

PERANCANGAN SISTEM MANUFAKTUR SELULAR PADA PABRIK PERALATAN PERTANIAN

Rika Ampuh Hadiguna
Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas
e-mail: hadiguna@ft.unand.ac.id

Abstrak

Perbaikan operasi yang fundamental akan ditemui pada perancangan tata letak mesin-mesin atau pabrik. Hasil akhir yang diharapkan adalah reduksi biaya, reduksi waktu dan fleksibilitas. Pabrik alat dan mesin pertanian (alsintan) memproduksi berbagai macam jenis produk dalam jumlah sedikit untuk setiap jenisnya dengan tipe tata letak berdasarkan proses. Kelemahan tata letak ini dapat diatasi dengan penerapan manufaktur sellular. Perbaikan tata letak juga diharapkan mampu meningkatkan kualitas produk dan pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan konsep sistem manufaktur sellular pada pabrik peralatan pertanian untuk perbaikan operasi manufaktur produk alsintan. Metodologi dalam perancangan terdiri dari tiga bagian yaitu pengelompokkan, tata letak dalam sel mesin dan tata letak antar sel mesin. Pengelompokkan komponen dan mesin dilakukan dengan menggunakan metode urutan operasi dan beban kapasitas yang terdiri dari lima tahapan, yaitu identifikasi urutan operasi, memilih urutan operasi untuk komposisi sel, memindahkan operasi bottleneck, membentuk sel dan menugaskan operasi dan terakhir membagi mesin-mesin dengan dasar kapasitas. Perancangan tata letak dalam sel mesin dilakukan berdasarkan urutan operasi yang membentuk sel-sel mesin sehingga diperoleh susunan mesin dalam tiap sel. Penyusunan mesin-mesin dalam sel ini membutuhkan data input berupa from to chart antar mesin dalam sel. Tata letak awal yang dihasilkan dari from to chart ini nantinya diperbaiki menggunakan algoritma perbaikan metode OPT. Perancangan antar sel mesin dilakukan untuk rantai produksi sebagai tata letak akhir. Untuk menyusun sel-sel ini juga membutuhkan data from to chart untuk antar sel dan antara sel dengan fasilitas lain seperti gudang, bagian non-cellular, area rakit dan area pengecatan. Tata letak akhir ini dihasilkan dengan menggunakan bantuan software Quantitative Systems (QS) dan telah diperbaiki dengan algoritma perbaikan. Rancangan yang dihasilkan bertipe hybrid cellular yang terdiri dari enam sel dan satu bagian bukan sellular. Jarak total perpindahan bahan berkurang sebesar 26,99%, luas lantai terpakai meningkat 17,79%. Rancangan yang diusulkan telah memenuhi empat faktor yaitu kemudahan pengawasan dan kontrol, kesesuaian skill pekerja, mempertimbangkan kebutuhan area kerja dan mempertimbangkan kapasitas mesin. Rancangan usulan ini diperbandingkan dengan rancangan lainnya pada obyek yang sama berdasarkan faktor kuantitatif dan kualitatif. Rancangan usulan unggul pada jumlah aliran bahan balik, pertimbangan kapasitas mesin dan area kerja lebih luwes. Arah penelitian selanjutnya adalah mempertimbangkan urutan alternatif atau perubahan proses sehingga dapat mengurangi terjadinya langkah balik dan menyederhanakan aliran proses.

Kata kunci: Perbaikan, tata letak hibrid, reduksi jarak, aspek pekerja

1. Pendahuluan

Konsep Sistem Manufaktur Sellular (SMS) mengemukakan potensi untuk menjadikan sistem lebih fleksibel, efisien dan efektif (Ham dkk, 1985). Desain formasi sel menjadi sebuah isu pokok dalam sistem manufaktur sellular karena berkaitan dengan fasilitas produksi dimana sejumlah mesin dan baur komponen akan diproduksi. Sistem manufaktur sellular yang diaplikasikan secara luas dapat dilakukan dengan syarat, yaitu: operasional pabrik saat ini menggunakan tipe tata letak proses dan komponen-komponen atau mesin/peralatan secara logis dapat dikelompokkan. Pengelompokkan mesin merupakan faktor kritis dalam manufaktur sellular karena menentukan tingkat kinerja dari sel manufaktur. Ada tiga keputusan spesifik dalam desain formasi sel yaitu jumlah sel manufaktur, jenis mesin dalam sel manufaktur dan tipe komponen disetiap sel manufaktur. Pendekatan desain formasi sel manufaktur yang menggunakan secara

eksplisit obyektif tunggal akan menghasilkan penyelesaian yang bias terhadap kebutuhan perusahaan (Hadiguna, 2005). Disamping itu, ada juga berpendapat bahwa pelibatan beberapa obyektif menjadi isu penting karena proses desain akan melibatkan faktor-faktor yang berkaitan dengan tujuan-tujuan strategis, ukuran-ukuran kinerja sistem dan keunggulan kompetitif dalam *marketplace* (Aurrecoechea dkk, 1994).

