

SKRIPSI

**PENJADWALAN *FLOW SHOP* N *JOB M MACHINE* DENGAN METODE
*METAHEURISTIK SIMULATED ANNEALING***

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Diajukan oleh :

Muhammad Aldien Imanullah

12660035

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2017

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir Ini Saya persembahkan dan Saya dedikasikan kepada:

Kedua Orangtua ku yang saya cintai dan saya banggakan

Kedua Adikku yang saya banggakan

Seluruh Keluarga Besar ku

Dan Almamaterku tercinta

Program Studi Teknik Industri

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta



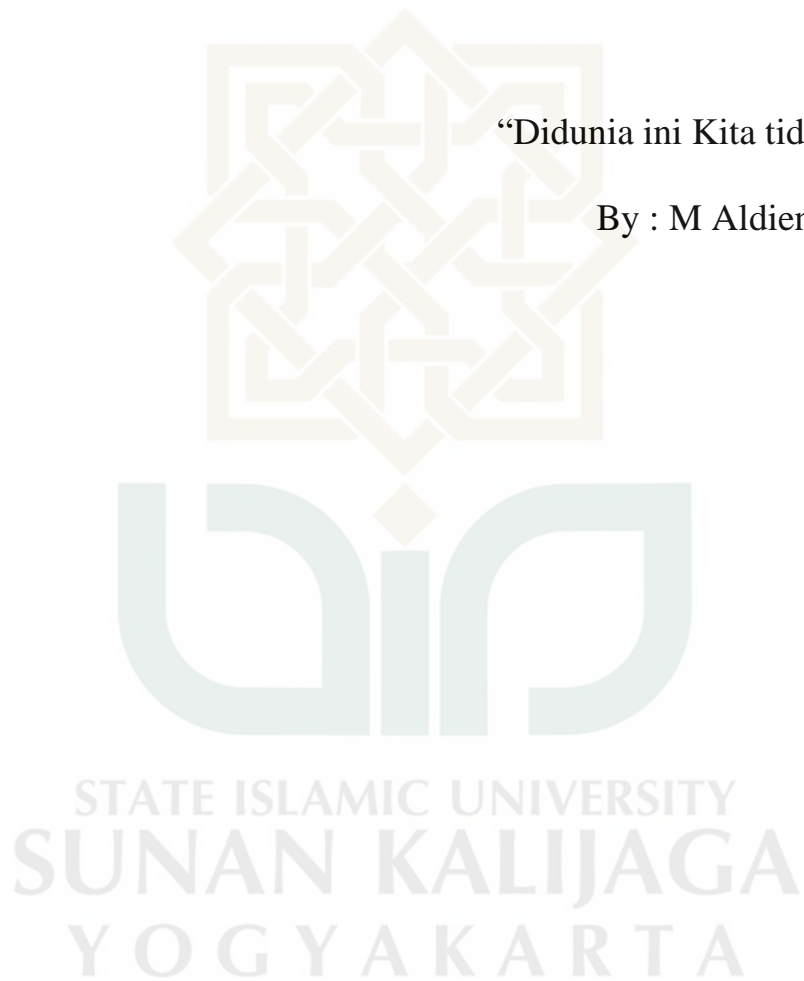
MOTTO

“Nothing is impossible, the word it self says I’m Possible”

By : Audrey Hepburn

“Didunia ini Kita tidak Sendiri”

By : M Aldien Imanullah



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji Syukur Alhamdulillah Peneliti panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, nikmat, taufiq, serta hidayah-Nya, sehingga Skripsi dengan judul **“Penjadwalan *Flow Shop N Job M Machine* dengan Metode Metaheuristik *Simulated Annealing*”** saya dapat menyelesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu dalam bidang studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Saya menyadari bahwa terselesaikannya tugas akhir ini bukan merupakan hasil dari saya seorang melainkan atas dukungan do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Murtono, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Kifayah Amar, S.T, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dwi Agustina Kurniawati, S.T, M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing yang saya hormati dan sangat membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.
4. Kedua Orangtua ku yang selalu mendorong dan memotivasi anaknya ini agar cepat lulus.
5. Adik – adikku tercinta Muhammad Farqi Zuhdi dan Siti Hafsah yang selalu mendorong abangnya agar cepat selesai Skripsinya.

6. Teman – teman KKN angkatan 89 kelompok 60 Dusun Sebatang Eka Kurniawan, Bagus Dwiky Hermawan, Anwar Zhaky, Mei Rahma Annisa, Mariatul Maghfiroh, Luluk Farida, Shera Yunita, dan Nayla Masyruhah yang selalu berbagi cerita dan mendukung peneliti dalam menyelesaikan Skripsi ini.
7. Teman – teman Teknik Industri Angkatan 2012 (Tekdus Tralala) khususnya Syarqim, Thoyib, Erlangga, Sido, Nafiyah, Afandi, Fandi, Hargian, dan Rima yang sangat membantu dan mendorong peneliti dalam menyelesaikan Skripsi ini, serta semua teman – teman seperjuangan dalam studi.
8. Adik – adik Teknik Industri angkatan 2013, 2014, dan 2015 yang selalu memotivasi peneliti dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Serta kepada seluruh pihak yang sudah banyak membantu dan ikut andil dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi civitas akademika sebagai sarana dalam memperluas ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, Desember 2017

