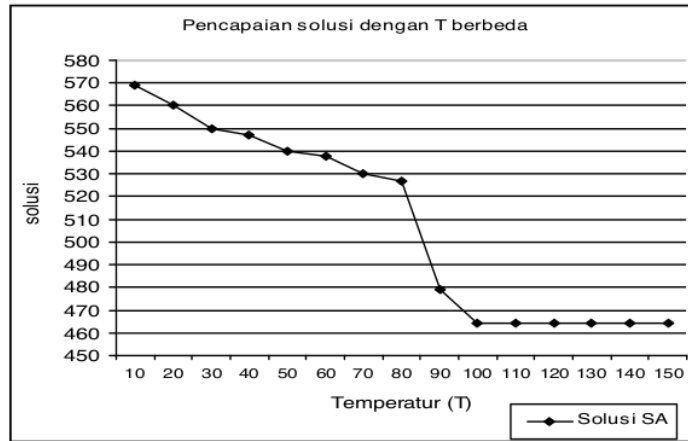
7	6,4,8,9	72-36-48-48	2
8	3,5,2,6,4,8,9	144-120-48-72-36-48-48	1
9	3,5,6,4,8,9	144-120-72-36-48-48	1
10	4,7,4,8	120-20-120-24	2
11	6	72	3
12	11,7,12	192-150-80	1
13	11,12	192-60	1
14	11,7,10	288-180-360	3
15	1,7,11,10,11,12	15-70-54-45-54-30	1
16	1,7,11,10,11,12	15-70-54-45-54-30	2
17	11,7,12	192-150-80	1
18	6,7,10	108-180-360	3
19	12	60	2

Langkah 1 pada algoritma sa adalah langkah inisialisasi, yakni pembangkitan solusi awal dengan ofv yang sesuai, kemudian ditetapkan parameter itemp, nlimit dan nover, serta nilai untuk p (baris) dan q (kolom) yang tersedia. Meskipun solusi awal dapat sembarang, namun yang termudah adalah dengan cara menetapkan mesin 1 untuk lokasi 1, mesin 2 untuk lokasi 2, dan seterusnya. Dengan kata lain, solusi awal adalah mesin 1 diletakan di posisi kiri pada baris pertama (yang paling bawah), mesin 2 diletakan di sebelah kanan mesin 1, dan seterusnya.

Setelah dibangkitkan solusi awal, maka kemudian dilakukan proses pertukaran dan dihitung nilai ofv yang terdiri dari dua jenis, yakni persamaan (1) dan persamaan (5). Pemilihan solusi dilakukan secara bertahap. Pertama apabila nilai ofv dengan persamaan (2) untuk solusi baru lebih kecil dibandingkan dengan solusi yang sebelumnya maka dilakukan pengecekan untuk persamaan (1). Jika keduanya terpenuhi maka solusi yang baru dijadikan sebagai solusi awal untuk pencarian solusi yang berikutnya, demikian seterusnya. Apabila tidak terpenuhi persyaratan pada perbaikan nilai ofv jika menggunakan persamaan (2), maka solusi tersebut tidak dibuang, melainkan diterima dengan probabilitas $e^{-\delta/t}$, dimana parameter suhu t tergantung dari iterasinya, sedangkan nilai δ diambilkan dari selisih pengurangan nilai ofv dengan persamaan yang bersangkutan (persamaan (1) dan bukan persamaan (2)).