Penerapan konsep SMS pada pabrik yang memproduksi peralatan pertanian seperti hydrotiller, thresher, perontoh padi dan sebagainya menjadi sangat menarik karena belum ada ditemukan diliteratur. Menurut Groover (2000), industri peralatan pertanian merupakan salah satu jenis pabrik yang cukup baik untuk diterapkannya SMS. Belum banyaknya penelitian penerapan SMS pada industri peralatan pertanian di Indonesia menjadi hal menarik karena sektor industri ini cukup potensial untuk mendukung pembangunan pertanian nasional. Sistem manufaktur yang efisien dan efektif akan memberikan manfaat bagi kelangsungan hidup bisnis sektor ini. Penerapan konsep SMS ini diwujudkan dengan pembentukan sel-sel manufaktur pada pabrik. Cukup banyak literatur yang membahas teknik-teknik merancang sel manufaktur yang merupakan faktor penting dalam manufaktur sellular. Pada beberapa literatur tersebut, titik berat pembahasan adalah penyelesaian masalah-masalah seperti formasi mesin dan *part families* (Mansouri, 2000) dan penilaian efisiensi pengelompokkan (Sarker dan Mondal, 1999). Da-Silveira (1999) telah melakukan penerapan SMS pada pabrik boneka mainan di Brazil sekaligus merumuskan langkah demi langkah proses implementasi manufaktur sellular ini sehingga menghasilkan rumusan metodologi implementasi manufaktur sellular. Namun penelitian tersebut belum didukung dengan proses evaluasi rancangan. Hal ini berarti proses perancangan dilakukan secara *stright forward*. Hal ini tidak sesuai dengan kaidah perancangan SMS yang harus mengukur tingkat keberhasilan rancangan berdasarkan kriteria atau obyektif (Hadiguna dan Mulki, 2003; Altinclinic, 2004). Rancangan SMS yang tepat perlu dilakukan sehingga konsep SMS menjadi lebih nyata dan berhasil guna apabila diterapkan pada industri peralatan pertanian.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah merancang sistem manufaktur sellular yang efisien dan efektif pada pabrik yang memproduksi peralatan pertanian. Dalam merancang sistem manufaktur sellular tiga persoalan pokok yang akan dihadapi adalah pengelompokkan mesin dan komponen, perencanaan tata letak dalam sel dan perencanaan tata letak antar sel. Ketiga persoalan pokok ini akan didekati dengan menerapkan metoda-metoda heuristik yang sesuai. Dalam hal ini yang dimaksud pengelompokkan adalah kumpulan mesin dan komponen-komponen pembentuk produk jadi yang memiliki kemiripan proses maupun operasi. Tata letak dalam sel maupun antar sel adalah kumpulan mesin-mesin yang di atur sedemikian rupa di lantai produksi sehingga bekerja secara efisien dan efektif.

Penelitian bertujuan untuk menerapkan konsep sistem manufaktur sellular pada pabrik peralatan pertanian. Penerapan konsep ini akan menghasilkan tiga keluaran yaitu pengelompokkan, rancangan tata letak fasilitas produksi dan evaluasi rancangan. Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa batasan, yaitu produk yang dijadikan dasar dalam perencanaan adalah produk unggulan yang pemesanannya bersifat *repeat order*. Penyusunan ulang dilakukan untuk mesin-mesin yang ada sekarang tanpa melakukan pengurangan atau penambahan jumlah mesin. Tidak mempertimbangkan urutan proses alternatif. Evaluasi hanya pada struktur sistem. Asumsi-asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah tidak ada perubahan jumlah

dari setiap jenis mesin dan tidak ada perubahan proses produksi serta desain pada produk-produk yang menjadi basis perencanaan. Penelitian ini akan dilaksanakan pada sebuah industri skala menengah yang sedang berkembang. Hasil penelitian ini diharapkan memberi beberapa manfaat bagi praktik perancangan tata letak pabrik dalam rangka peningkatan kualitas dalam arti luas. Selain itu, diharapkan memberikan sebuah pendekatan yang lebih tepat guna dalam hal penerapan konsep sistem manufaktur selular.

2. Tinjauan Pustaka

Sistem manufaktur selular (*Cellular Manufacturing System*) merupakan aplikasi khusus dari *Group Technology* (GT). Prinsip aplikasi ini adalah kluster mesin-mesin dan komponen-komponen dengan tujuan meningkatkan efisiensi produksi. Kluster mesin-mesin dan komponen-komponen lebih dikenal sebagai sel manufaktur dan *part family*. Desain sel manufaktur yang diinginkan adalah sel total independen agar dapat merealisasikan keunggulan dari GT. Idealnya tata letak CM dilihat dari keseluruhan operasi komponen dalam sebuah *part family* diselesaikan dalam sebuah sel mesin (Hadiguna dan Thahir, 2004). Pada kenyataannya, sel manufaktur yang independen tidak mungkin selalu ada. Tidak munculnya sel manufaktur yang total independen memunculkan tipe komponen yang diistilahkan elemen eksepsional yaitu komponen tersebut membutuhkan lebih dari satu sel mesin. Sel mesin yang harus memproses *part family* lain disebut dengan mesin *bottleneck*. Komponen elemen eksepsional akan menimbulkan biaya-biaya dalam operasional yang berarti ketidak-efektifan. Meskipun beberapa pendekatan telah dikembangkan dalam banyak literatur, namun masih terbatas lingkupnya karena kurang memperhatikan optimisasi biaya secara menyeluruh. Dalam makalah ini akan dibahas efek dari alternatif-alternatif kluster mesin-mesin dan komponen-komponen menggunakan pemrograman matematikal multi-objektif dan simulasi.

Sistem manufaktur selular merupakan penghubung antara sistem konvensional menuju sistem yang lebih modern. Sistem manufaktur selular merupakan dekomposisi sistem menjadi kelompok-kelompok mesin dan/atau komponen. Sebagai contoh, CIMS dan JIT merupakan sistem yang membutuhkan sistem manufaktur selular dalam bentuk fisiknya. Sistem manufaktur selular merupakan salah satu konsep dasar pabrik masa depan. Masalah desain sistem manufaktur selular cukup kompleks dan luas dikaji dengan melibatkan banyak tipe model optimisasi. Ada dua tipe masalah yang harus dibahas, yaitu: pengelompokkan mesin-komponen dan tata letak sel. Pemecahan dua tipe masalah tersebut membutuhkan pendekatan yang terintegrasi mengingat sangat sulit menyelesaikan kedua permasalahan tersebut sekaligus.