Muhammad Aldien Imanullah
12660035

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah dan Asumsi	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Posisi Penelitian	7
2.2 Pengertian Penjadwalan	12
2.3 Kriteria dalam Penjadwalan	15
2.4 Jenis-Jenis Penjadwalan	16
2.4.1 Penjadwalan <i>Flow Shop</i>	16
2.4.2 Penjadwalan <i>Job Shop</i>	18
2.4.3 Penjadwalan <i>Batch</i>	20
2.5 Algoritma <i>Simulated Annealing</i>	21
2.6 Parameter Performansi	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Pengumpulan Data	24
3.2 Data Penelitian	25

3.3	Kerangka Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Data <i>Random Number Generator</i>	29
4.2	Hasil Penelitian.....	29
4.2.1	Hasil Penjadwalan dengan Metode <i>Simulated Annealing</i>	30
4.2.2	Perbandingan Hasil <i>Makespan</i> Penjadwalan Produksi metode Metaheuristik <i>Simulated Annealing</i> dengan Metode Algoritma Heuristik Pour dan metode FCFS	35
4.2.3	Perhitungan <i>Efficiency Index (EI)</i>	36
4.2.4	Perhitungan <i>Relative Error (RE)</i>	37
4.2.5	Perbandingan <i>Run Time</i> pada metode Algoritma Heuristik Pour, FCFS dan metode <i>Simulated Annealing</i>	37
4.2.6	Perbandingan Nilai Deviasi <i>Makespan</i> pada metode Algoritma Heuristik Pour, FCFS dan metode <i>Simulated Annealing</i>	38
4.3	Pembahasan	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA		43
LAMPIRAN.....		45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Posisi Penelitian	10
Tabel 3.1 Kombinasi N job M Mesin dengan proses random untuk <i>Flow Shop</i> ..	24
Tabel 4.1 Makespan Metode <i>Simulated Annealing</i>	30
Tabel 4.2 Perbandingan <i>makespan</i> rata-rata pada metode <i>Pour</i> , FCFS dan <i>Simulated Annealing</i>	35
Tabel 4.3 Perbandingan <i>Run Time</i> pada metode <i>Pour</i> , FCFS, dan <i>Simulated Annealing</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur Penjadwalan <i>Flow Shop</i>	17
Gambar 2.2 Alur Penjadwalan <i>Job Shop</i>	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1 <i>Makespan</i> Metode <i>Simulated Annealing</i>	35
Gambar 4.2 Perbandingan <i>Makespan</i> Rata-rata antara metode <i>Pour</i> , FCFS, dan <i>Simulated Annealing</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data waktu proses 300 <i>run</i>	46
Lampiran 2 <i>Flow Chart</i> Metode Metaheuristik <i>Simulated Annealing</i>	54
Lampiran 3 <i>Coding</i> / Program MATLAB Metode <i>Simulated Annealing</i>	55



PENJADWALAN *FLOW SHOP* N *JOB* M *MACHINE* DENGAN METODE METAHEURISTIK *SIMULATED ANNEALING*

Muhammad Aldien Imanullah

12660035

Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang penjadwalan *flow shop* n *job* m mesin dengan pendekatan metode *Metaheuristik Simulated Annealing* (SA). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui performansi dari metode *metaheuristik Simulated Annealing* dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan *flow shop*. Dalam penelitian ini data waktu proses yang digunakan merupakan data *random* yang dibangkitkan oleh komputer dengan *software* MATLAB 8.1. Kombinasi jumlah *job* dan mesin yaitu 4 *job* dan 2 *machine*. Penelitian ini melakukan dengan tahap perhitungan dengan metode *Simulated Annealing*. Parameter yang digunakan yaitu *Efficiency Index* (EI), *Relative Error* (RE), *run time*, dan *makespan* rata-rata. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa nilai yang didapat dari metode *Simulated Annealing* pada parameter yang digunakan seperti nilai *Efficiency Index* (EI) didapat dengan hasil 0,90770. Pada nilai *Relative Error* (RE) didapat dengan hasil 10,16% dengan *run time* 0,0023 detik. *Makespan* rata-rata yang didapat pada metode *Simulated Annealing* ini adalah sebesar 33,81 *time unit*. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa metode *metaheuristik Simulated Annealing* memiliki performansi yang baik dalam permasalahan penjadwalan *flow shop* dengan *run time* yang paling cepat dibandingkan dengan metode yang lainnya.

Kata kunci : *Penjadwalan, flow shop, Simulated Annealing, run time, efficiency index, relative error, makespan rata-rata*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses produksi merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam kegiatan di dunia perindustrian khususnya di dalam industri manufaktur. Proses produksi inilah yang dapat menghasilkan barang dan jasa. Pada proses produksi inilah terdapat berbagai macam kegiatan seperti proses perencanaan produksi, penentuan kualitas, penjadwalan kegiatan produksi, sampai pengolahan limbah yang dihasilkan selama proses produksi berlangsung. Semua proses produksi tersebut sangat penting, salah satunya adalah penjadwalan kegiatan produksi.

Pada umumnya salah satu tujuan adanya perindustrian adalah untuk membuat produk yang sesuai dengan permintaan konsumen. Salah satu permintaan konsumen adalah dalam hal ketepatan waktu penerimaan barang / produk. Penjadwalan produksi ialah salah satu solusi terkait ketepatan waktu, agar bisa memutuskan pekerjaan mana yang akan dilakukan untuk para konsumen. Menurut Baker (1974) penjadwalan (*schedulling*) didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber untuk memilih sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu.

