

Penerapan Algoritma *Simulated Annealing* untuk meminimasi Makespan pada Penjadwalan *Flow Shop*

Yusraini Muharni

Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon

Jl. Jend. Sudirman Km. 3 Cilegon, Banten 42435

E-mail: yusraini@untirta.ac.id

ABSTRAK

Penjadwalan produksi merupakan proses alokasi sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan serangkaian tugas dalam jangka waktu tertentu. Penjadwalan produksi adalah sarana yang diperlukan oleh perusahaan untuk menyusun suatu prioritas pekerjaan (job). PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi bar mill dan section mill. Selama ini, Perusahaan menghadapi kendala yaitu waktu penyelesaian seluruh pesanan yang cukup lama. Untuk Tipe bar mill yang memiliki permintaan cukup tinggi adalah tipe D.16, D.19, D.22, D.25 dan D.32. Pendekatan *Simulated Annealing* diterapkan untuk mendapatkan jadwal optimal sehingga dapat menurunkan nilai makespan.

Kata Kunci: *Flowshop, Makespan, Penjadwalan, Simulated Annealing.*

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan produksi didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu. Penjadwalan produksi sangat diperlukan oleh perusahaan untuk menyusun suatu prioritas pekerjaan (*job*). Suatu proses produksi perlu dijadwalkan mendapatkan suatu penugasan pekerjaan yang paling efektif pada setiap stasiun kerja dengan tujuan meningkatkan produktivitas, mengurangi *makespan*, mengurangi persediaan barang setengah jadi (*work in process*), mengurangi keterlambatan dan meminimasi ongkos produksi (Baker & Trietsch, 2013).

Berdasarkan pola aliran produksi, ada dua jenis penjadwalan produksi yaitu penjadwalan *job shop* dan penjadwalan *flow shop* (Baker & Trietsch, 2013). Pada penelitian ini permasalahan penjadwalan difokuskan pada pola aliran *flow shop* yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Hampir semua permasalahan utama dari lantai produksi *flow shop* sebuah perusahaan adalah masalah penjadwalan produksi, terutama dalam menentukan efisiensi urutan pekerjaan (*job*) yang akan dikerjakan agar menghasilkan nilai *makespan* yang kecil sehingga kapasitas produksi dapat lebih besar dan biaya produksi tidak terlalu tinggi.

Permasalahan penjadwalan *permutation flowshop* merupakan permasalahan yang memiliki n *job* dengan waktu proses pada m mesin. Urutan operasi *job* pada semua mesin adalah searah untuk masing-masing *job* dan sama pada setiap mesin (Aulia, 2012). Penjadwalan *permutation flowshop* merupakan masalah *combinatorial optimization*. Selain itu juga permasalahan *combinatorial optimization* merupakan *Non Polynomial-hard (NP-hard)*

Metode *Simulated Annealing* merupakan metode metaheuristik yang dapat diterapkan pada persoalan *permutation flowshop problem* sehingga diharapkan mampu memberikan solusi dalam menyelesaikan permasalahan terkait penjadwalan *permutation flow shop*

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi *bar mill* dan *section mill*. Produk *Bar mill* yang diproduksi oleh PT XYZ terdiri dari 2 jenis *bar mill* yaitu *bar mill deformed* dan *bar mill plain* dengan diameter yang berbeda – beda. Berikut adalah jenis produk *bar mill* yang paling tinggi permintaannya yaitu tipe D.16, D.19, D.22, D.25 dan D.32.

Dalam produksinya ke lima produk tersebut menggunakan lintasan dan mesin yang sama yang membedakan adalah waktu prosesnya saja. Tipe aliran pada proses pembuatan *bar mill* tersebut adalah *flowshop* dengan 7 mesin. Jenis mesin yang digunakan yaitu mesin *reheating furnace*, *roughing stand*, *intermediate stand*, *finishing stand*, *cooling bed*, *cold shear* dan *stacking machine*. Urutan pengerjaan *job* dilakukan tidak menggunakan metode apapun dan terkadang pengerjaan *job* dilakukan dari urutan permintaan tanpa melihat banyaknya permintaan sehingga PT XYZ membuat produk jika ada pesanan atau *make to order*, waktu penyelesaian untuk seluruh *job* menjadi lama. Minimasi *makespan* yang dilakukan dapat memendekkan waktu penyelesaian seluruh *job*, sehingga dapat mencapai target produksi dan dapat meningkatkan kapasitas produksi. Tujuan dalam penelitian ini yaitu mencari urutan produksi yang optimal dan meminimasi nilai *makespan* atau total waktu produksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjadwalan

Penjadwalan produksi didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu (Baker & Trietsch, 2013). Penjadwalan merupakan proses pengambilan keputusan yang mempunyai peran yang penting dalam kebanyakan industri manufaktur dan jasa.