Perkembangan model-model dan teknik-teknik dalam perancangan sistem manufaktur selular selama ini lebih mengarah pada masalah pengelompokkan dan tata letak sel yang dipandang sebagai hal yang terpisah. Hal ini dapat dilihat dari beberapa studi yang dilakukan oleh diantaranya Baker dan Maropoulos (1999), Baykasoglu dan Gindy (2000), Daita dkk (1999) dan Efsthathiou dan Golby (2001). Bagaimanapun masalah desain sistem manufaktur selular adalah pengelompokkan komponen dan mesin serta pengaturan mesin-mesin pada *intra* dan *inter cell* yang tersedia dengan tujuan mengoptimalkan objektif yang telah dinyatakan. Proses desain yang menyeluruh dalam hal pengelompokkan hingga tata letak sel telah banyak dikembangkan seperti oleh Da-

Silviera (1999), Efstathiou dan Golby (2001), Hadiguna dan Thahir (2004) dan Hadiguna (2005).

Perkembangan dunia bisnis yang kompetitif mengharuskan proses desain sistem manufaktur sellular mempertimbangkan strategi bisnis (Hadiguna dan Mulki, 2003). Pertimbangan ini biasanya dilibatkan pada tahap desain tata letak sel. Model simulasi yang mengadopsi hal ini diantaranya Altinklininc (2004). Menurut Mansouri (2000) dan Hadiguna (2005) pendekatan desain fasilitas manufaktur yang menggunakan secara eksplisit obyektif tunggal akan menghasilkan penyelesaian yang bias terhadap kebutuhan perusahaan sehingga pelibatan beberapa obyektif menjadi isu penting karena proses desain akan melibatkan faktor-faktor yang berkaitan dengan tujuan-tujuan strategis, ukuran-ukuran kinerja sistem dan keunggulan kompetitif dalam *marketplace*. Berdasarkan prosedur perencanaan tata letak sel pabrik, diharapkan dapat dibangkitkan beberapa alternatif tata letak sel. Tata letak sel yang merupakan permasalahan tata letak sel diselesaikan dengan membangkitkan beberapa alternatif tata letak sel dalam hal ini tata letak sel. Hal ini ditujukan untuk menghasilkan sistem yang memenuhi kebutuhan perusahaan yang telah dirumuskan pada fase persiapan. Pembangkitan alternatif tata letak sel dilakukan pada fase definisi. Keputusan untuk menginstal tata letak sel terpilih dilakukan pada fase instalasi dimana hasil desain tata letak sel yang terdiri dari beberapa alternatif dipilih dengan mengakomodir kebutuhan perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk membahas bagaimana cara merancang SMS yang dapat mengakomodasi kebutuhan perusahaan khususnya di pabrik yang memproduksi peralatan pertanian.

3. Metodologi

3.1. Pengelompokkan Komponen dan Mesin

Pengelompokkan komponen dan mesin dilakukan dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Gravel dkk (2000). Metoda ini dipilih karena telah mempertimbangkan urutan operasi dan durasi proses (waktu proses) dalam pengelompokkan komponen dan mesin, sehingga lebih aplikatif untuk diterapkan nantinya. Hasil dari pengelompokkan ini menghasilkan *part families* dan *machine cells* sekaligus. Metoda pengelompokkan Gravel ini terdiri dari 5 tahapan, yaitu: identifikasi urutan operasi, memilih urutan operasi untuk komposisi sel, memindahkan operasi *bottleneck*, membentuk sel dan menugaskan operasi dan terakhir membagi mesin-mesin dengan dasar kapasitas.

Data yang dibutuhkan dalam melakukan proses pengelompokkan komponen dan mesin ini adalah *Bill of Material*, proses produksi, waktu proses tiap komponen dan permintaan tiap produk. Data diatas diperoleh melalui proses pengamatan dan pengukuran langsung dengan jam henti (*stopwatch*) serta hasil dari wawancara dengan pihak perusahaan baik pemilik maupun karyawan.

3.2. Perancangan Sel Mesin

Dalam tahapan ini mesin-mesin yang membentuk sel-sel mesin disusun berdasarkan urutan operasi yang membentuk sel-sel mesin tersebut, sehingga diperoleh susunan mesin dalam tiap sel. Penyusunan mesin-mesin dalam sel ini membutuhkan data input berupa *from to chart* antar mesin dalam sel yang menggambarkan perpindahan komponen antar mesin dan ukuran stasiun kerja mandiri untuk masing-masing mesin dalam sel yang dirancang menggunakan metode yang dikembangkan oleh Apple

(1990). Tata letak awal yang dihasilkan dari *from to chart* ini nantinya diperbaiki menggunakan algoritma perbaikan metode OPT menggunakan *software Multirow* yang dikembangkan oleh Heragu (1997). Untuk dapat menghasilkan *intracell layout* (tata letak mesin-mesin dalam sel) ini dibutuhkan beberapa data, yaitu hasil pengelompokan komponen-mesin dan spesifikasi mesin dan proses produksi yang diperoleh melalui proses pengamatan langsung serta hasil dari wawancara dengan pihak perusahaan.