Dalam penjadwalan produksi memiliki 2 jenis persoalan. Pertama penjadwalan produksi *flowshop*, kedua penjadwalan produksi *jobshop*. Penjadwalan *jobshop* adalah proses pengurutan (*squencing*) pekerjaan untuk

lintas produk yang tidak beraturan (tata letak berdasarkan proses). Pada pola ini setiap pekerjaan mempunyai pola aliran proses yang lebih spesifik, dan sangat mungkin berbeda untuk setiap pekerjaan. Akibat pekerjaan yang tidak searah ini, maka setiap pekerjaan yang akan diproses pada suatu mesin dapat menjadi pekerjaan baru. Secara umum pekerjaan ini dikenal dengan penjadwalan n pekerjaan m mesin.

Banyak penelitian mengenai studi komputasi untuk menentukan performansi dari berbagai metode penjadwalan baik dari yang metode heuristik maupun yang metaheuristik untuk membandingkan performansi dari beberapa metode penjadwalan tersebut. Dari penelitian studi komputasi yang telah dilakukan kemudian didapatkan metode penjadwalan terbaik sesuai dengan parameter performansi yang telah ditentukan awal penelitian.

Krisnanti et al. (2012) dalam penelitiannya menyatakan bahwa algoritma genetika merupakan algoritma metaheuristik terbaik dibandingkan dengan algoritma yang lain berdasarkan nilai minimasi *makespan*.

Berdasarkan gambaran diatas maka dalam penelitian tugas akhir ini akan dilakukan penelitian studi komputasi. Studi komputasi dilakukan untuk membandingkan dan mengetahui performansi dari metode meta heuristik *Simulated Annealing* dalam menentukan penjadwalan *flow shop n job m machine* untuk meminimalkan *makespan*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data *random* yang dibangkitkan oleh komputer sebagai data penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

Bagaimana performansi metode metaheuristik *Simulated Annealing* dalam penjadwalan *flow shop* n *job* m *machine* untuk meminimalkan nilai *makespan*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui performansi metode metaheuristik *Simulated Annealing* dalam penjadwalan *flow shop* n *job* m *machine* untuk meminimalkan *makespan*.
2. Mengetahui metode metaheuristik terbaik untuk penjadwalan *flow shop* n *job* m *machine* dalam meminimalkan *makespan*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui metode meta heuristik terbaik dalam penjadwalan *flow shop* n *job* m mesin untuk meminimalkan *makespan*.
2. Memberikan usulan penjadwalan terbaik dengan metode yang lebih baik terhadap perusahaan yang menggunakan penjadwalan *flow shop*.

1.5 Batasan Masalah dan Asumsi

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah yang dimaksudkan agar penelitian tidak melebar. Adapun batasan dalam masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.5.1. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Data penelitian berupa waktu proses tiap *job* pada mesin dibangkitkan oleh komputer secara *random* dengan menggunakan *software* Matlab 8.1 (R2013a).
2. Pada penelitian ini dibatasi untuk permasalahan skala kecil.
3. Studi komputasi dalam penelitian dilakukan dengan membuat program (*Coding*) penjadwalan dengan menggunakan *software* Matlab 8.1 (R2013a).

1.5.2. Asumsi

Asumsi – asumsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Waktu *set – up* mesin untuk setiap operasi dan mesin dimasukkan dalam waktu proses.
2. Waktu transportasi diabaikan.
3. Satu mesin hanya dapat memproses satu pekerjaan.

4. Semua mesin tersedia dalam kondisi baik atau dapat beroperasi dengan normal, mengabaikan terjadinya *breakdown* dan *rework*.
5. Fungsi tujuan yang ingin diperoleh yaitu meminimalkan *makespan*.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan asumsi, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi beberapa penelitian terdahulu untuk melihat perbandingan tujuan, metode dan hasil analisa. Bab ini juga mencakup segala hal yang dapat dijadikan dasar bagi tema penelitian. Seperti beberapa definisi dalam penjadwalan, kriteria dalam penjadwalan, jenis-jenis penjadwalan, penjadwalan *flow shop*, penjadwalan *job shop*, penjadwalan produksi dengan metode *Simulated Annealing*. Kemudian dijadikan landasan untuk melakukan kegiatan penelitian tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metodologi penelitian yang dilakukan dalam mealakukan performansi penjadwalan *flow shop* dengan metode *Simulated Annealing*. Pada bab ini memnentukan jumlah *job* dan *machine*, interval data waktu proses, *number of run* dalam penelitian, parameter-parameter yang digunakan dalam metode *Simulated Annealing*, serta diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dari penelitian yaitu berupa hasil perhitungan *makespan* dari metode *Simulated Annealing* yang ditampilkan pada tabel grafik, hasil perhitungan parameter performansi *efficiency index* (EI) dan *relative error* (RE), serta *run time* rata-rata metode *Simulated Annealing*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan terhadap metode *Simulated Annealing* berdasarkan hasil dari nilai *makespan* rata-rata, parameter performansi EI dan RE, serta *run time* rata-rata. Bab ini juga menyajikan saran bagi peneliti berikutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai *Efficiency Index (EI)* pada metode *Simulated Annealing* adalah 0,90770 dan performansi tersebut baik dalam penjadwalan *flow shop*.
2. Nilai *Relative Error (RE)* metode *Simulated Annealing* adalah 10,16% menunjukkan bahwa penggunaan metode *Simulated Annealing* cukup baik dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan *flow shop* dalam meminimasi *makespan* .
3. Dalam penelitian ini metode *Simulated Annealing* memiliki performansi yang cukup baik dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan *flow shop* dengan *run time* yang cukup cepat dari metode yang lainnya dengan waktu *run time* rata-rata 0,0023 detik .