Pengaruh Pemilihan Parameter Temperatur

Apabila dilakukan perubahan terhadap temperatur yang digunakan, maka akan diperoleh hasil seperti pada gambar 1. Berdasarkan pada gambar tersebut, dapat dikatakan bahwa apabila temperatur yang digunakan semakin kecil, maka solusi yang diperoleh akan semakin jauh dari nilai optimal. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan memberikan nilai temperatur yang rendah, maka akan mengakibatkan ada beberapa solusi yang sebenarnya lebih baik dan bahkan bisa saja optimal tidak masuk dalam perhitungan, sehingga dikatakan bahwa algoritma tersebut terjebak dalam optimal lokal. Akan tetapi jika diberikan nilai temperatur yang terlalu besar (dalam kasus ini, jika $t > 100$), maka hasil yang diperoleh tidak menunjukkan perubahan yang berarti atau dapat dikatakan mengalami kondisi *steady state*. Hal ini dapat dijelaskan bahwa peningkatan temperatur akan berakibat pada banyaknya solusi yang layak tetapi tidak lebih baik dari yang sudah diperoleh masuk dalam daftar yang tetap harus dipertimbangkan, sehingga mengakibatkan waktu komputasi semakin lama tetapi solusi yang diperoleh tidak berubah.

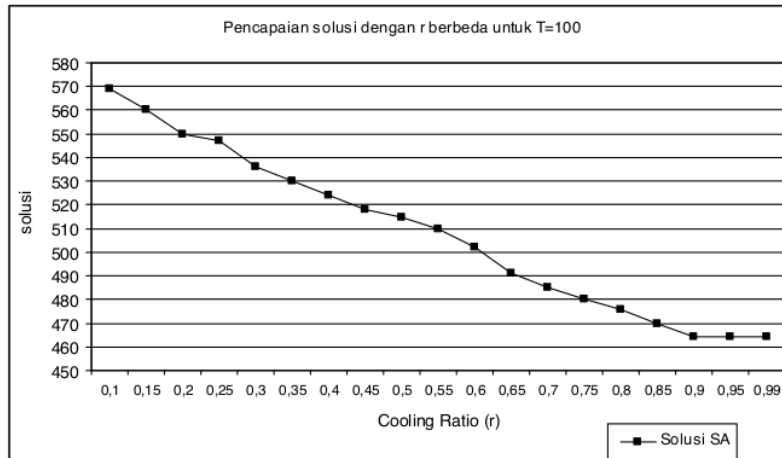


Gambar 1. Pencapaian Solusi Dari SA Untuk T Yang Berbeda

Oleh sebab itu, perlu ditentukan temperatur yang optimal sebelum ditentukan nilai atau solusi yang optimal, yang dalam kasus ini nilai t yang optimal adalah 100. Selain itu, nilai parameter “temperatur” t yang ditetapkan itu memberikan kemungkinan terhadap adanya lebih banyak solusi yang bisa diterima ketika t tinggi dan lebih sedikit solusi yang diterima jika t rendah. Karena nilai t berkurang secara bertahap (lihat langkah 3), maka ini mengimplikasikan bahwa diinginkan lebih banyak solusi lebih buruk yang diterima dalam permulaan, dan lebih sedikit solusi yang lebih buruk di akhir iterasi. Dasar pemikiran untuk hal ini adalah agar menghindari perangkap kedalam optimum lokal di bagian awal pencarian. Menetapkan nilai t yang terlalu kecil akan membuat algoritma sa berperilaku seperti 2-opt (karena gerakan naik yang sangat sedikit sudah langsung akan diterima) dan menjebakny dalam optimum lokal inferior.