Tata letak sel-sel mesin selanjutnya disusun pada rantai produksi untuk menghasilkan tata letak akhir. Untuk menyusun sel-sel ini juga membutuhkan data input berupa *from to chart* untuk antar sel dan antara sel dengan fasilitas lain seperti gudang, bagian *non-cellular*, area rakit dan area pengecatan. Tata letak akhir ini dihasilkan dengan menggunakan bantuan *software Quantitative Systems (QS)* dan telah diperbaiki dengan algoritma perbaikan. Data-data yang dibutuhkan dalam melakukan proses perancangan tata letak akhir (*intercell layout*) ini adalah *intracell layout* dan proses produksi yang merupakan hasil dari proses pengamatan langsung serta hasil dari wawancara. Secara diagramatik, prosedur lengkap perancangan sistem manufaktur sellular yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 1.

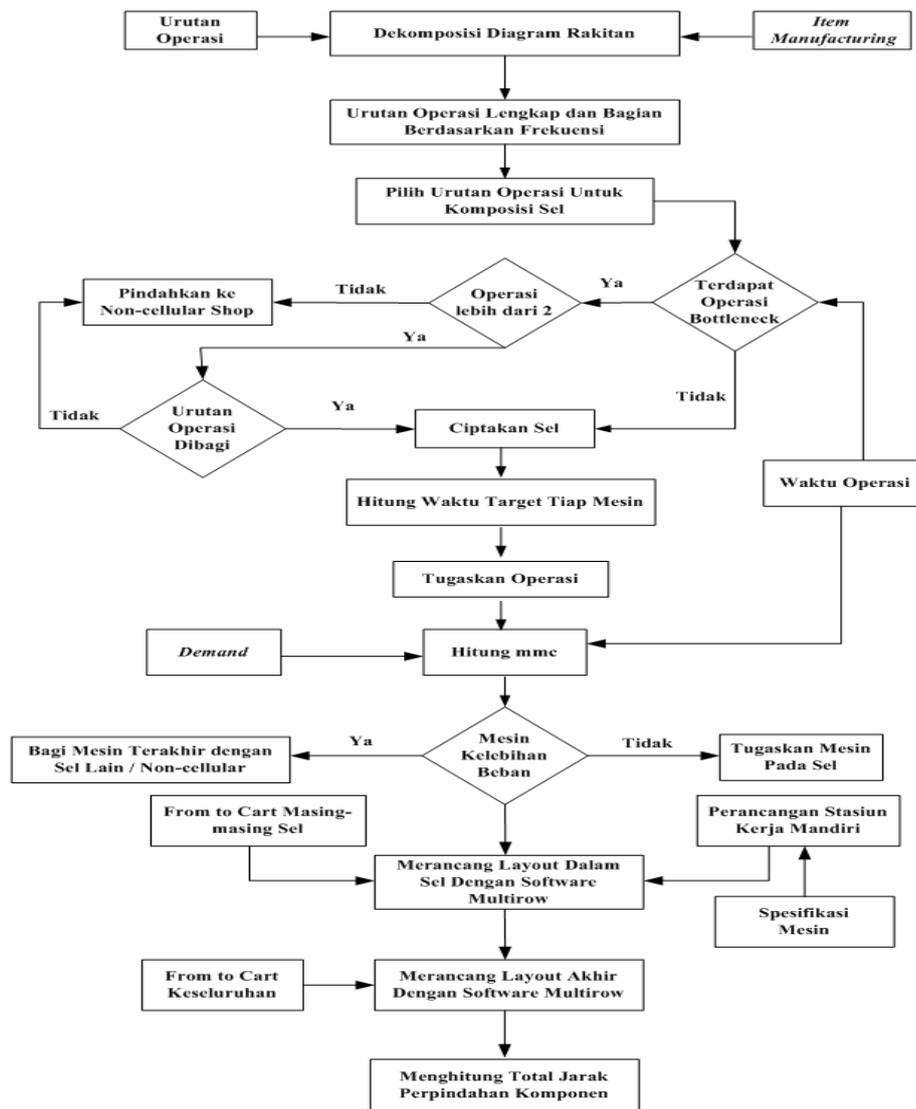
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Tata Letak Usulan

Tata letak usulan yang dihasilkan bertipe sellular hibrid yang terdiri dari enam sel mesin dan satu bagian non-sellular. Komposisi jenis mesin yang terdapat pada setiap sel mesin yakni sel 1 terdiri dari mesin potong strip, mesin drill dan bending, sel 2 terdiri dari mesin gergaji, mesin pres dan mesin drill, sel 3 terdiri dari mesin potong plat, gunting plat, mal bentuk phantom dan mesin lipat plat, sel 4 terdiri dari mesin potong api, gerinda tangan dan mesin drill, sel 5 terdiri dari mesin potong plat, mesin lipat plat, mesin pres dan mesin drill, sel 6 terdiri dari mesin gergaji dan bending dan bagian non-sellular terdiri dari mesin bubut, mesin milling, gerinda rata, mesin press, mesin punch dan mal bentuk alas biduk. Gambar tata letak usulan dan kondisi saat ini dapat dilihat pada Gambar 2.