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam dalam menggunakan metode metaheuristik khususnya metode *Simulated Annealing* dalam menyelesaikan kasus penjadwalan *flow shop* khususnya dengan skala yang lebih besar.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan investigasi dan eksperimen metode metaheuristik yang lain seperti Algoritma genetika, Algoritma koloni semut, dan lain-lain untuk mendapatkan metode yang lebih baik dalam permasalahan penjadwalan khususnya pada permasalahan penjadwalan *flow shop*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agam, H. Fariza, A. dan Prasetyaningrum, I., 2016. *Penerapan Metode Simulated Annealing Untuk Penjadwalan Job Shop Pada Mesin Pabrik*. D-3 Teknik Informatika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- Amin, Faisal., 2014. *Perancangan Aplikasi Penjadwalan Job Shop Dengan Menggunakan Algoritma Simulated Annealing*. Medan. Pelita Informatika Budi Dharma, Vol. VIII, No. 3.
- Baker, K.R. dan Trietsch, D., 2009. *Principles of Sequencing and Scheduling*. Canada : John Willey and Son
- Bedworth, D.D. 1987, *Integrated Production Control Systems, Management, Analysis, Design 2/E*, John Wiley & Sons, New York.
- Ginting, R., 2009. *Perancangan Produk*. Medan : Graha Ilmu..
- Heizer, J. dan Render, B., 2010. *Manajemen Operasi*. Jakarta : Salemba Empat.
- Kuncoro, C., 2013. *Penjadwalan Produksi Kertas Menggunakan Algoritma Pour dan Algoritma NEH di PT. Kertas Leces Probolinggo*. S-1. Matematika, Universitas Jember.
- Kusuma, H., 2009. *Perancangan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Modrak, V. dan Pandian, R.S., 2010. *Flow Shop Scheduling Algorithm to Minimize Completion Time For n Job m Machine Problem*. Technical Gazette, Vol. 17, pp. 273-278.

- Nasution, A. H. dan Prasetyawan, Y., 2008. *Perancangan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Novriansyah, R., 2013. *Peningkatan Perencanaan Penjadwalan Produksi dengan Metode Campbell Dudek and Smith*. S-1. Teknik Industri, Universitas Bina Darma Palembang.
- Pour, H. D., 2001. *A New Heuristic for n-Job m-Machine Flowshop Problem*. Production Planning Control, Vol. 12, No. 7, 648-653.
- Irsyad, Abdul Latief., 2015. *Penjadwalan Flowshop N Job M Mesin Dengan Metode First Come First Serve(FCFS), Earliest Due Date(EDD), dan Algoritma Heuristik Pour*. S-1 Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

LAMPIRAN



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Lampiran 1 Data waktu proses 300 run

<i>Number of run</i>					
1-50	50-100	101-150	151-200	201-250	251-300
Data = 2 3 5 3 9 3 2 7	Data = 4 2 10 2 8 4 2 6	Data = 6 3 2 8 8 2 6 10	Data = 10 3 7 9 9 5 2 10	Data = 7 3 4 2 8 4 7 3	Data = 8 6 7 7 10 2 9 6
Data = 4 6 3 10 2 6 8 5	Data = 6 2 8 3 7 5 6 4	Data = 3 5 3 4 7 2 2 2	Data = 8 3 8 3 5 5 3 9	Data = 2 8 9 6 3 4 2 5	Data = 6 9 9 7 9 2 6 3
Data = 9 9 6 2 3 8 8 5	Data = 8 6 4 10 7 9 10 10	Data = 5 8 9 9 9 8 2 10	Data = 6 6 9 5 6 10 6 2	Data = 2 7 10 3 9 7 4 4	Data = 6 10 2 4 4 4 4 5
Data = 9 4 6 3 8 3 5 8	Data = 3 3 9 8 10 8 3 7	Data = 7 5 8 2 5 8 9 10	Data = 4 10 2 6 8 5 7 3	Data = 7 9 9 3 7 9 10 3	Data = 9 4 3 5 6 9 6 8
Data = 4 5 6 9 3 9 8 7	Data = 8 5 7 3 9 2 4 2	Data = 3 9 5 5 2 4 6 5	Data = 7 5 8 8 5 9 2 10	Data = 7 5 8 6 8 7 5 3	Data = 9 2 6 5 9 5 3 6
Data = 8 5 8 5 2 3 6 8	Data = 9 4 5 9 6 7 10 10	Data = 8 6 7 7 10 2 9 6	Data = 9 3 5 10 7 7 8 7	Data = 2 2 9 3 6 5 3 5	Data = 10 6 5 3 4 6 7 6