Pengaruh Pemilihan Faktor Pendingin

Rencana pendinginan yang digunakan dalam algoritma sa adalah cara sederhana namun berpengaruh besar untuk menjamin bahwa temperatur tersebut berkurang secara bertahap setelah “keadaan membeku” atau “keseimbangan” tercapai pada keadaan atau temperatur tertentu. Meskipun dipilih faktor pendingin 0,9, namun nilai apapun mulai dari 0,8 hingga 0,99 dapat digunakan, seperti yang terlihat pada gambar 2. Dari tabel tersebut terlihat bahwa semakin besar nilai r , maka solusi yang diperoleh semakin baik pula. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pemilihan nilai yang lebih tinggi (mendekati 0,99) untuk faktor pendingin r akan berarti bahwa lompatan dari satu keadaan ke keadaan lainnya bersifat pelan dan bertahap. Nilai yang mendekati 0,8 akan berarti bahwa penurunan temperatur lebih signifikan, dan terkadang menyebabkan sa berhenti dengan cepat, sehingga banyak alternatif solusi yang mungkin lebih baik tetapi tidak ikut dipertimbangkan karena lompatan tadi. Oleh sebab itu, dilakukan eksperimen untuk menentukan faktor pendingin yang “tepat” yang dalam kasus ini nilai r yang optimal adalah 0,9. Selain itu, disamping menggunakan rencana pendingin sederhana $t_{i+1} = r t_i$ seperti yang tampak dalam langkah 3, terkadang digunakan pula $t_{i+1} = d/\log(t)$, dimana d adalah konstanta positif.

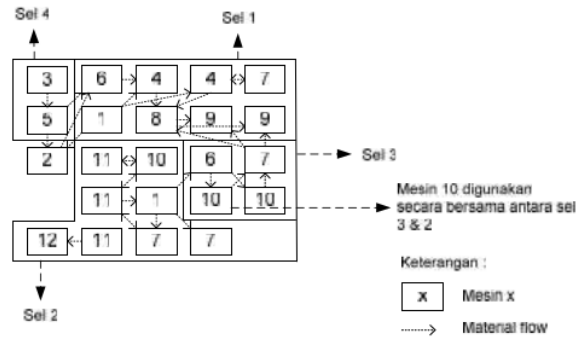


Gambar 2. Pencapaian Solusi Dari SA Untuk *Cooling Ratio* (R) Yang Berbeda Dengan Temperatur Yang Sama (T=100)

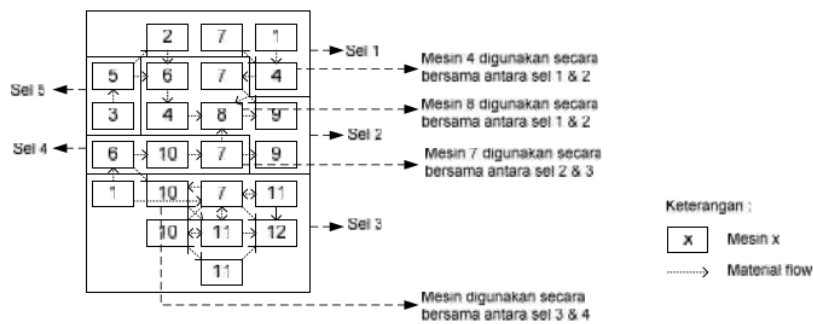
Perancangan Tata Letak Sel

Sebelum dilakukan pembentukan sel dan penempatan tata letak mesin-mesinnya maka terlebih dahulu ditentukan jumlah masing-masing jenis mesin (mesin 1, 2, 3 ... 12) sehingga kapasitasnya mencukupi untuk memproduksi part-part seperti yang ditunjukkan pada tabel 1. Setelah itu, baru dirancang penempatan mesin dengan menggunakan sa. Untuk rancangan tata letak pertama, hanya dimasukkan fungsi tujuan minimasi variasi beban sel sehingga diperoleh tata letak seperti pada gambar 3. Rancangan tata letak kedua ditunjukkan pada gambar 4, dimana hasil tata letak tersebut sudah memasukkan kedua fungsi tujuan secara sekaligus.

