

**PENJADWALAN *FLOW SHOP* MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN *CROSS ENTROPY-GENETIC ALGORITHM*  
UNTUK MEMINIMASI *MAKESPAN* DI PT. SATRIA GRAHA  
SEMPURNA**

**SKRIPSI**



**Oleh:**

**ARNAN JINAWI**  
**NPM. 1632010061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2021**

**PENJADWALAN *FLOW SHOP* MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN *CROSS ENTROPY-GENETIC ALGORITHM*  
UNTUK MEMINIMASI *MAKESPAN* DI PT. SATRIA GRAHA  
SEMPURNA**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Industri**



**Oleh:**

**ARNAN JINAWI**  
**NPM. 1632010061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PENJADWALAN *FLOW SHOP* MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN *CROSS ENTROPY-GENETIC ALGORITHM*  
UNTUK MEMINIMASI *MAKESPAN* DI PT. SATRIA GRAHA  
SEMPURNA**

Disusun oleh:

**ARNAN JINAWI**

**1632010061**

Telah Melaksanakan Ujian Lisan

Surabaya, 8 Mei 2021

Dosen Pembimbing

  
**Ir. Budi Santoso, MMT.**  
**NIP. 19561205 198703 1 001**

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
UPN "Veteran" Jawa Timur

  
**Dr. Dra. Jariyah, MP**  
**NIP. 19650403 199103 2 001**





## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Arnan Jinawi  
NPM : 1632010061  
Program Studi : Teknik Industri  
Alamat : Sidoarjo Indah Permai F8 RT11 RW03, Kemiri, Kec. Sidoarjo,  
Kab. Sidoarjo, Jawa Timur.  
No. HP : 082335647465  
Alamat e-mail : [arnanjinawi@gmail.com](mailto:arnanjinawi@gmail.com)

Dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan skripsi saya dengan judul :

"PENJADWALAN FLOW SHOP DENGAN MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN CROSS ENTROPY-GENETIC ALGORITHM UNTUK  
MEMINIMASI MAKESPAN DI PT. SATRIA GRAHA SEMPURNA"

Adalah benar penelitian saya sendiri atau bukan plagiat hasil penelitian orang lain, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan saya ajukan sebagai persyaratan kelulusan program sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 24 Mei 2021

Mengetahui,  
Koorprogdi Teknik Industri

Yang membuat pernyataan

Dr. Dira Ernawati, ST., MT.  
NPT. 3 7806 04 0200 1



Arnan Jinawi  
NPM. 1632010061



## KETERANGAN REVISI

Mahasiswa dibawah ini:



Nama : Arnan Jinawi  
NPM : 1632010061  
Jurusan : ~~Teknik Kimia~~ / Teknik Industri / ~~Teknologi Pangan~~ /  
~~Teknik Sipil~~ / ~~Teknik Lingkungan~~

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi \*) ~~PRA RENCANA (DESIGN)~~ /  
~~SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Gelombang II, TA. 2020/2021  
dengan judul :

PENJADWALAN FLOW SHOP MENGGUNAKAN PENDEKATAN CROSS  
ENTROPY-GENETIC ALGORITHM UNTUK MEMINIMASI MAKESPAN DI  
PT. SATRIA GRAHA SEMPURNA.

Surabaya, 24 Mei 2021

Dosen Penguji yang memerintahkan Revisi :

1. Ir. M. T. Safirin, MT. ()
2. Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT. ()

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Budi Santoso, MMT.  
NIP. 19561205 198703 1 001



## KETERANGAN REVISI

Mahasiswa dibawah ini:



Nama : Arnan Jinawi  
NPM : 1632010061  
Jurusan : ~~Teknik Kimia~~ / Teknik Industri / ~~Teknologi Pangan~~ /  
~~Teknik Sipil~~ / ~~Teknik Lingkungan~~

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi \*) ~~PRA RENCANA (DESIGN)~~ /  
~~SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Gelombang II, TA. 2020/2021  
dengan judul :

PENJADWALAN FLOW SHOP MENGGUNAKAN PENDEKATAN CROSS  
ENTROPY-GENETIC ALGORITHM UNTUK MEMINIMASI MAKESPAN DI  
PT. SATRIA GRAHA SEMPURNA.