Input dari sistem penjadwalan antara lain pekerjaan-pekerjaan yang merupakan alokasi kapasitas untuk *order-order*, penugasan prioritas *job*, dan pengendalian jadwal produksi membutuhkan informasi terperinci dimana informasi-informasi tersebut akan menyatakan masukan dari penjadwalan. Untuk memastikan bahwa suatu aliran kerja yang lancar akan melalui beberapa tahapan produksi maka sistem penjadwalan harus membentuk aktivitas-aktivitas *output* yaitu *loading*, *sequencing*, *dispatching* dan pengendalian kinerja penjadwalan

Tujuan dari penjadwalan diantaranya adalah mengurangi waktu proses, meningkatkan produktivitas, mengurangi persediaan barang setengah jadi, mengurangi keterlambatan, membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan, mengurangi waktu mesin menganggur dan meminimasi ongkos produksi.

2.2 Metode Simulated Annealing

Sejak dipublikasikan oleh Kirkpatrick, Metode *Simulated Annealing* (SA) adalah salah satu metode metaheuristik yang banyak diterapkan dalam memecahkan persoalan optimasi kombinatorial (Ishibuchi, 1995). Algoritma *Simulated Annealing* (SA) bekerja dengan meniru proses *annealing* untuk memecahkan persoalan optimisasi. SA menggunakan parameter suhu yang mengontrol pencarian. Parameter suhu biasanya dimulai dari suhu tinggi dan secara perlahan menurun pada setiap iterasi. Pada tiap-tiap iterasi satu titik baru dibangkitkan dan jaraknya terhadap titik semula merupakan proporsional terhadap suhu. Jika titik yang baru mempunyai nilai fungsi yang lebih baik, maka titik tersebut menggantikan titik semula dan penghitungan iterasi dinaikkan. Adalah hal yang mungkin untuk berpindah ke titik yang lebih buruk, hal ini terkait secara langsung pada pengaruh suhu. Langkah seperti ini terkadang membantu menemukan area pencarian baru dalam upaya mendapatkan nilai mimimum yang lebih baik (Liao, Tjandradjaja, & Chung, 2012).

Prosedur standar untuk menerapkan algoritma *Simulated Annealing* adalah:

Langkah 1: pada saat $i=0$, Inisialisasi solusi awal, s_0 secara random dan temperature awal, x_0

Langkah 2: Inisialisasi solusi awal, s_0 secara random dari wilayah terdekat $S(x_0)$. Naikkan nilai $i=i+1$

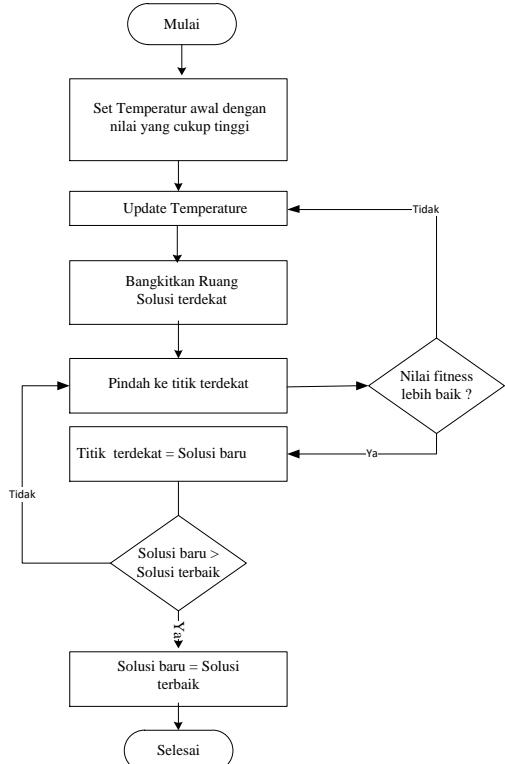
Langkah 3: Tentukan fungsi penurunan temperatur (jadwal pendinginan), dalam makalah ini fungsi pendinginan mengikuti persamaan:

$$T(k) = x_0 \cdot x(\alpha)^k$$

Langkah 4 : Perpindahan $x_0 \rightarrow x_1$, sehingga $\iota = f(s) - f(s_0)$ If $\iota < 0$ $s_0 = s$
selain itu bangkitkan $r \sim U(0, 1)$ jika $r < \exp(-\iota/T)$ maka $s_0 = S$