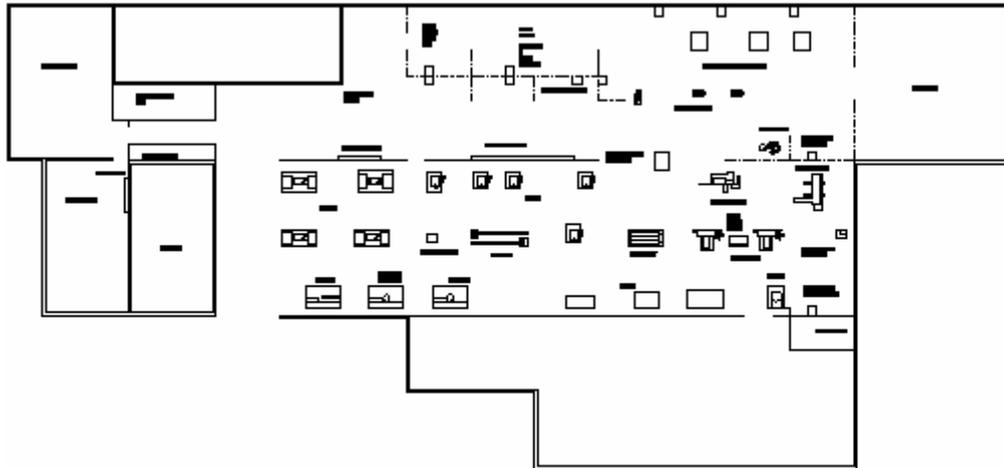
Hasil rancangan diukur berdasarkan total jarak perpindahan bahan. Total jarak perpindahan bahan dalam kegiatan produksi berkurang dari 54690,36 m menjadi 39925,77 m atau terjadi pengurangan sebesar 26,99 %. Perubahan struktur susunan mesin-mesin ini juga memberi dampak terhadap total penggunaan luas lantai. Luas lantai yang digunakan meningkat dari 435,24 m² menjadi 512,69 m² atau meningkat 17,79 % dari 715,18 m² yang tersedia.

Pembentukan sel ini hanya dilakukan untuk mesin-mesin sebelum proses penyelesaian yaitu pengelasan dan perakitan akhir. Proses perakitan tidak dimasukkan dalam proses pembentukan sel karena untuk perancangan lintasan perakitan sebaiknya digunakan metode keseimbangan lintasan. Namun pada penelitian ini tidak dilakukan perancangan keseimbangan lintasan untuk perakitan disebabkan pada perusahaan ini telah ada pembagian perakitan yang jelas untuk masing-masing sub-rakitan yang dianggap lebih baik untuk perusahaan ini.

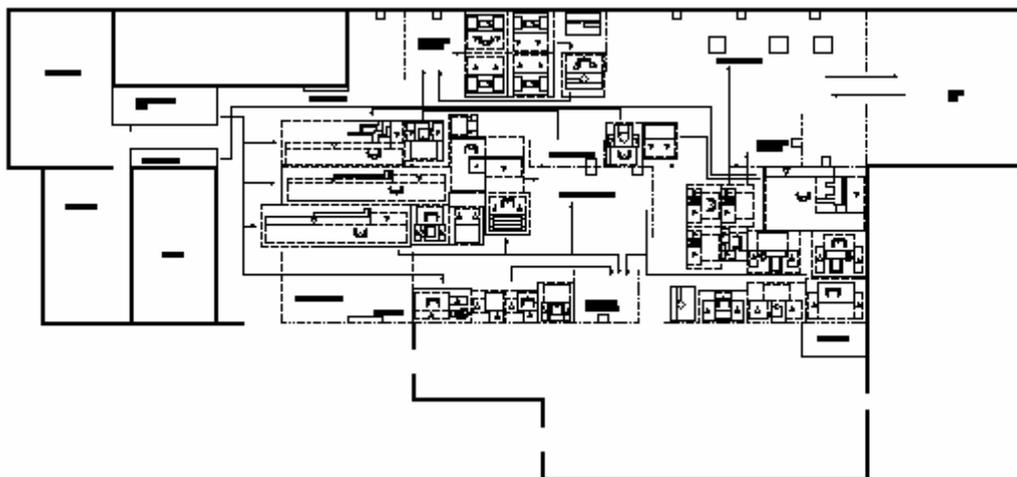


Gambar 1. Prosedur Perancangan

Pada proses pembentukan sel ini terdapat satu komponen yang harus dikeluarkan dari sel 1 dan dimasukkan pada bagian non-sellular, hal ini dikarenakan waktu proses drill yang mencapai 2410,75 detik melebihi batas waktu *bottleneck* 230,14 detik. Waktu proses melubangi untuk komponen ini cukup lama karena lubang yang harus dibuat sebanyak 24 buah. Pembagian mesin pada masing-masing sel dilakukan berdasarkan kebutuhan sel tersebut yang mengacu pada total waktu proses mesin yang dibutuhkan. Pada proses ini sebenarnya terdapat kekurangan satu unit mesin yaitu mesin lipat plat. Dimana pada sel 3 dibutuhkan 1 mesin dan pada sel 5 dibutuhkan 2 unit mesin sedangkan jumlah mesin yang tersedia hanya 2 unit. Pengaturan dilakukan berdasarkan nilai mmc mesin lipat pada sel 5 yaitu 1,08, maka cukup 1 mesin saja yang diposisikan pada sel 5. Sisa mesin yang satu lagi diposisikan pada sel 3 dan harus di-sharing dengan bagian non-sellular.



Gambar 2(a) Tata Letak Saat Ini



Gambar 2(b) Tata Letak Usulan

Gambar 2 Tata Letak Saat Ini dan Usulan

Kondisi yang sama juga terjadi pada mesin potong plat yang hanya tersedia 1 unit tetapi dibutuhkan oleh 2 sel dan bagian non-sellular. Untuk itu mesin ini harus diposisikan pada sel 3 karena sel ini lebih banyak membutuhkan mesin ini dibandingkan sel 5 yang terlihat pada nilai mmc pada sel 3 sebesar 0,70 jauh lebih besar dai nilai mmc sel 5 yang hanya 0,19. Hal yang sama juga terjadi pada mesin bending yang harus diletakkan pada sel 1 karena lebih banyak membutuhkan dibandingkan sel 6.