Dari kedua gambar tersebut, dapat dilihat bahwa dengan hanya memperkecil nilai variasi beban sel maka hasil tata letaknya memiliki jumlah pergerakan antar sel (*inter-cell movement*) lebih sedikit, sehingga biaya *material handling* antar sel (*inter-cell*) akan lebih kecil pula. Sebaliknya, apabila kedua fungsi tujuan dimasukkan semua, maka tata letak yang dihasilkan memiliki pergerakan antar sel yang lebih banyak, sehingga akan memperbesar pula biaya *material handling* antar selnya. Hal ini dapat dikarenakan bahwa dengan memasukkan fungsi tujuan minimasi *make-span*, maka untuk tiap sel yang terbentuk akan memiliki *make-span* yang lebih kecil dibandingkan dengan tata letak yang sebelumnya, tetapi akibatnya semakin banyak pula sel yang terbentuk. Dengan semakin banyaknya sel yang terbentuk, maka akan semakin banyak pula pergerakan material antar selnya akan tetapi akan semakin sedikit pergerakan material dalam sel (*intra-cell movement*). Akibat yang lain dari banyaknya sel adalah akan semakin banyak mesin yang digunakan secara bersama-sama oleh beberapa sel yang terbentuk seperti tampak pada gambar 4, jika dibandingkan dengan tata letak sebelumnya (gambar 3).



Gambar 3. Tata Letak Dari SA Untuk Meminimasi Variasi Beban Sel



Gambar 4. Tata Letak Dari SA Dengan Menggunakan Dua Fungsi Tujuan

KESIMPULAN

Solusi yang dihasilkan dari SA sangat tergantung dari beberapa parameter, yakni besarnya temperatur dan laju pendinginan. Semakin besar temperatur sampai dengan titik tertentu (disebut titik temperatur yang optimal), maka akan semakin baik pula hasil yang diperoleh. Demikian pula dengan laju pendinginan, jika mendekati angka 0,99 maka hasil yang diperoleh akan jauh lebih baik.

Perancangan tata letak sel dengan SA berdasarkan pada satu tujuan saja yakni minimasi total variasi beban sel akan menghasilkan tata letak yang berbeda dengan SA yang didasarkan pada dua fungsi tujuan sekaligus, yakni minimasi *make-span* dan minimasi total variasi beban sel. Perbedaan tersebut berkaitan dengan jumlah sel dan banyaknya aliran material antar sel, yang selanjutnya akan berakibat pada perbedaan ongkos *material handling* antar sel.

DAFTAR PUSTAKA

- Heragu, S.S. , 1997, *Facilities Design*, Mc.Graw Hill
- Singh, N. dan Rajamani, D. ,1996, *Cellular Manufacturing Systems : Design, planning and control*, Chapman & Hall.
- Venugopal, V. dan Narendran, T. T. 1992. A genetic algorithm approach to the machining grouping problem with multiple objectives. *Computers and Industrial Engineering*, 22 (4), 469-480.

Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI
Program Studi MMT-ITS, Surabaya 6 Pebruari 2010

- Süer, G. A., dan Dagli, C. 2005. Intra-cell manpower transfers and cell loading in labor-intensive manufacturing cells. *Computers & Industrial Engineering*, 48(3), 643-655.
- Süer, G. A. dan Tummaluri, R. 2008. Multi period operator assignment considering skills, learning and forgetting in labour-intensive cells. *International Journal of Production Research*, 2, 1-25.
- Alhawari, O. I. 2008. Operator Assignment Decisions in a Highly Dynamic Cellular Environment. *Thesis Report*, Department of Industrial and Systems Engineering, faculty of the Russ College of Engineering and Technology, Ohio State University, USA.
- Irani, S. A. dan Huang, H. 2000. Custom design of facility layouts for multi-product facilities using layout modules. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 16(3) 259-267.
- Chen, D. S., Wang, Q. dan Chen, H. C., 2001, Linear sequencing for machine layouts by a modiWed simulated annealing, *International journal of production research*, vol. 39, no. 8, 1721-1732

PERANCANGAN TATA LETAK SEL UNTUK MEMINIMASI VARIASI BEBAN SEL DAN MAKESPAN

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 Aristoteles, Nurhidayanti, Bastian. "The Effect of Pineapple Juice on Lead Levels (Pb) In Sepat Salted Fish", Journal of Physics: Conference Series, 2020 **2%**
Publication

2 eprints.ums.ac.id **2%**
Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On