

Editor :

Herman Mawengkang
Saib Suwilo
Tulus
Marwan Ramli

Syahril Efendi
Suyanto
Mardiningsih
Elly Rosmaini

PROSIDING 2016

Seminar Nasional Matematika dan Terapan



SiManTap 7

Volume 2

Tema :

Mathematics and Educational Mathematics are Keywords for Better Living

Diselenggarakan Oleh :



Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sumatera Utara

Dipublikasikan Oleh :



PROSIDING
SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN
TERAPAN

(SiManTap 2016)

Volume 2

Editor :

Herman Mawengkang

Saib Suwilo

Tulus

Marwan Ramli

Syahril Efendi

Suyanto

Mardiningsih

Elly Rosmaini



The Indonesia Mathematical Society
<http://www.indoms-nadsumut.org>

**Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Terapan
(SiManTap 2016)
Volume 2**

Editor :

Hernan Mawengkang
Saib Suwilo
Tulus
Marwan Ramli
Syahril Efendi
Suyanto
Mardiningsih
Elly Rosmaini

Copyright @ 2016, kepada penulis
Hak pencipta dilindungi Undang-undang
All rights reserved

Cover Design by : M. Romi Syahputra

Dipublikasikan oleh :



The Indonesia Mathematical Society

<http://www.indoms-nadsumut.org>

ISBN:

978-602-60468-3-3 (Volume lengkap)
978-602-60468-5-7 (Volume 2)

Analisis Kualitas Pelayanan Rawat Inap Rumah Sakit Universitas Tanjungpura (Shantika Martha, Dadan Kusnandar, Naomi Nessyana Debataraja)	205–210
Implementasi Segmentasi Citra Sidik Jari Menggunakan Deteksi Tepi Metode Canny dan Morphologi (Sila Abdullah Syakri, Muhammad Syahroni dan Mulyadi)	211–220
The Topology Model of Eco-Friendly Based BTS Antenna Network in Medan (Sindak Hutauruk, Herman Mawengkang)	221–228
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Melalui Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan Autograph Untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematika Siswa (Sri Wahyuni)	229–236
Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Melalui Model Pembelajaran Discovery Learning Pada Pembelajaran Integral di Kelas XII SMA Negeri 3 Medan (Mahmun Zulkifli)	237–244
Peningkatan Keterampilan Diskusi Siswa Kelas XI Multimedia-2 SMK Negeri 10 Medan Melalui Model Pembelajaran Two Stay Two Stray (Pehulysa Sagala)	245–248
Masalah Fleksibilitas Job-Shop Scheduling pada Industri Pengolahan Pengalengan Ikan (Yenni Suzana) ✓	249–256
Pendekatan Diperumum Untuk Pengukuran Efisiensi dan Stabilitas Pada Data Envelopment Analysis Dengan Adanya Variasi Lokal (Isnaini Halimah Rambe)	257–264
Penentuan Prioritas Perguruan Tinggi Negeri Di Indonesia Menggunakan Metode Analisa Fuzzy Topsis (Zuhri)	265–274

Masalah Fleksibilitas Job-Shop Scheduling pada Industri Pengolahan Pengalengan Ikan

Yenni Suzana

STAIN Zawiyah Cot Kala Langsa
yenni.suzana@gmail.com

Abstrak. Pada era globalisasi ini, perusahaan dituntut untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat. Indonesia sebagai negara bahari yang memiliki potensi laut terbesar di dunia dengan luas wilayah 2/3 adalah laut. Industri pengalengan ikan dapat berkontribusi positif bagi ekonomi daerah. Oleh karena itu perencanaan produksi jadi sangat penting dalam perusahaan agar tetap layak dalam persaingan perekonomian dalam meningkatkan produktivitas. Peningkatan tersebut dapat dilakukan dengan penjadwalan job shop. Masalah job shop (JSP) merupakan masalah penjadwalan yang didefinisikan untuk menemukan barisan optimal dari sekumpulan kerja mesin. FJSP perluasan dari JSP yang merupakan salah satu masalah optimasi kombinatorik yang tergolong dalam NP hard. Tujuan dalam perencanaan produksi pada industri pengalengan ikan adalah untuk menemukan keputusan-keputusan yang optimal bagi aktifitas produksi yang mengubah bahan-bahan baku kedalam produk akhir.

Kata kunci: Perencanaan Produksi, Penjadwalan Job Shop, Fleksible

1. Pendahuluan

Dengan semakin meningkatnya persaingan global, perencanaan produksi telah menjadi salah satu usaha penting dalam kegiatan manajemen operasi perusahaan khususnya pada tingkat jangka pendek. Perencanaan produksi dapat dilakukan setiap hari atau mingguan yang mencakup pengalokasian sumber daya yang tersedia misalnya penjadwalan produksi, pengaturan kerja mesin dalam jumlah dan waktu yang tepat, pengelolaan kebutuhan sumber daya dan bahan baku sehingga diubah menjadi produk. Perencanaan demikian ini bertujuan agar terjadi efisiensi dalam perusahaan sehingga dapat memenuhi kebutuhan pasar.

Lebih lanjut perencanaan produksi sebagai proses perencanaan dan pengendalian arus produksi untuk dicapainya penghematan dalam biaya bahan, pemanfaatan sumber daya baik fasilitas, tenaga kerja atau waktu yang optimal untuk tercapainya keuntungan yang optimal. Suatu perusahaan agar dapat bersaing dalam menguasai pasar dunia diperlukan suatu perencanaan yang efektif. Perencanaan produksi harus ditentukan untuk menghadapi ketidakpastian dalam permintaan produk, bahan baku, hasil produk, dan lain-lain.