Berbeda dengan pengaturan mesin-mesin dalam sel yang menggunakan bantuan *software Multirow*, untuk tata letak akhir ini digunakan *software Quantitative Sysytems (QS)*. Tidak digunakannya *software Multirow* karena keterbatasannya yang hanya bisa menyusun sampai 16 fasilitas saja sedangkan QS dapat menyusun sampai 61 fasilitas. Namun QS juga memiliki kekurangan yaitu tidak dapat dimasukkannya faktor ukuran mesin atau departemen tetapi *software* ini dapat memfasilitasi bila adanya arus balik. Metode yang digunakan oleh QS untuk menyusun fasilitas adalah metode CRAFT (*Computer Relative Allocation of Facilities Technique*) dan juga dilengkapi dengan algoritma perbaikan yaitu algoritma 2-opt dan 3-opt. Hasil dari QS ini tidak dapat

langsung diaplikasikan menjadi tata letak akhir karena harus diperbaiki dan butuh pengaturan lagi sehingga dihasilkan tata letak dengan susunan yang sedikit berbeda dengan *output software*. Perbedaan ini dikarenakan saat mengganti simbol pada keluaran *software* dengan mesin-mesin, sel-sel mesin dan fasilitas lain yang sesungguhnya terjadi pergeseran dan perubahan bentuk beberapa sel. Hal ini terjadi disebabkan adanya batasan bentuk dan luas area pabrik yang tidak bisa diubah. Disamping itu adanya faktor keberadaan tiang-tiang yang berada ditengah-tengah pabrik yang harus dipertimbangkan dan harus disediakan beberapa gang yang berfungsi sebagai jalur perpindahan bahan.

4.2. Pertimbangan Aspek Struktural

4.2.1. Pertimbangan Kebutuhan Area Kerja Pekerja

Dalam merancang tata letak, baik tata letak baru maupun perbaikan, salah satu hal yang harus dipertimbangkan adalah kemudahan dan keselamatan para pekerja. Kemudahan dan keselamatan ini dapat dicapai dengan dengan perencanaan tata letak yang tepat dengan merancang susunan tempat kerja yang baik. Rancangan terbaru yang diusulkan mempertimbangkan stasiun kerja kelonggaran 50%.

4.2.2. Pengurangan Jarak

Ketiga usulan menggunakan kriteria minimasi total jarak perpindahan. Kriteria umum digunakan dalam perancangan tata letak. Total jarak yang minimal dapat menghemat waktu produksi. Pengurangan jarak pada usulan saat ini hanya 26,99% dikarenakan mempertimbangkan kebutuhan area kerja pekerja sehingga jarak antar mesin akan lebih besar. Disamping itu, adanya bagian non-cellular akibat urutan operasi yang tidak dapat dimasukkan sebagai pembentuk sel menyebabkan terdapatnya beberapa komponen yang harus menempuh jarak yang cukup jauh.

4.2.3. Pertimbangan Kapasitas Mesin

Melakukan sebuah perancangan tata letak harus mempertimbangkan salah satu faktor yang sangat berpengaruh yaitu faktor mesin. Faktor mesin disini yang dipertimbangkan tidak hanya ada beberapa jenis mesin yang dibutuhkan, tetapi berapa jumlah mesin tiap jenis tersebut harus disediakan paling sedikit agar dapat mendukung kelancaran produksi. Terlebih lagi dalam perancangan ulang dengan batasan jumlah mesin yang tersedia harus memperhatikan faktor kapasitas mesin.

Usulan saat ini juga mempertimbangkan faktor kapasitas mesin dalam melakukan pembagian mesin ke masing-masing sel dan bagian non-cellular yang membutuhkan. Walaupun pada usulan saat ini terdapat beberapa mesin yang harus di-*sharing* antara satu dan atau *non-cellular* bukan berarti terjadi kekurangan kapasitas. Bila beban keseluruhan dijumlahkan kapasitas yang tersedia masih mencukupi bahkan melebihi.

4.2.4. Jumlah *Backtrack*

Kriteria tata letak yang baik lainnya adalah tata letak yang dapat meminimasi terjadinya arus balik (*backtrack*). Adanya *backtrack* ini berakibat pada jarak tempuh akan semakin besar dan waktu produksi akan semakin lama. Usulan rancangan saat ini menghasilkan *backtrack* sebesar 3,30%. *Backtrack* yang cukup kecil ini terjadi sebagai akibat

pembagian mesin pada setiap sel berdasarkan kapasitas yang tersedia, sehingga komponen harus diproses pada sel yang lain karena mesin pada sel tersebut secara prinsip pembagian mesin kelebihan beban. Disamping itu, hal ini terjadi karena tuntutan urutan proses dari beberapa komponen produk ini sendiri yang mengharuskan pengulangan proses yang sama.

4.3. Pertimbangan Aspek Manajemen Kualitas

4.3.1. Kemudahan Pengawasan dan Kontrol

Kemudahan pengawasan disini berarti kemudahan bagi supervisor dalam meninjau kemajuan produksi karena sebagian besar setiap komponen diproduksi pada satu sel. Kemudahan kontrol berarti supervisor maupun pekerja dapat dengan mudah menentukan dimana terjadi kesalahan bila terdapat cacat pada produk karena setiap produk telah ditetapkan area produksi (mesin) yang digunakan dan pekerja yang mengerjakan. Namun bila diproses pada fasilitas yang tersusun secara proses akan sedikit kesulitan menentukan tempat terjadinya (mesin dan pekerja) kesalahan proses.

Dalam rancangan usulan saat ini akan lebih mudah dilakukan proses supervisi dan pengendalian produksi. Hal ini sesuai dengan keunggulan tata letak sel mesin dibandingkan dengan tata letak proses (Groover, 2000). Hanya saja, dalam pengorganisasian pekerja, penerapan tata letak sel mesin membutuhkan peyesuaian organisasi pabrik, misalnya pembagian supervisi berdasarkan sel mesin dan perakitan.