Data = 8 3 8 6 6 8 6 10	Data = 6 3 10 6 5 5 6 7	Data = 6 9 9 7 9 2 6 3	Data = 4 7 6 5 10 7 5 8	Data = 2 4 10 3 3 10 5 4	Data = 9 7 9 7 9 2 7 3
Data = 4 9 4 10 9 4 4 4	Data = 8 7 10 10 3 2 3 9	Data = 6 10 2 4 4 4 4 5	Data = 5 5 5 5 7 7 9 7	Data = 8 3 5 6 5 7 6 2	Data = 5 5 7 2 4 7 9 7
Data = 2 9 2 3 7 3 3 10	Data = 2 4 6 10 3 3 8 6	Data = 9 4 3 5 6 9 6 8	Data = 8 3 6 8 8 10 6 9	Data = 9 2 9 9 8 3 6 6	Data = 3 3 2 2 10 7 4 6
Data = 5 5 5 7 4 3 5 2	Data = 10 6 10 3 5 3 5 6	Data = 9 2 6 5 9 5 3 6	Data = 8 5 6 3 3 7 7 9	Data = 7 6 7 8 7 6 8 7	Data = 2 5 7 4 5 10 2 7
Data = 6 3 9 9 10 4 4 7	Data = 8 9 5 7 5 4 4 10	Data = 10 6 5 3 4 6 7 6	Data = 8 5 10 6 10 4 2 7	Data = 5 7 6 10 6 5 7 4	Data = 9 10 7 2 9 6 5 6
Data = 10 3 7 9 9 5 2 10	Data = 7 3 4 2 8 4 7 3	Data = 9 7 9 7 9 2 7 3	Data = 2 8 7 8 8 5 10 7	Data = 10 3 9 4 4 9 7 8	Data = 4 9 5 3 2 3 6 2
Data = 8 3 8 3	Data = 2 8 9 6	Data = 5 5 7 2	Data = 9 7 2 4	Data = 2 4 7 2	Data = 9 10 3 3

5 5 3 9	3 4 2 5	4 7 9 7	10 9 10 6	6 6 10 10	9 2 6 5
Data = 6 6 9 5 6 10 6 2	Data = 2 7 10 3 9 7 4 4	Data = 3 3 2 2 10 7 4 6	Data = 8 6 5 4 10 9 2 5	Data = 10 2 7 2 7 6 8 2	Data = 5 10 5 8 5 10 5 3
Data = 4 10 2 6 8 5 7 3	Data = 7 9 9 3 7 9 10 3	Data = 2 5 7 4 5 10 2 7	Data = 8 5 2 7 5 7 6 3	Data = 6 2 3 10 9 8 7 10	Data = 8 7 5 5 6 9 2 9
Data = 7 5 8 8 5 9 2 10	Data = 2 2 9 3 6 5 3 5	Data = 9 10 7 2 9 6 5 6	Data = 10 8 8 3 9 4 9 7	Data = 8 7 5 8 4 9 6 6	Data = 5 6 4 5 5 8 10 5
Data = 9 3 5 10 7 7 8 7	Data = 10 4 6 7 9 5 7 10	Data = 4 9 5 3 2 3 6 2	Data = 6 5 2 6 2 10 4 7	Data = 9 7 6 8 3 10 7 8	Data = 10 6 3 2 5 8 10 2
Data = 4 7 6 5 10 7 5 8	Data = 2 4 10 3 3 10 5 4	Data = 9 10 3 3 9 2 6 5	Data = 4 9 6 10 7 7 3 2	Data = 8 7 9 9 10 6 6 6	Data = 7 8 10 10 5 3 8 7
Data = 5 5 5 5 7 7 9 7	Data = 8 3 5 6 5 7 6 2	Data = 5 10 5 8 5 10 5 3	Data = 9 5 7 5 8 3 2 9	Data = 3 3 3 6 3 9 2 4	Data = 10 5 4 6 6 8 7 3

Data = 8 3 6 8 8 10 6 9	Data = 9 2 9 9 8 3 6 6	Data = 8 7 5 5 6 9 2 9	Data = 9 9 6 8 10 5 3 7	Data = 4 6 10 7 2 4 7 4	Data = 2 6 5 3 8 6 10 10
Data = 8 5 6 3 3 7 7 9	Data = 2 4 4 9 9 6 9 7	Data = 5 6 4 5 5 8 10 5	Data = 10 3 7 6 4 5 5 6	Data = 5 5 4 7 8 3 10 3	Data = 5 3 4 8 8 4 4 6
Data = 8 5 10 6 10 4 2 7	Data = 7 6 7 8 7 6 8 7	Data = 10 6 3 2 5 8 10 2	Data = 7 3 2 7 4 4 7 7	Data = 4 4 7 6 6 6 10 9	Data = 9 10 9 5 8 3 8 8
Data = 2 8 7 8 8 5 10 7	Data = 10 3 9 4 4 9 7 8	Data = 7 8 10 10 5 3 8 7	Data = 6 5 6 5 6 4 10 5	Data = 3 8 10 10 10 9 2 10	Data = 10 2 3 7 2 10 6 6
Data = 9 7 2 4 10 9 10 6	Data = 2 4 7 2 6 6 10 10	Data = 10 10 4 8 7 6 6 2	Data = 4 4 5 3 6 5 8 6	Data = 3 7 8 7 10 2 5 10	Data = 2 9 8 5 8 4 7 5
Data = 8 6 5 4 10 9 2 5	Data = 10 2 7 2 7 6 8 2	Data = 9 10 6 8 7 3 9 5	Data = 2 4 7 8 8 9 4 10	Data = 10 7 8 4 5 9 8 3	Data = 8 8 3 10 9 5 6 8
Data = 8 5 2 7 5 7	Data = 8 5 2 7 5 7	Data = 10 2 10 5 5 9	Data = 6 9 10 3 6 5	Data = 4 10 2 9 5 4	Data = 7 10 8 7 2 9