Perencanaan produksi merupakan masalah optimasi kombinatorik yang kompleks. Oleh karenanya telah mendorong para praktisi untuk meningkatkan produktivitas dengan meminimalkan biaya dan memperoleh keuntungan yang maksimal. Dengan demikian mekanisme perencanaan produksi secara efektif dapat meningkatkan produktivitas dan pemanfaatan mesin perlu agar diproduksi produk-produk yang berbeda dalam fasilitas multi produk, dimana keterbatasan sumber daya dibagikan diantara tugas-tugas bersaing.

Tujuan dalam perencanaan produksi adalah untuk melayani permintaan pelanggan yang tetap pada masa mendatang yang terbagi kedalam periode perencanaan diantara objek-objek ekonomi seperti biaya produksi dan tingkat kepuasan pelanggan. Sedangkan tujuan utamanya yaitu produksi dan tingkat persediaan untuk tiap-tiap produk dalam setiap perencanaan. Banyak permasalahan-permasalahan produksi yang telah mendukung dan telah dicoba diantaranya dalam hal metode-metode penyelesaian yang telah berhasil untuk aplikasi yang lain. Namun untuk beberapa masalah, pengurusan pendekatan-pendekatan tidak cukup, karena keputusan jangka pendek perlu diambil dalam perhitungan untuk mendapatkan penyelesaian yang baik. Hal ini dicapai dengan mengintegrasikan perencanaan produksi dengan model penjadwalan rinci. Namun masalah optimasi menjadi lebih luas dan aplikasinya jadi sulit. Oleh karena itu berdasarkan usaha-usaha yang telah dilakukan didalam pengembangan metode-metode perencanaan produksi secara simultan dengan penjadwalan telah banyak dikemukakan seperti, (Crama, Pochet, & Wera, 2001; Kallrath, 2000; Pinto & Grossmann, 1998; Shapiro, 2004; Shah, 2005; Rakesh Kumar Phanden, 2012; Hong-Sen Yan, Xiao-Qin Wan & Fu-Li Xiong, 2014), namun hal ini tetap merupakan masalah optimasi yang sulit.

Optimization model memiliki banyak kelebihan dan kekurangan. Kita dapat menyebutkan sedikit banyak model realitasnya, seperti sebuah penyederhanaan realitas (berdasarkan sejumlah faktor yang berinteraksi), kesulitan pada perincian fungsi sasaran, keakuratan sebagian parameter, penghilangan penundaan pada sistem yang kompleks, pembiasaan pada contoh, kendala penekanan waktu, penyederhanaan model, anggapan yang diambil saat menghadapi sistem yang kompleks (F.G. Filip, 2008; F.G. Filip and K.Leiviska, 2009). Semua hal tersebut muncul ketika teori *optimization* berhadapan dengan konteks dunia nyata. Misalnya pengintegrasian perencanaan produksi dengan model penjadwalan rinci pada industri produksi pengalengan ikan merupakan salah satu model optimisasi. Seperti ungkapan yang dikemukakan oleh Simchi-Levi et al., (2000) bahwa persoalan optimasi jauh lebih kompleks untuk mengelola aliran barang, informasi dan uang sehingga produk dapat diproduksi dan didistribusikan dalam jumlah dan pada saat

yang tepat untuk mengurangi biaya serta memenuhi tingkat kepuasan pelanggan. Jadi pada prinsipnya manajemen pengalengan ikan adalah suatu perusahaan yang bergerak pada bidang manufacturing yang mengintegrasikan perencanaan produksi dan penjadwalan job shop.

Banyak metode-metode yang telah ada mengasumsikan bahwa jika suatu item diproduksi dalam dua kurun waktu yang berurutan kemudian itu memerlukan suatu pengaturan dalam setiap periode. Selanjutnya pengaturan-pengaturan diasumsikan untuk memulai dan menyelesaikan dalam waktu yang sama dan oleh karena itu diperlukan waktu yang lebih pendek dari pada periode perencanaan tersebut. Secara umum masalah perencanaan produksi pada industri pengalengan ikan adalah untuk menemukan keputusan-keputusan yang optimal bagi aktifitas produksi yang mengubah bahan-bahan baku kedalam produk akhir.

Adapun kriteria pengaturan dapat digambarkan dengan memberikan beberapa kondisi sebagai berikut;

- (i) Mengetahui wilayah perencanaan yang dibagi kedalam periode uniform atau non-uniform (mis, waktu buckets)
- (ii) Kumpulan dari produksi-produksi dengan permintaan pelanggan yang berakhir pada waktu periode dan dengan penekanan biaya
- (iii) Sumber kendala; kapasitas penggunaan mesin, ketersediaan bahan baku
- (iv) Biaya produksi

Dengan optimasi keputusan adalah tingkat produksi, tingkat persediaan, dan biaya produksi

2. Perencanaan Produksi

Production Planning and Control (PPC) dapat diartikan sebagai suatu sistem pengendalian proses produksi dengan dilakukannya perencanaan, pengaturan, dan pemeriksaan setiap aspek dalam kegiatan produksi. Jadi dapat disimpulkan perencanaan produksi sebagai proses perencanaan dan pengendalian arus produksi untuk dicapainya penghematan dalam biaya bahan, pemanfaatan sumber daya baik fasilitas, tenaga kerja atau waktu yang optimal untuk tercapainya keuntungan yang optimal. Oleh karena itu pada setiap proses produksi selalu ada perencanaan produksi, dengan harapan dapat menekan proses produksi untuk mencapai keuntungan maksimal. Adapun ruang lingkup dari perencanaan produksi yaitu, meliputi kegiatan perencanaan dan pengendalian proses produksi mulai dari, penjadwalan, penyediaan material, penghitungan material, dan mengontrol kegiatan produksi agar tercapai sesuai target.