4.3.2. Kesesuaian Ketrampilan Pekerja

Para pekerja pada perusahaan ini dapat dikatakan memiliki ketrampilan majemuk karena dapat mengoperasikan hampir seluruh mesin. Hal ini kurang dimanfaatkan oleh perusahaan sekarang ini dan penelitian Andry karena untuk tata letak dengan tipe proses tidak membutuhkan pekerja yang multi *skill*. Tata letak dengan tipe proses hanya membutuhkan pekerja dengan *skill* terbatas yaitu hanya mampu mengoperasikan mesin tertentu.

Pekerja dengan multi *skill* ini sangat cocok dengan tipe tata letak *group technology* karena pada tata letak ini pengerjaan sebuah komponen diselesaikan sepenuhnya pada 1 sel yang dikerjakan hanya oleh 1 orang pekerja yang mampu mengoperasikan segala mesin yang digunakan pada sel tersebut. Untuk itu pekerja tersebut harus dapat mengoperasikan berbagai jenis mesin yang dibutuhkan agar dapat menyelesaikan produksi. Dan hal ini cocok dengan sistem produksi perusahaan yang diterapkan selama ini yaitu pengerjaan sebuah produk atau bagian produk (*sub-assembly*) diserahkan sepenuhnya kepada satu orang pekerja.

5. Kesimpulan

Tata letak usulan yang dihasilkan bertipe *hybrid cellular* yang terdiri dari enam sel dan satu *non-cellular*. Jarak total perpindahan material dalam kegiatan produksi berkurang dari 54690.36 m menjadi 39925.77 m atau terjadi pengurangan sebesar 26,99 %. Sedangkan *space* yang digunakan meningkat dari 435,24 m² menjadi 512,69 m² (penambahan luas lantai 17,79 %) dari 715,18 m² yang tersedia. Dari ketiga perancangan yang telah dilakukan, perancangan ini telah memenuhi 4 faktor dari 7 faktor yang dibandingkan sedangkan dua perancangan sebelumnya hanya dapat

memenuhi 3 faktor. Keempat faktor tersebut adalah kemudahan pengawasan dan kontrol, kesesuaian *skill* pekerja, mempertimbangkan kebutuhan area kerja dan mempertimbangkan kapasitas mesin.

Penelitian selanjutnya perlu memperhatikan aspek-aspek yang lebih kompleks seperti keterpaduan dengan strategi bisnis. Disamping itu, perlu juga memperhatikan perkembangan industri alsintan sebagai industri penunjang dalam pembangunan industri nasional bidang agroindustri.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi-Departemen Pendidikan Nasional atas pembiayaan kegiatan penelitian ini dalam Program Penelitian Dosen Muda Tahun 2007 dengan Nomor Kontrak: 001/SP2H/PP/DP2M/III/2007 sesuai Surat Perjanjian Nomor: 135/J.16/PL/DM/III/2007

7. Daftar Pustaka

Aurrecochea A., Busby J.S., Nimmons T., Williams G. M., 1994, "The Evaluation of Manufacturing Cell Design", *International Journal of Operations and Production Management*, No 1, Vol 14, 60-74.

Baker R.P., Maropoulos P.G., 2000, "Cell Design and Continuous Improvement", *International Journal Computer Integrated Manufacturing*, No 6, Vol 13, 522-532.

Da-Silviera G., 1999, "A Methodology of Implementation of Cellular Manufacturing", *International Journal of Production Research*, No 2, Vol 37, 467-479.

Daita S.T.S., Irani S.A., Kotamraju S., 1999, "Algorithm for Production Flow Analysis", *International Journal of Production Research*, No 11, Vol 37, 2609-2638.

Efstathiou J., Golby P., 2001, "Application of A Simple Method of Cell Design Accounting for Product Demand and Operation Sequence", *Integrated Manufacturing Systems*, No 4, Vol 12, 246-257.

Groover M.K., *Automation, Production System and Computer Integrated Manufacturing*, 2nd Edition, Prentice Hall, NJ, 2000.

Gravel M. dkk. 2000. "An Interactive Tool for Designing Manufacturing Cells for An Assembly Job-shop". *International Journal of Production Research*, No 2, Vol 38, xx-xx

Hadiguna R.A., Thahir M., 2004, "Desain Formasi Sel Manufaktur dengan Mempertimbangkan Peralatan Pemindahan Bahan dan Mesin Posisi Tetap", *Jurnal Sains dan Teknologi*, No 2, Vol 3, 64-77, Padang

Hadiguna R.A., 2005, "A Multi Criteria Approach to Designing The Cellular Manufacturing System", *Jurnal Teknik Industri*, No 1, Vol 7, 41-50, Surabaya

Hadiguna R.A., Mulki B.S., 2005, "Desain Manufaktur Sellular dengan Mempertimbangkan Preferensi Manajemen", *Proceeding Seminar Nasional Teknologi Industri XII*, 1061-1068, Surabaya

Ham I., Hitomi K., Yoshida, T., *Group Technology: Applications to Production Management*, Kluwer-Nijhoff Publishing, Boston, 1985.

Heragu S., *Facilities Design*, PWS Publishing Company, Boston, 1997.

Mansouri S.A., Husseini S.M.M., Newman S.T., 2000, "A Review of The Modern Aroaches to Multi-Criteria Cell Design", *International Journal of Production Research*, No 5, Vol 38, 1201-1218.

Altinklininc M., 2004, "Simulation based Layout Planning of A Production Plant", *Proceeding of the 2004 Winter Simulation Conference*, 1079-1084.