Langkah 5: $f(s) > f(s_0)$ maka solusi terbaik diperoleh

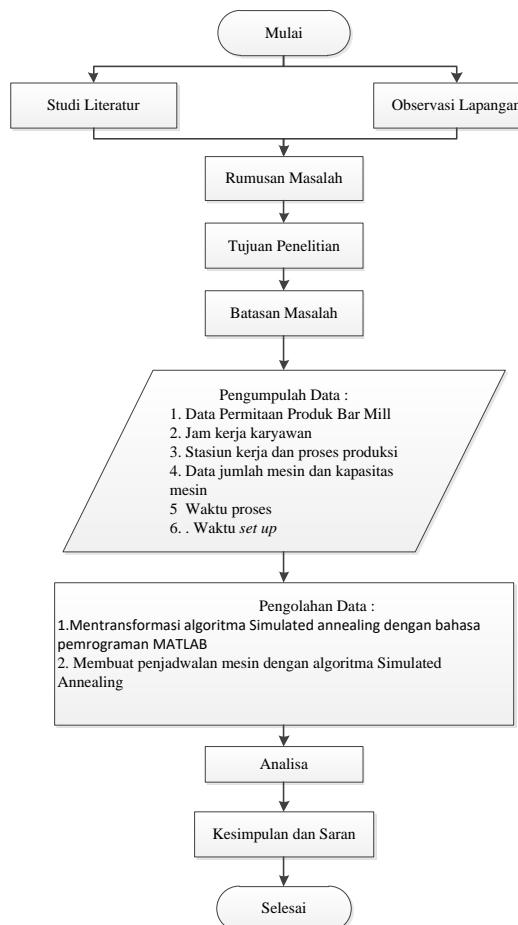
Prosedur diatas diilustrasikan pada Gambar 1



Gambar 1. Framework Algoritma Simulated Annealing

3. METODE PENELITIAN

Berikut ini merupakan *flow chart* penelitian yang terdapat dalam penelitian yang dilakukan di PT. XYZ:



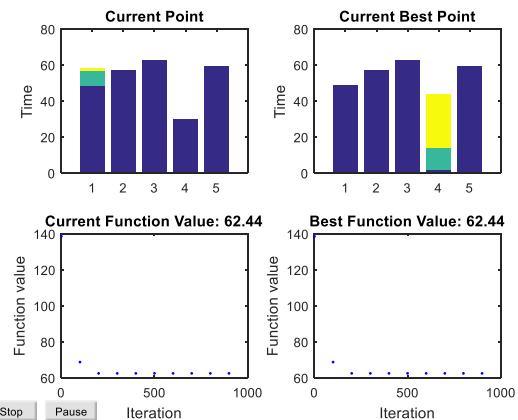
Gambar 2. Diagram Alir Metode Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemecahan persoalan penjadwalan mesin dengan algoritma *Simulated Annealing* dilakukan dengan bantuan perangkat lunak MATLAB. Algoritma *Simulated Annealing* dikustomisasi untuk memecahkan persoalan penjadwalan flowshop dengan 5 order yang harus dijadwalkan kedalam 7 mesin. Persoalan penjadwalan multi prosessor sendiri terdiri dari menemukan distribusi optimal dari penempatan tugas pada sekelompok mesin Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas pada satu prosesor sudah dikumpulkan dalam file data. Tiap-tiap prosesor bekerja secara independen, tetapi masing-masing prosesor hanya dapat memproses 1 job pada satu waktu. Tujuan dari masalah ini adalah menentukan jadwal terpendek untuk serangkaian tugas yang harus dikerjakan.

Proses optimasi dengan Algoritma *Simulated Annealing* diperoleh setelah iterasi mendekati nilai 1000 dengan $t_0 = 474,7969$, hal ini dapat dilihat

pada gambar 3. Adapun urutan penjadwalan yang peroleh adalah:



Gambar 3. Luaran Penjadwalan dengan Algoritma Simulated Annealing

5. KESIMPULAN

Penjadwalan hasil luaran algoritma *Simulated Annealing* memberikan nilai makespan 319 jam, sedangkan makespan pada penjadwalan awal adalah 721.87 jam.

6. SARAN

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan beberapa pendekatan metaheuristik dalam persoalan penjadwalan.
2. Pengembangan algoritma metaheuristik untuk persoalan penjadwalan pada kasus mesin *bottleneck*
3. Mengambil kasus pada perusahaan dengan aliran *job shop*.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2013). *Principles of sequencing and scheduling*. <https://doi.org/10.1002/9780470451793>
- Ishibuchi, H. (1995). Modified Simulated Annealing algorithms for the flow shop sequencing problem.
- Liao, C., Tjandradjaja, E., & Chung, T. (2012). An approach using particle swarm optimization and bottleneck heuristic to solve hybrid flow shop scheduling problem. *Applied Soft Computing Journal*, 12(6), 1755–1764. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2012.01.011>
- Aulia, Indra. (2012). Penerapan *Harmony Search Algorithm* dalam Permasalahan Penjadwalan

Flow Shop. Universitas Sumatera Utara.

Medan.

Firdaus, Muhammad. (2015). Penjadwalan
Flowshop Dengan Menggunakan Simulated Annealing. Universitas Muhammadiyah Malang