Proses perencanaan produksi merupakan langkah penting dan hal yang paling menentukan bagaimana, kapan, dimana, dan oleh siapa proses produksi akan dilakukan. Proses perencanaan membutuhkan ide dan gagasan yang cemerlang untuk menghasilkan langkah pelaksanaan produksi yang optimal dengan meminimalisir resiko yang mungkin terjadi. Pada proses perencanaan produksi harus disesuaikan dengan kondisi sumber daya yang ada dan tersedia yang dapat digunakan. Terlebih dengan kondisi dimana sumber dayanya terbatas, perancangan dan perencanaan haruslah tepat sasaran. Perencanaan yang dilakukan yaitu: perencanaan jadwal produksi, *preparation up*, penyediaan material, penyediaan tenaga kerja, penyediaan alat bantu. *Preparation up* yaitu merencanakan langkah proses produksi dan mendefinisikan gambar kerja. Lebih lanjut perencanaan ini ditekankan pada langkah pengerjaan, *work station* mana yang perlu didahulukan, proses pengerjaan (tunggal atau parallel), orientasi komponen (misal *nozzle*).

Ada dua strategi yang luas untuk mengintegrasikan kendala sumber daya dan informasi biaya produksi. Strategi pertama, digunakan secara luas dalam sistem literatur perencanaan. Dimulai dengan model "fullspace" yang mengintegrasikan perencanaan produksi dengan penjadwalan rinci (Bassett et al., 1996; Kallrath, 2002). Strategi kedua dimulai dengan suatu model dasar perencanaan produksi seperti masalah *the single-lot-sizing* (SILSP) atau masalah *multi-item capacitated-lot-sizing* (MCLSP). Struktur yang kompleks ditangani oleh "superposition" dari beberapa model dasar atau dengan dekomposisi spasial (Pocket & Wolsey, 2006).

Jika strategi pertama diikuti, maka perumusan perencanaan produksi sangat akurat karena kendala persediaan dan pergantian tergantung urutan perhitungan ditingkat penjadwalan. Perencanaan produksi telah terintegrasi dengan model penjadwalan berdasarkan *campaign* (Oh & Karimi, 2001; Papageorgiou & Pantelides, 1996), *slot* (Erdirik-Dogan & Grossman, 2006; Karimi & McDonal, 1997), kesinambungan waktu (Guill'en, Badell, Espuna, & Puigjaner, 2005; Lin & Floudas, 2002; Pinto, Joly, & Mcro, 2000; Zhu & Majozi, 2001), dan formulasi pencampuran waktu (Maravelias, 2005). Namun, model integrasi sangat luas dan sulit untuk diatasi. Untuk pemecahan model ini secara efektif, peneliti telah mengusulkan pendekatan dekomposisi berulang (Chu & Xia, 2004; Erdirik-Dogan & Grossman, 2006; Ryu, Dua, & Pisktikopoulos, 2004). Juga, integrasi model perencanaan dan penjadwalan bisa diatasi menggunakan pendekatan horizon bergulir dengan model penjadwalan rinci hanya untuk beberapa periode atau metode dekomposisi hirarki dan spasial (Bassett, Pekny, & Reklaitis, 1996; Jia & Ierapetritou, 2003; Subrahmanyam, Pekny, & Reklaitis, 1996). Pendekatan yang lain untuk mengatasi masalah perencanaan menggunakan model penjadwalan pengganti (*surrogate scheduling*) untuk menentukan perkiraan target produksi dan kemudian menggunakan model penjadwalan pengganti untuk memeriksa kelayakan produksi. Kualitas solusi-solusi ini tergantung pada keakuratan model pengganti yang digunakan oleh masalah perencanaan. Para peneliti telah mengusulkan model pengganti berdasarkan pada kumpulan variabel (*variable aggregation*) (Wilkinson, Shah, & Pantelides, 1995), identifikasi garis putus pada *campaign* (Birewar & Grossmann, 1990; Wellons & Reklaitis, 1991; Kallrath, 1999), dan *generation of linear* (Sung & Maravelias, 2007) atau *quadratic* (Wan, Pekny, & Reklaitis, 2005).

Ide utama pada strategi kedua adalah untuk menguraikan suatu masalah yang kompleks menjadi bagian masalah-masalah *lot-size* yang sederhana dan menggunakan algoritma yang ada (Pocket & Wolsey, 2006; Wolsey, 2007). Contohnya, banyak peneliti telah menyelidiki penggunaan dekomposisi Lagrangean (Thizy & Van Wassenhove, 1985;

Trigeoro, Thomas & McClain, 1989; Fleishmann, 1990) untuk menguraikan masalah menjadi SILSPs (Brahimi, Dauzere-Peres, Najid, & Nordli, 2006). Dimana kebanyakan dari metode dekomposisi mengasumsikan pengaturan urutan tunggal, perumusan lot-size dengan pengaturan urutan ketergantungan juga telah diselidiki (see Wolsey, 1997; Zhu & Wilhelm, 2006). Namun, perkembangan metode dekomposisi yang mengandalkan pada bagian masalah lot-size yang sederhana adalah suatu daerah yang telah menyita sedikit perhatian dalam sistem proses literatur pengaturan (Sahinidis & Grossmann, 1991).

Sementara kebanyakan algoritme dan hasil teori telah dikembangkan pada SILSP, disini kami tertarik dengan MCLSP dengan pengaturan waktu dan biaya. Dalam MCLSP, multi item bisa diproduksi dalam setiap periode. Namun pengaturan penting dalam setiap periode untuk setiap item, meskipun item-item diproduksi dalam periode yg berturut-turut. Dalam suatu variasi yang digambarkan oleh Salomon (1991) sebagai pengaturan masalah *lot-size* yang berkelanjutan (CLSP), hanya satu item bisa diproduksi dalam setiap periode. Hal ini bisa diproduksi tanpa pengaturan jika itu juga diproduksi pada waktu sebelumnya. Untuk hal yang khusus pada pengaturan waktu *zero-length*, Sox dan Gao (1999) memperpanjang CSLP untuk mengikuti multi item untuk diproduksi dalam waktu yang sama. Porkka, Vepsalainen, dan Kula (2003) dan Suerie dan Stadler (2003) memperpanjang ini untuk mengikuti pengaturan waktu yang positif dengan pembatasan bahwa mulai dan berakhir dalam periode yang sama (bukan pengaturan cross over). Gopala, Miller, Schmidt (1995) menyajikan suatu model yang sama. Drexl dan Hasse (1995) dan Suerie (2006) mengusulkan model yang memungkinkan pengaturan untuk mulai dan berakhir pada periode yang berbeda, namun ini diasumsikan bahwa pada satu pengaturan berakhir dalam setiap periode. Asumsi ini berlaku bagi pengaturan jangka panjang secara cukup (*sufficiently*) tetapi sub optimal untuk pengaturan jangka pendek. Akhirnya, Erdirk-Dogan dan Grossmann (2006) menangani masalah dengan pergantian urutan ketergantungan dan pengaturan *carry over* dan *cross over*.