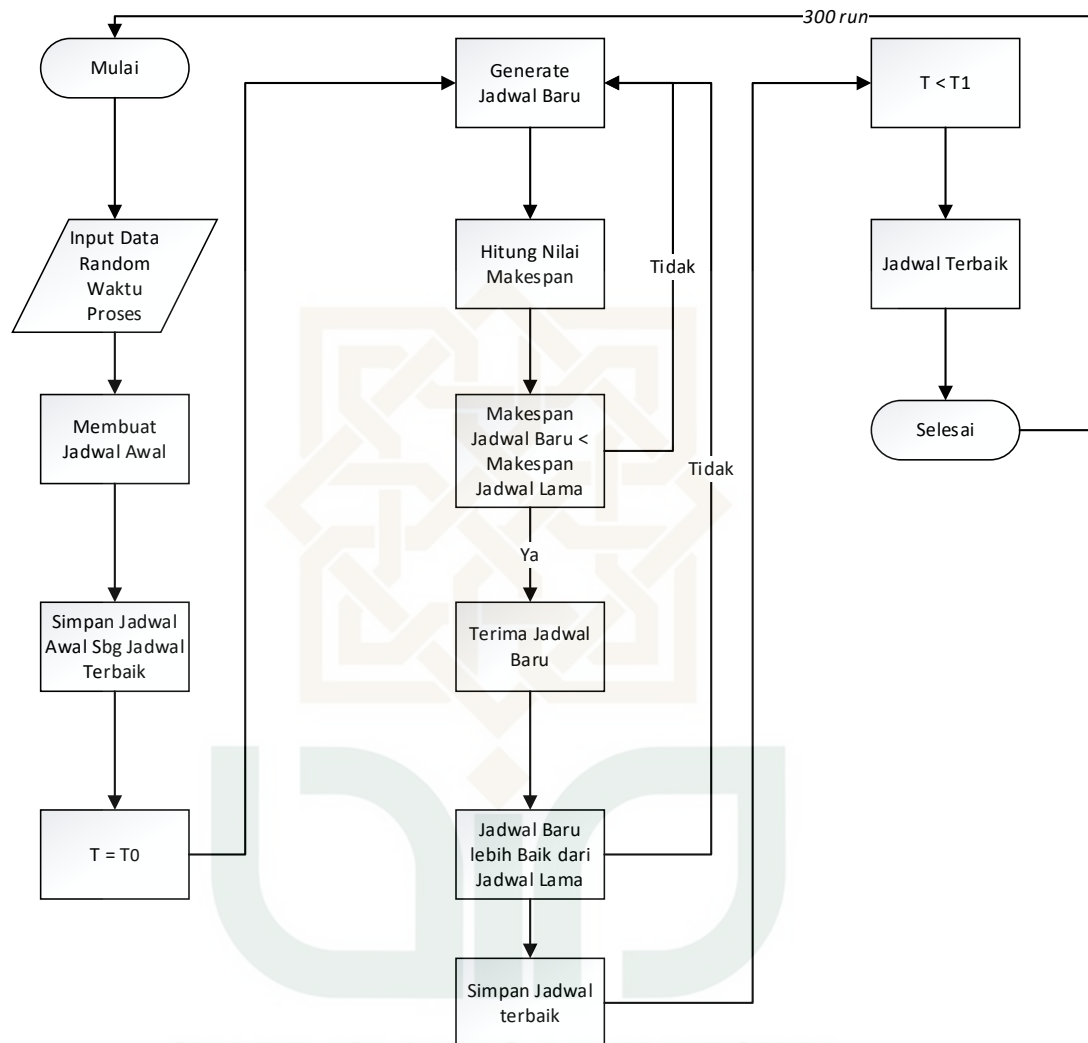
6 3	6 3	10 2	9 6	4 2	7 2
Data = 10 8 8 3 9 4 9 7	Data = 8 7 5 8 4 9 6 6	Data = 3 4 3 3 3 2 7 8	Data = 8 2 7 5 6 5 6 4	Data = 2 7 7 4 8 3 9 7	Data = 8 2 7 5 6 5 6 4
Data = 6 5 2 6 2 10 4 7	Data = 9 7 6 8 3 10 7 8	Data = 6 9 10 6 6 3 5 8	Data = 9 2 8 7 10 9 7 10	Data = 10 4 9 6 10 3 4 3	Data = 5 4 3 10 2 10 2 6
Data = 4 9 6 10 7 7 3 2	Data = 8 7 9 9 10 6 6 6	Data = 9 9 2 6 8 8 5 5	Data = 3 8 8 4 6 6 10 3	Data = 3 8 7 4 2 4 4 8	Data = 10 10 8 3 4 8 9 4
Data = 9 5 7 5 8 3 2 9	Data = 3 3 3 6 3 9 2 4	Data = 4 4 3 6 3 3 8 8	Data = 10 10 5 4 2 4 8 10	Data = 10 3 3 10 2 3 3 7	Data = 7 7 6 4 10 6 4 6
Data = 9 9 6 8 10 5 3 7	Data = 4 6 10 7 2 4 7 4	Data = 5 6 9 10 9 9 7 7	Data = 3 3 10 6 8 2 9 9	Data = 4 10 3 4 8 8 6 10	Data = 8 5 4 5 8 10 9 9
Data = 10 3 7 6 4 5 5 6	Data = 5 5 4 7 8 3 10 3	Data = 9 5 7 6 5 8 4 4	Data = 7 5 4 2 5 3 9 2	Data = 7 8 9 3 8 10 5 3	Data = 8 4 4 10 9 5 10 2
Data =	Data =	Data =	Data =	Data =	Data =