Baykasoglu A., Gindy N.N.Z., 2000, "MOCACEF 1.0: Multiple Objective Capability Based Aroach to Form Part-Machine Groups for Cellular Manufacturing Applications", *International Journal of Production Research*, No 5, Vol 38, 1133-1166.

Sarker B.R., Mondal S., 1999, "Grouping Efficiency Measures in Cellular Manufacturing: A Survey and Critical Review", *International Journal of Production Research*, No 2, Vol 37, 285-314

PERANCANGAN SISTEM MANUFAKTUR SELULAR PADA PABRIK PERALATAN PERTANIAN

Rika Ampuh Hadiguna
Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Andalas

RINGKASAN

Perbaikan operasi yang fundamental akan ditemui pada perancangan tata letak mesin-mesin atau pabrik. Hasil akhir yang diharapkan adalah reduksi biaya, reduksi waktu dan fleksibilitas. Pabrik alat dan mesin pertanian (alsintan) memproduksi berbagai macam jenis produk dalam jumlah sedikit untuk setiap jenisnya dengan tipe tata letak berdasarkan proses. Kelemahan tata letak ini dapat diatasi dengan penerapan manufaktur sellular. Perbaikan tata letak juga diharapkan mampu meningkatkan kualitas produk dan pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan konsep sistem manufaktur sellular pada pabrik peralatan pertanian untuk perbaikan operasi manufaktur produk alsintan.

Metodologi dalam perancangan terdiri dari tiga bagian yaitu pengelompokkan, tata letak dalam sel mesin dan tata letak antar sel mesin. Pengelompokkan komponen dan mesin dilakukan dengan menggunakan metode urutan operasi dan beban kapasitas yang terdiri dari lima tahapan, yaitu identifikasi urutan operasi, memilih urutan operasi untuk komposisi sel, memindahkan operasi bottleneck, membentuk sel dan menugaskan operasi dan terakhir membagi mesin-mesin dengan dasar kapasitas. Perancangan tata letak dalam sel mesin dilakukan berdasarkan urutan operasi yang membentuk sel-sel mesin sehingga diperoleh susunan mesin dalam setiap sel. Penyusunan mesin-mesin dalam sel ini membutuhkan data masukan berupa from to chart antar mesin dalam sel. Tata letak awal yang dihasilkan dari from to chart ini nantinya diperbaiki menggunakan algoritma perbaikkan metode OPT. Perancangan antar sel mesin dilakukan untuk rantai produksi sebagai tata letak akhir. Tata letak akhir ini dihasilkan dengan menggunakan bantuan software Quantitative Systems (QS) dan telah diperbaiki dengan algoritma perbaikkan.

Rancangan yang dihasilkan bertipe *hybrid cellular* yang terdiri dari enam sel dan satu bagian bukan sellular. Jarak total perpindahan bahan berkurang sebesar

26,99%, luas lantai terpakai meningkat 17,79%. Rancangan yang diusulkan telah memenuhi empat faktor yaitu kemudahan pengawasan dan kontrol, kesesuaian skill pekerja, mempertimbangkan kebutuhan area kerja dan mempertimbangkan kapasitas mesin. Kelebihan rancangan usulan unggul pada jumlah aliran bahan balik, pertimbangan kapasitas mesin dan area kerja lebih luwes. Penelitian selanjutnya diarahkan pada aspek-aspek makro dalam kerangka kelembagaan industri kecil dan menengah dengan industri besar. Pendekatan sosio-teknis perlu diterapkan dalam hal ini.

Kata kunci: Perancangan, hibrid sellular, urutan operasi, kapasitas, perbaikan

DESIGN OF CELLULAR MANUFACTURING SYSTEM FOR AGRICULTURE EQUIPMENTS INDUSTRY

Rika Ampuh Hadiguna
Industrial Engineering Department
Engineering Faculty Andalas University

SUMMARY

Improving operation that fundamentals will find out in designing machines layout dan plant layout. Final result that expected is cost reduction, time reduction dan flexibility. Agriculture equipment factory that is producing various of product in low volume for all types have process layout in production shop floor. Disadvantages this layout can be handled by using cellular manufacturing application. Improving layout is expected be increasing quality of product and personel. This research aims to apply cellular manufacturing system to improving operations.

Design method that used in this research be formed on three parts. First, grouping the machines and components. Second, designing machines layout that called manufacturing cells, and third, inter cell layout as final layout. Machines and components grouping is conducted by using operations sequence method and capacity loading. This method have five stage that are operations sequence identification, selection of operation, change over the bottleneck operation, designing cell and distributed machines under capacity consideration. Designing intra cell layout worked based on operation sequence hat form machines cell so that obtained machines configuration in cells. Setting up machine in intra cell need data input like as frequent in from to chart form between machines. Initial layout that obtained in this stage would improve using opt algorithm. Designing inter layot is conducted to obtained overall layout in production shop floor. Same data that is needed in this stage, that is frequent interaction between machines. Production supporting could not avoid in analyzing interaction between cell and others facilities such as warehouse, assembly area and coating process. Final layout was obtained using Quantitative System.

The result is hybrid cellular type that have six cells. The cells are one non cellular and five cellular. Handling reduction was obtained 26.99% and space usage increasing 17.79%. Proposed design was fulfill four factors laike as easy supervising,

fitting with operators skill, considering working area, and machines capacity factors. Advantages proposed design are minimum backtrack, flexibility in working area and capacity fulfilled consideration. Next research will directed for macro aspects. Socio technical approach is needed in this problems.

Keywords: designing, hybrid cellular, sequence operations, capacities, improving