3. Fleksibilitas Job-Shop Scheduling

Fleksibilitas adalah salah satu dari tujuan strategis dari berbagai perusahaan industri. Adam dan Swamidass (1989) mengemukakan bahwa fleksibilitas, biaya, kualitas, dan technology adalah faktor utama dari keunggulan strategis yang harus dimiliki perusahaan. Fleksibilitas dititik beratkan pada kemampuan mengakomodasi ketidakpastian yang terjadi pada komponen-komponen dari *supply chain* yaitu supplier, manufaktur, dan retailer atau pabrik, gudang dan pelanggan. Definisi fleksibilitas dalam konteks manufaktur telah banyak dibahas dalam literature. Mascaranhas (1981) mendefinisikan fleksibilitas sebagai kemampuan dari sistem manufaktur untuk mengatasi variasi-variasi lingkungan. Cox (1989) menganggap fleksibilitas sebagai kemampuan perusahaan untuk menjawab *response agile* untuk variasi dalam kondisi pasar. Nagarur (1992) mendefinisikan fleksibilitas pada level produksi internal sebagai kemampuan dari sistem manufaktur untuk mengatasi dengan perubahan seperti produk, daya, proses, dan pembagian kerja mesin.

Penelitian tentang fleksibilitas yang telah dilakukan sebelumnya memiliki tujuan yang berbeda-beda, misalnya ada yang berfokus pada pengembangan model atau mengukur dengan metode kuantitatif untuk mengevaluasi fleksibilitas, seperti model analitis, model informasi, teori analisis keuangan, dan teori entropi. (Swamidass, et al., 1987). Pada penelitian lain yang mengambil perhitungan fleksibilitas dari sistem *supply chain* dengan memperbaiki keuntungan ekonomi masa sekarang dan akan datang dengan mangacu pada indeks ekonomi untuk mengevaluasi fleksibilitas (Gong, 2008). Fleksibilitas produk mix banyak diadopsi untuk menangani ketidakpastian produk yang diminta oleh konsumen untuk periode tertentu (Upton, 1995). Beberapa peneliti menggunakan profit sebagai indeks pengukuran untuk fleksibilitas produk mix karena biaya yang minimum berarti profit yang maksimum, (Chandra et al., 2005). Penelitian yang ada kebanyakan membahas fleksibilitas dalam ruang lingkup produknya saja, dan mengevaluasi profit dengan indeks ekonomi, atau membahas fleksibilitas dari sudut pandang individu seperti fleksibilitas *routing*, kemampuan mesin, waktu kerja.

Penjadwalan merupakan suatu bidang ilmu pengetahuan yang menfokuskan pembagian tugas – tugas terbatas pada waktu yang lebih. Tujuan penjadwalan adalah untuk memaksimalkan (atau meminimalkan) kriteria yang berbeda pada sebuah fasilitas sebagai makespan, penukaran pengerjaan pada suatu mesin, total kelambanan (*tardiness*). Disatu sisi dalam ilmu pengetahuan masalah penjadwalan dikelompokkan kedalam; pendefinisi jumlah mesin (satu mesin, mesin paralel), jenis pekerjaan (sebagai job shop, open shop, atau flow shop), karekter-karakter pekerjaan (mempertimbangkan *pre-emption* atau tidak, persamaan waktu proses atau tidak) dll. Disisi lain para ahli dikatan bahwa masalah penjadwalan dikategorikan dengan definisi fungsi objektif (dapat merupakan kriteria tunggal atau multiple kriteria). Dalam suatu masalah job shop klasik, operasi dasar produk jumlah pesanan suatu permintaan mengikuti produk untuk dihasilkan. Dalam beberapa struktur, tiap operasi dasar bisa digunakan pada beberapa mesin, mesin-mesin serba guna, suatu fleksibelitas lebih besar diperoleh. Dapat dikatakan bahwa fleksibelitas jika semua mesin mampu digunakan pada semua operasi, dan ini adalah apa yang disebut sebagai hybrid job shop atau fleksibel job shop. Tujuan utama tulisan ini adalah untuk mendeskripsikan model dan metode solusi untuk mengoptimalkan tingkat produksi, tingkat persediaan, dan biaya produksi yang memfokuskan fleksibel job shop (FJS) dan mesin paralel masalah penjadwalan.

Masalah *hybird job shop* kemudian merupakan suatu pengembangan penting pada masalah penjadwalan job shop klasik yang mengizinkan suatu operasi untuk diproses dengan beberapa mesin dari suatu kumpulan yang diberikan. Dengan demikian *hybird job shop* menambah suatu masalah yang kompleks. Metode tersebut adalah untuk menugaskan tiap operasi pada sebuah mesin dan untuk mengurutkan operasi pada mesin-mesin, seperti makespan yang maksimal

pada semua operasi atau meminimalkan total kelambanan (*tardiness*). Banyak masalah optimasi penjadwalan telah dipelajari dalam studi penelitian pada masalah yang kompleks di industri dengan fleksibilitas. Masalah penjadwalan *hybird job shop* merupakan salah satu dari penelitian tersebut yang disajikan dalam literatur seperti Penz., (1996), Dauzere-Peres et al., (1998), Xia dan Wu (2005) dan banyak lainnya.