7 3 2 7 4 4 7 7	4 4 7 6 6 6 10 9	9 6 7 6 5 8 8 7	7 8 3 5 6 9 3 2	8 4 7 10 3 10 2 4	4 3 8 10 6 5 2 3
Data = 6 5 6 5 6 4 10 5	Data = 3 8 10 10 10 9 2 10	Data = 9 3 10 10 6 4 9 4	Data = 7 2 10 2 4 4 9 10	Data = 10 5 8 3 2 3 7 2	Data = 2 2 7 10 8 8 2 7
Data = 2 2 7 10 8 8 2 7	Data = 2 2 7 10 8 8 2 7	Data = 9 10 8 3 3 4 2 7	Data = 2 6 4 4 10 8 3 10	Data = 2 5 9 8 2 10 9 3	Data = 8 7 10 10 6 2 8 10
Data = 10 9 7 8 6 8 9 9	Data = 10 7 8 4 5 9 8 3	Data = 4 7 6 5 2 6 10 5	Data = 8 2 7 4 3 9 2 10	Data = 3 2 4 9 2 10 5 2	Data = 3 2 10 6 7 9 6 4
Data = 4 2 3 5 10 8 3 10	Data = 4 10 2 9 5 4 4 2	Data = 5 6 4 7 7 3 8 5	Data = 2 4 9 9 7 4 7 8	Data = 7 4 3 5 4 3 3 4	Data = 8 8 4 7 8 10 8 3
Data = 7 2 3 5 4 7 4 2	Data = 2 7 7 4 8 3 9 7	Data = 9 9 8 2 6 7 7 2	Data = 7 7 3 3 7 7 7 3	Data = 10 2 5 3 6 9 2 9	Data = 3 3 9 7 2 4 6 2
Data = 3 3 9 7 2 4 6 2	Data = 10 4 9 6 10 3 4 3	Data = 5 8 4 10 9 10 2 9	Data = 6 9 7 2 8 4 8 9	Data = 8 9 6 10 4 5 7 5	Data = 6 10 9 3 7 9 2 7

Data = 3 8 8 4 6 6 10 3	Data = 3 8 7 4 2 4 4 8	Data = 5 4 6 10 3 8 7 5	Data = 4 2 10 2 8 4 2 6	Data = 3 6 10 6 8 4 9 2	Data = 9 6 3 8 7 3 3 6
Data = 10 10 5 4 2 4 8 10	Data = 10 3 3 10 2 3 3 7	Data = 8 8 4 3 5 9 10 7	Data = 6 2 8 3 7 5 6 4	Data = 4 2 3 5 10 8 3 10	Data = 2 4 7 2 7 5 4 8
Data = 3 3 10 6 8 2 9 9	Data = 4 10 3 4 8 8 6 10	Data = 3 5 3 7 7 6 7 2	Data = 8 6 4 10 7 9 10 10	Data = 7 2 3 5 4 7 4 2	Data = 7 8 5 9 3 8 6 10
Data = 7 5 4 2 5 3 9 2	Data = 7 8 9 3 8 10 5 3	Data = 2 8 4 2 2 2 5 7	Data = 3 3 9 8 10 8 3 7	Data = 8 4 10 3 8 4 9 8	Data = 9 7 6 10 10 2 2 4
Data = 7 8 3 5 6 9 3 2	Data = 8 4 7 10 3 10 2 4	Data = 7 7 2 2 2 5 3 7	Data = 8 5 7 3 9 2 4 2	Data = 10 9 7 8 6 8 9 9	Data = 8 6 7 10 2 8 9 7
Data = 7 2 10 2 4 4 9 10	Data = 10 5 8 3 2 3 7 2	Data = 8 5 8 5 2 3 6 8	Data = 9 4 5 9 6 7 10 10	Data = 10 4 6 7 9 5 7 10	Data = 10 4 3 6 3 5 8 2
Data = 2 6	Data = 2 5	Data = 8 3	Data = 6 3	Data = 6 3	Data = 5 5