Dalam sistem produksi, ada sejumlah metode dari klasifikasi fleksibilitas, termasuk fleksibilitas mesin, fleksibilitas routing, fleksibilitas produk, fleksibilitas market, fleksibilitas struktur dan fleksibilitas system manufacturing. Koste dan Malhota (1999) fleksibilitas sistem manufacturing dapat didefinisikan dengan ekspansi fleksibilitas, fleksibilitas volume, fleksibilitas modifikasi, dan produk baru fleksibilitas. Semakin tinggi tingkat ketidakpastian *demand* dari *customer* maka dibutuhkan fleksibilitas perusahaan yang semakin tinggi pula. Tingkat permintaan yang tidak tetap dan adanya nilai perubahan permintaan yang cukup fluktuatif dari pelanggan ditambah dengan banyaknya bahan baku yang diperlukan juga sangat membutuhkan fleksibilitas perusahaan yang sangat tinggi.

Fleksibelitas ini bisa juga diterapkan untuk petunjuk masalah flow shop kemudian untuk susunan hybrid flow shop. Suatu hybrid flow shop diberi kuasa pada beberapa tahapan atau kelompok. Tiap tahapan dikomposisikan dengan sekumpulan mesin. Angka permintaan dalam tahap-tahap untuk tiap bagian dihasilkan sama seperti yang ada dalam Gourmand et al.,(2001). Chen et al., (1999) menyajikan suatu genetic algorithm untuk mengatasi masalah penjadwalan job shop yang fleksibel dengan suatu kriteria meminimalkan makespan. Kromosom-kromosom direpresentasi dari solusi masalah yang terdiri dari dua bagian. Bagian pertama mendefinisikan kebijakan routing dan bagian kedua urutan dari operasi pada tiap mesin. Operasi genetik dikenalkan dan digunakan dalam proses produksi dengan algorithm. Penelitian numerik menunjukkan bahwa algorithm dapat menemukan penjadwalan yang berkualitas tinggi.

Gomes et al., (2005) menyajikan suatu model (ILP) untuk penjadwalan job shop yang fleksibel. Model tersebut mempertimbangkan kelompok-kelompok mesin homogen paralel, penyangga lanjutan yang terbatas dan dampak pengaturan yang tak berarti. Urutan-urutan terdiri dari sejumlah unit yang berbeda untuk dihasilkan dan mengikuti satu dari jumlah yang diberikan pada proses routing dengan suatu kemungkinan pada penukaran kembali. Penyelesaian waktu yang baik diperoleh dengan menggunakan perangkat lunak *mixed-integer linear programming* (MILP) untuk mengatasi contoh nyata dari fleksibel job shop untuk optimalitas.

Penelitian yang belum banyak dijumpai adalah yang menyingung tentang fleksibilitas untuk meminimalisasi biaya kaitannya dengan kapasitas produksi, terutama dikaitkan dengan penggunaan kapasitas regular dan kapasitas lembur yang dimiliki perusahaan. Secara umum kalau perusahaan menerima order yang cukup besar dari pelanggan, pilihan salah satunya adalah menggunakan jam lembur, namun ini biasanya akan berakibat kenaikan biaya produksi sehingga harga jual produk akan lebih tinggi yang harus dibayar oleh pelanggan.

Seperti yang dikemukakan di atas bahwa masalah penjadwalan job shop yang fleksibel pada industry pengalengan ikan adalah untuk menemukan keputusan-keputusan yang optimal bagi aktifitas produksi yang mengubah bahan-bahan baku kedalam produk akhir dengan asumsi sebagai berikut,

- Berbagai item bisa diproduksi dalam satu periode.
- Satu item tidak membutuhkan pengaturan untuk diproduksi dalam satu periode jika itu adalah item pertama dalam periode itu dan juga item terakhir pada waktu sebelumnya, dan ini disebut sebagai pengaturan *carry over*.
- Suatu pengaturan bisa mulai dalam satu periode dan berakhir pada periode berikutnya, ini disebut sebagai pengaturan *cross over*.
- Periode perencanaan bisa mempunyai lamanya tidak seragam (*non-uniform*).
- Waktu pengaturan bisa menjadi lebih panjang dari pada satu periode waktu.

4. Industri Pengalengan Ikan

Dalam lingkup industri pengolahan hasil kelautan ditujukan untuk meningkatkan nilai tambah suatu komoditas. Semakin tinggi nilai produk olahan diharapkan devisa yang diterima oleh Negara juga meningkat, serta keuntungan yang diperoleh oleh para pelaku industri pengolahan juga relatif tinggi (Anonimius, 1997). Industri pengolahan yang dapat meningkatkan nilai tambah bagi produk hasil kelautan misalnya pada industri pengolahan pengalengan ikan. Industri pengolahan pengalengan ikan dapat dilakukan dengan beberapa tahap yaitu,

1. Tahap Primer, yaitu output utama yang dihasilkan dalam proses produksi langsung dinikmati oleh konsumen tanpa adanya pengolahan lebih lanjut.
2. Tahap Sekunder, yaitu produk yang dihasilkan mengalami proses pengolahan tertentu secara tradisional. Pengolahan secara tradisional ini kemudian secara perlahan menjadi lebih maju, kemudian output dari hasil pengolahan itu dikonsumsi.
3. Tahap Tersier, yaitu ketika output yang dihasilkan oleh tahap sekunder berkembang ke tahap tersier sampai dengan batas tertentu, pengolahan tahap sekunder berkembang ke tahap tersier dengan proses yang lebih canggih sehingga menghasilkan bahan pangan yang dapat diolah lagi menjadi berbagai macam makanan turunan dari produk tersebut (Siswono, 2004).

Ikan merupakan salah satu komoditi hasil perairan yang paling banyak dimanfaatkan oleh manusia karena beberapa kelebihanannya. Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani yang sangat potensial dan biasanya kandungan protein sekitar 15-24% tergantung dari jenis ikannya. Protein ikan mempunyai daya cerna yang sangat tinggi yaitu sekitar 95% (Rahayu, 1992). Kandungan protein yang cukup tinggi pada ikan menyebabkan ikan mudah rusak bila tidak segera dilakukan pengolahan dan pengawetan. Pengawetan bertujuan untuk memperpanjang masa simpan bahan pangan tersebut. Salah satu usaha untuk meningkatkan daya simpan dan daya awet pada produk ikan adalah dengan pengalengan ikan (Winarno, 1980). Teknik pengawetan pangan yang dapat diterapkan dan banyak digunakan adalah pengawetan dengan suhu tinggi. Tujuan utamanya adalah untuk memperpanjang umur simpan, dan meningkatkan nilai ekonomis. Prinsip pengalengan yaitu mengemas bahan pangan dalam wadah yang tertutup rapat sehingga udara dan zat-zat maupun organisme yang merusak atau membusuk tidak dapat masuk, kemudian wadah dipanaskan sampai suhu tertentu untuk mematikan pertumbuhan mikroorganisme yang ada.

Pengalengan merupakan cara pengawetan bahan pangan dalam wadah yang tertutup rapat dan disterilkan dengan panas yang dalam pengolahannya merupakan pengawetan bahan pangan yang dipak secara hermetis (kedap terhadap udara, air, mikroba, dan benda asing lainnya) dalam suatu wadah, yang kemudian disterilkan secara komersial untuk membunuh semua mikroba patogen (penyebab penyakit) dan pembusuk.

Pengalengan secara hermetis memungkinkan makanan dapat terhindar dari kebusukan, perubahan kadar air, kerusakan akibat oksidasi, atau perubahan cita rasa. Namun, karena dalam pengalengan makanan digunakan sterilisasi komersial (bukan sterilisasi mutlak), mungkin saja masih terdapat spora atau mikroba lain (terutama yang bersifat tahan terhadap panas) yang dapat merusak isi apabila kondisinya memungkinkan. Itulah sebabnya makanan dalam kaleng harus disimpan pada kondisi yang sesuai, segera setelah proses pengalengan selesai. Dalam industri pengalengan ikan yang diterapkan adalah sterilisasi komersial (*commercial sterility*), artinya walaupun produk tersebut tidak 100 persen steril, tetap cukup bebas dari bakteri pembusuk dan patogen (penyebab penyakit), sehingga tahan untuk disimpan selama satu tahun atau lebih dalam keadaan yang masih layak untuk dikonsumsi.

Adapun keuntungan utama industri pengalengan dimana kaleng sebagai wadah bahan pangan, yaitu:

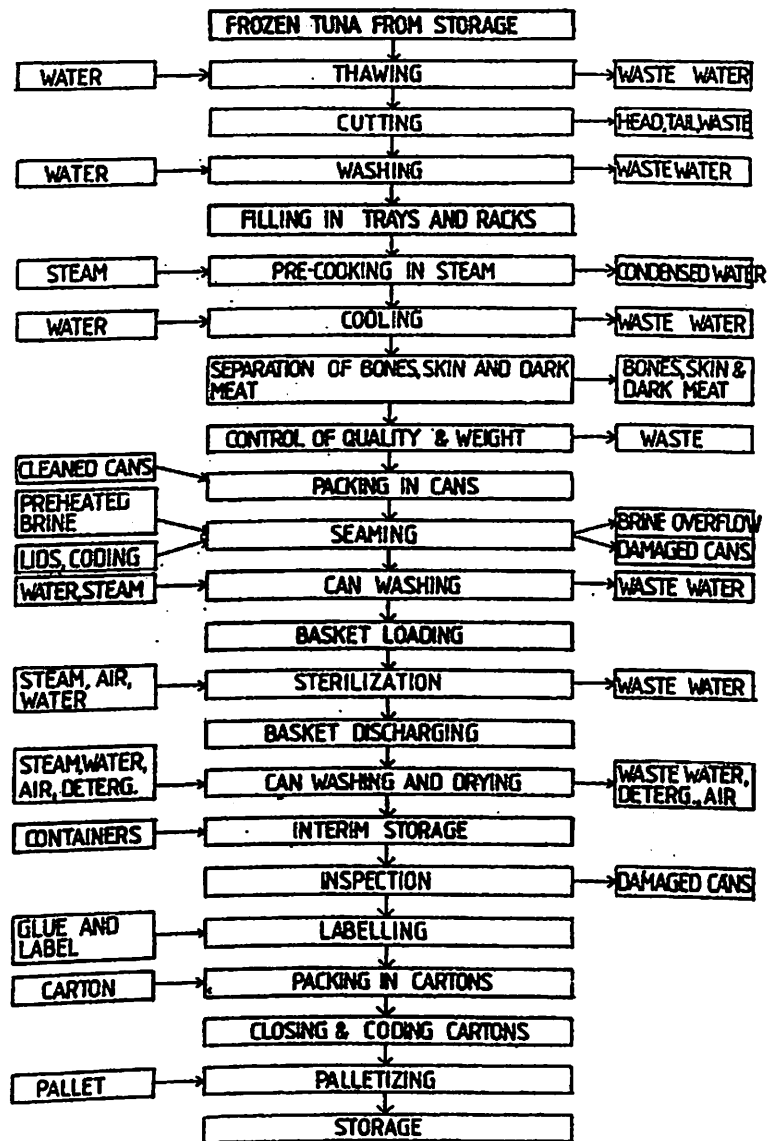
1. Kaleng dapat menjaga bahan pangan yang ada di dalamnya.
2. Kemasannya yang hermetis dapat menjaga produk dari kontaminasi oleh mikroba, serangga, atau bahan asing lain penyebab pembusukan
3. Memperpanjang lama penyimpanan
4. Mempertahankan penampakan dan cita rasanya.
5. Menjaga bahan pangan terhadap perubahan kadar air
6. Kaleng dapat menjaga bahan pangan terhadap penyerapan oksigen, gas-gas lain dan bau
7. Menjaga produk dari cahaya