4 4 10 8 3 10	9 8 2 10 9 3	8 6 6 8 6 10	10 6 5 5 6 7	2 8 8 2 6 10	4 4 10 2 10 4
Data = 8 2 7 4 3 9 2 10	Data = 3 2 4 9 2 10 5 2	Data = 4 9 4 10 9 4 4 4	Data = 8 7 10 10 3 2 3 9	Data = 3 5 3 4 7 2 2 2	Data = 10 8 4 3 7 5 3 9
Data = 2 4 9 9 7 4 7 8	Data = 7 4 3 5 4 3 3 4	Data = 2 9 2 3 7 3 3 10	Data = 2 4 6 10 3 3 8 6	Data = 5 8 9 9 9 8 2 10	Data = 9 7 9 3 4 3 10 9
Data = 7 7 3 3 7 7 7 3	Data = 10 2 5 3 6 9 2 9	Data = 5 5 5 7 4 3 5 2	Data = 10 6 10 3 5 3 5 6	Data = 7 5 8 2 5 8 9 10	Data = 10 6 7 7 5 4 4 6
Data = 6 9 7 2 8 4 8 9	Data = 3 6 10 6 8 4 9 2	Data = 6 3 9 9 10 4 4 7	Data = 8 9 5 7 5 4 4 10	Data = 3 9 5 5 2 4 6 5	Data = 6 3 2 8 8 3 2 4

Lampiran 2 Flow Chart Metode Metaheuristik Simulated Annealing



Lampiran 3 Coding / Program MATLAB Metode Simulated Annealing

```

Coding Matlab Penjadwalan Flowshop N job M Machine SA

% Program Penyelesaian Penjadwalan Flow Shop
% Metode Simulated Annealing

clear;

clc;

% input data random waktu proses
data=[...
    6    3
    2    8
    8    3
    2    4
];

[J, M]=size(data);
Data_diambil=data;
Data_baru=[];
urutan=[];
for i1=1:J;
end;

% Tentukan Temperatur awal
Emax = 0;
for s=1:20,
    Een = data(randperm(M));
    if Een > Emax,
        Emax = Een;
    end;
end;

% Inisialisasi
T      = 2*Emax;
TAwal  = T;
suc    = 1;
Indeks = [1:M];
decT   = 0.95;
nRep   = 3;
nSuc   = 3;

% Mulai Iterasi
while suc>0,
    max_rep = nRep*M;
    max_suc = nSuc*M;
    suc = 0;
    ii = Indeks;
    min_Een = data(Indeks);
    for rep=1:max_rep,
        n = sort(ceil(M*rand(1,2)));
        ib = Indeks(1:n(1)-1);
    end;
end;

```



```

is = Indeks(n(1):n(2));
ia = Indeks(n(2)+1:M);
rd = rand;
if rd < 0.5,
    im = [ib,fliplr(is),ia]
else
    ir = [ib,ia];
    Een = length(ir);
    n = ceil(Een*rand);
    im = [ir(1:n),is,is(n+1:Een)];
end;
Een = data(im);
if Een < min_Een,
    min_Een = Een;
    ii = im;
    if min_Een < MinC,
        MinC = min_Een;
        Posisi = im;
    end;
else
    rd = rand;
    ep = exp(-1*(Een-min_Een)/T);
    if rd < ep;
        ii = im;
    end;
end;
if suc == max_suc,
    Indeks = Posisi;
    break;
end;
end;
Indeks = ii;
T = decT*T;
end;
JadwalTerpilih = Indeks
Temperaturakhir = T
% Menghitung Makespan
[J, M]=size(data);
Data_diambil=data;
for i1=1:M
    S(1,1)=0;
    if i1==1
        S(1,1)=0;
        for it=2:J
            S(it,1)=S(it-1,1)+Data_diambil(it-1,1);
        end
        E(1:J-1,1)=S(2:J,1);
        E(J,1)=S(J,1)+Data_diambil(J,1);
    else
        for i2=1:J
            if i2==1
                S(i2,i1)=E(i2,i1-1);
                E(i2,i1)=S(i2,i1)+Data_diambil(i2,i1);
            else
                S(i2,i1)=max(E(i2,i1-1),E(i2-1,i1));
                E(i2,i1)=S(i2,i1)+Data_diambil(i2,i1);
            end
        end
    end
end

```

```
        end
      end
    end
  end
  % Menampilkan Hasil Makespan
  Makespan=E(J,M)
```



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Aldien Imanullah

NIM : 12660035

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa skripsi saya yang berjudul: **“Penjadwalan Flow Shop N Job M Machine dengan metode Metaheuristik Simulated Annealing”** Adalah asli dari penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain, kecuali bagian tertentu yang saya ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 18 Desember 2017

Yang menyatakan



Muhammad Aldien I
NIM. 12660035

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : B- 99/Un.02/D.ST/PP.05.3/01/2018

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Penjadwalan *Flow Shop N Job M Machine* dengan Metode *Metaheuristik Simulated Annealing*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Muhammad Aldien Imanullah
NIM : 12660035
Telah dimunaqasyahkan pada : 27 Desember 2017
Nilai Munaqasyah : B +

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Dwi Agustina Kurniawati, S.T.M.Eng
NIP.19790806 200604 2 001

Penguji I

Kifayah Amar, S.T, M.Sc, Ph.D
NIP.19740621 200604 2 001

Penguji II

Syaeful Arief, M.T

Yogyakarta, 9 Januari 2018
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Murtono, M.Si
NIP. 19691212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Muhammad Aldien Imanullah
NIM : 12660035
Judul Skripsi : Penjadwalan Flow Shop N Job M Machine dengan metode Metaheuristik Simulated Annealing

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, Desember 2017

Pembimbing

Dwi Agustina Kurniawati, M.Eng

NIP. 19790806 200604 2 001