Sedangkan proses pengalengan ikan dalam skala industri dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu; tahap pemilihan bahan baku, penyiangan, pencucian, penggaraman, pengisian bahan baku, pemasakan awal (*precooking*), penirisan, pengisian medium pengalengan, penghampaan udara (*exhausting*), penutupan kaleng, sterilisasi, pendinginan, pemberian label

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengalengan ikan:

1. Meat chopper: alat untuk pemotong daging
2. Stuffer: alat pengisi bahan-bahan dalam pengalengan
3. Grinder/mixer/silent cutter: Alat pencampur daging ikan
4. Meat Bone Separator: alat pemisah daging dengan tulang
5. Ice Crusher: alat penghancur es
6. Food prosessor: alat penggiling daging
7. Retort: Merupakan suatu bejana yang tertutup dan tahan tekanan tinggi yang ditimbulkan oleh uap yang berasal dari boiler yang berfungsi untuk sterilisasi produk.
8. Sealing machine: alat pengemas kaleng
9. Seamer : alat penutup kaleng
10. Boiler (ketel uap): alat yang berfungsi mengubah air menjadi uap (penghasil uap yang disalurkan ke retort) dengan cara pemanasan
11. *Exhauster* adalah alat yang digunakan untuk membuat kondisi vakum pada *headspace* kaleng sebelum kaleng ditutup yang disebut dengan *exhausting*.
12. Bleeder merupakan lubang kecil dalam retort yang berfungsi untuk memberikan sarana pengamatan melalui adanya aliran uap air, serta menyebabkan terjadinya sirkulasi di dalam retort, serta mengeluarkan sedikit air dan udara dari retort
13. Vent merupakan bagian dari retort yang berfungsi untuk mengeluarkan udara yang terdapat di dalam retort sebelum proses sterilisasi dimulai

Tahapan-tahapan pada proses pengalengan ikan ini dapat dibuat dalam diagram alir dengan menggunakan mesin atau alat sebagai berikut;



5. Kesimpulan

Tulisan ini hanya mengkaji secara teoritis gambaran masalah *flexibilitas job shop scheduling* pada industry pengalengan ikan dengan mengintegrasikan perencanaan produksi dan penjadwalan *job shop* yang fleksibel dalam rangka menemukan keputusan-keputusan yang optimal bagi aktifitas produksi yang dapat mengubah bahan baku kedalam produk akhir. Studi lebih lanjut akan diperkirakan pembuatan model matematika dengan penambahan persyaratan kadaluarsa dan ukuran *lot* terhadap produksi yang dapat lebih menyebabkan kesulitan baik dalam bentuk pemodelan maupun penyelesaian model.

Referensi

1. Abdelmaguid-Tamer. F., 2015. *A Neighborhood Search Function for Flexible Job Shop Scheduling with Separable Sequence-Dependent Setup Times*. Applied Mathematics and Computation. Vol 260, pp. 188-203.
2. Abdelhakim AitZai, et al., 2016. *Branch-and-bound and PSO Algorithms for No-Wait Job Shop Scheduling*. Journal of Intelligent Manufacturing. Vol 27(3), pp. 679-688.
3. Bassett, M. H., Pekny, J. F., & Reklaitis, G. V. (1996). Decomposition techniques for the solution of large-scale scheduling problems. IChE Journal, 42, 3373-3384.
4. Birewar, D. B., & Grossmann, I. E. (1990). Simultaneous production planning and scheduling in multiproduct batch plants. Industrial & Engineering Chemistry Research, 29, 570-580.

5. Brahim, N., Dauzere-Peres, S., Najid, N. M., & Nordli, A. (2006). Single item lot sizing problems. *European Journal of Operational Research*, 168, 1–16.
6. Chen, H.; Ihlow, J. & Lehmann, C. 1999. A genetic algorithm for flexible job-shop scheduling. *Proceedings of ISMM International Conference on Robotics and Automation*, 2, 1999, pp.1120-1125.
7. Chu, Y., & Xia, Q. (2004). Generating benders cuts for a general class of integer programming problems. *Lecture Notes in Computer Science*, 3011, 127–141.
8. Crama, Y., Pochet, Y., & Wera, Y. (2001). A discussion of production planning approaches in the process industry (p. 42). *CORE Discussion Paper, DP-2001*.
9. Dauzere-Peres, S.; Roux, J. & Lasserre, J.B. (1998). Multi-resource shop scheduling with resource flexibility. *European Journal of Operational Research*, 107, 1998, pp.289-305
10. Drexel, A., & Hasse, K. (1995). Proportional lot sizing and scheduling. *International Journal of Production Economics*, 40, 73–87.
11. Erdirik-Dogan, M., & Grossmann, I. E. (2006). A decomposition method for the simultaneous planning and scheduling of single-stage continuous multi-product plants. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 45, 299–315.
12. Fleischmann, B. (1990). The discrete lot-sizing and scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 44, 337–348.
13. F.G. Filip. 2008. Decision support and control for large-scale complex systems. *Annual Reviews in control*, Vol. 32, no. 1 pp.61-70.
14. F.G. Filip and K.Leiviska. 2009. Large-Scale Complex Systems. In *Springer Handbook of Automation*, Berlin: Springer Berlin Heidelberg, pp. 619-638.
15. Gomes, M., Barbosa-Povoa, A. Novais, A. 2005. Optimal scheduling for flexible job shop operation. *International Journal of Production Research*, 43, 11, 2005, pp. 2323-2353.
16. Gopalakrishnan, M., Miller, D. M., & Schmidt, C. P. (1995). A framework for modelling setup carryover in the capacitated lot sizing problem. *International Journal of Production Research*, 33, 1973–1988.
17. Gourgand, M., Grangeon, N. & Norre, S. 2001. Modele generique oriente objet du flow shop hybride hierarchies. *Proceedings of MOSIM'01*, pp. 583-590, April 2001.
18. Guill'en, G., Badell, M., Espuna, A., & Puigjaner, L. (2005). Simultaneous optimization of process operations and financial decisions to enhance the integrated planning/scheduling of chemical supply chains. *Computers & Chemical Engineering*, 30, 421–436.
19. Jia, Z. Y., & Ierapetritou, M. (2003). Mixed-integer linear programming model for gasoline blending and distribution scheduling. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 42, 825–835.
20. Kallrath, J. (1999). The concept of contiguity in models based on time-indexed formulations. In F. Keil, W. Mackens, H. Voss, & J. Werther (Eds.), *Scientific computing in chemical engineering II* (pp. 330–337). Berlin: Springer.
21. Kallrath, J. (2000). Mixed integer optimization in the chemical process industry—Experience, potential and future perspectives. *Chemical Engineering Research & Design*, 78, 809–822.
22. Kallrath, J. (2002). Planning and scheduling in the process industry. *OR Spectrum*, 24, 219–250.
23. Karimi, I. A., & McDonald, C. M. (1997). Planning and scheduling of parallel semicontinuous processes. 2. Short-term scheduling. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 36, 2701–2714.
24. Lin, X. X., & Floudas, C. A. (2002). Continuous-time optimization approach for medium-range production scheduling of a multiproduct batch plant. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 41, 3884–3906.
25. Maravelias, C. T. (2005). Mixed Time Representation for State-Task Network Models. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 44(24), 9129–9145.
26. Oh, H. C., & Karimi, I. A. (2001). Planning production on a single processor with sequence-dependent setups. Part 1. Determination of campaigns. *Computers & Chemical Engineering*, 25, 1021–1030.
27. Papageorgiou, L. G., & Pantelides, C. C. (1996). Optimal campaign planning/scheduling of multipurpose batch/semicontinuous plants. 1. Mathematical formulation. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 35, 488–509.
28. Penz, B. 1996. Une Methode heuristique pour la resolution des problemes de job-shop flexible. *Journal europeen des systemes automatises*, 30, 6, 1996, pp. 793-796.
29. Pinto, J. M., & Grossmann, I. E. (1998). Assignment and sequencing models for the scheduling of process systems. *Annals of Operations Research*, 81, 433–466.
30. Pinto, J. M., Joly, M., & Moro, L. F. L. (2000). Planning and scheduling models for refinery operations. *Computers & Chemical Engineering*, 24, 2259–2276.
31. Pochet, Y., & Wolsey, L. A. (2006). *Production planning by mixed integer programming*. New York: Springer.
32. Porkka, P., Vepsalainen, A. P. J., & Kuula, M. (2003). Multiperiod production planning carrying over set-up time. *International Journal of Production Research*, 41, 1133–1148.
33. Ryu, J., Dua, V., & Piskitopoulos, E. N. (2004). A bilevel programming frame-work for enterprise-wide process networks under uncertainty. *Computers & Chemical Engineering*, 28, 1121–1129.
34. Sahinidis, N. V., & Grossmann, I. E. (1991). Reformulation of multiperiod MILP models for planning and scheduling of chemical processes. *Computers & Chemical Engineering*, 15, 255–272.

34. Salomon, M. (1991). Deterministic lotsizing models for production planning. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 355, 1–158.
35. Shah, N. (2005). Process industry supply chains: Advances and challenges. *Computers & Chemical Engineering*, 29, 1225–1235.
36. Shapiro, J. F. (2004). Challenges of strategic supply chain planning and modeling. *Computers & Chemical Engineering*, 6–7, 855–861.
37. Sox, C. R., & Gao, Y. (1999). The capacitated lot sizing problem with setup carry-over. *IIE Transactions*, 31, 173–181.
38. Subrahmanyam, S., Pekny, J. F., & Reklaitis, G. V. (1996). Decomposition approaches to batch plant design and planning. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 35, 1866–1876.
39. Suerie, C. (2006). Modeling of period overlapping setup times. *European Journal of Operational Research*, 174, 874–886.
40. Suerie, C., & Stadtler, H. (2003). The capacitated lot-sizing problem with linked lot sizes. *Management Science*, 49, 1039–1054.
41. Sung, C., & Maravelias, C. T. (2007). An attainable region approach for production planning of multiproduct processes. *AIChE Journal*, 53(5), 1298–1315.
42. Thizy, J. M., & Van Wassenhove, L. N. (1985). Lagrangean relaxation for the multi-item lot-sizing problem: A heuristic implementation. *IIE Transactions*, 17, 308–313.
43. Wan, W., Pekny, J. F., & Reklaitis, G. V. (2005). Simulation-based optimization with surrogate models—Application to supply chain management. *Computers & Chemical Engineering*, 29, 1317–1328.
44. Wellons, M. C., & Reklaitis, G. V. (1991). Scheduling of multipurpose batch chemical plants. 2. Multiple-product campaign formation and production planning. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 30, 688–705.
45. Wilkinson, S. J., Shah, N., & Pantelides, C. C. (1995). Aggregate modelling of multipurpose plant operation. *Computers & Chemical Engineering*, 19, S583–S588.
46. Wolsey, L. A. (1997). MIP modelling of changeovers in production planning and scheduling problems. *European Journal of Operational Research*, 99, 154–165.
47. Xia, W. & Wu, Z. 2005. An effective hybrid optimization approach for multi-objective flexible job-shop scheduling problems. *Computers & Industrial Engineering*, 48, 2, 2005, pp.409-425.
48. Zhu, X. X., & Majozi, T. (2001). Novel continuous time MILP formulation for multipurpose batch plants. 2. Integrated planning and scheduling. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 40, 5621–5634.