Surabaya, 24 Mei 2021

Dosen Penguji yang memerintahkan Revisi :

1. Ir. M. T. Safirin, MT. ()
2. Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT. ()

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Budi Santoso, MMT.  
NIP. 19561205 198703 1 001

## **ABSTRAK**

*Era pandemi ini memaksa seluruh lapisan masyarakat, khususnya pada sektor industri, untuk terus beradaptasi dengan keadaan. Salah satunya adalah PT. Satria Graha Sempurna yang bergerak pada industri packaging secara flow shop. Seperti halnya industri lainnya, pada perusahaan ini juga berlaku berbagai pembatasan jumlah karyawan yang mengakibatkan berubahnya waktu penjadwalan produksi. Untuk tetap menjalankan proses produksinya, perusahaan melakukan penyesuaian penjadwalan produksi dengan tujuan meminimasi total waktu makespan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan antara metode perusahaan secara LPT dengan metode CEGA. Metode CEGA digunakan untuk melakukan penjadwalan dengan cara mengurutkan prioritas job yang akan dikerjakan terlebih dahulu. Metode CEGA mampu memberikan nilai makespan yang lebih baik yaitu sebesar 129,621 jam atau berbeda sekitar 15,51% dari metode sebelumnya. Metode ini mampu menghemat 20,13 jam dari metode yang telah diterapkan oleh perusahaan. Metode CEGA dikerjakan dengan menggunakan Matlab untuk menunjang proses kalkulasi hasil optimal.*

**Kata Kunci:***Penjadwalan, Flow Shop, Cross Entropy-Genetic Algorithm*

## ABSTRACT

*Pandemic era is obviously forcing every elements of society, especially the industrial sectors, to adapt into the current situation. PT. Satria Graha Sempurna is one of it that operate the flow shop packaging industry. Such as the other industries, this industry had to restrict amount of employees that cause some certain change of the production schedule. To operate it's processess, this industry has to provide a schedule by the most minimum makespan. This research is done to compare a LPT method used by the industry and CEGA method. CEGA method used to sequence any job due to its priority to be done sequentially. CEGA provide better maksepan that is 129,621 hours or 15,51% different to the current method. This method would save 20,13 hours by the method used in prior method. CEGA method is ran with Matlab to support any optimal calculation done.*

**Keywords:** *Scheduling, Flow Shop, Cross Entropy-Genetic Algorithm*



## KATA PENGANTAR

Puji Tuhan, segala puji syukur kami haturkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segalarahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dengan judul “PENJADWALAN *FLOW SHOP* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *CROSS ENTROPY-GENETIC ALGORITHM* UNTUK MEMINIMASI *MAKESPAN* DI PT. SATRIA GRAHA SEMPURNA“.

Skripsi ini disusun guna mengikuti syarat kurikulum tingkat sarjana (S1) bagi setiap mahasiswa jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik UPN ”Veteran” Jawa Timur. Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih kurang sempurna, penulis menerima adanya kritik dan saran untuk membenahinya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak sekali bimbingan dan juga bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT. selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Dira Ernawati, ST., MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Ir. Budi Santoso, MMT. selaku dosen pembimbing Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

5. Bapak dan Ibu penguji yang membantu dalam pembenahan laporan skripsi saya ini serta bantuan-bantuan lainnya.
6. Semua dosen yang pernah mengajar dan membimbing saya dan juga staff UPN yang membantu saya dalam proses pencapaian Tugas Akhir ini.
7. Untuk kedua orang tua, saudara dan teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
8. Untuk teman-teman "Angkatan 2016" terima kasih atas segala kerjasama pada saat perkuliahan hingga di luar perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun yang dapat membantu penulis dimasa yang akan datang. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat sekaligus dapat menambah wawasan serta berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Sidoarjo, November 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK .....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Asumsi.....	5
1.5 Tujuan.....	6
1.6 Manfaat.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penjadwalan.....	9
2.1.1 Fungsi Penjadwalan Perusahaan.....	9
2.1.2 Penjadwalan <i>Flow Shop</i> .....	10
2.1.3 Tujuan Penjadwalan Produksi .....	12
2.1.4 Parameter Performansi .....	15
2.2 Gantt Chart .....	16
2.3 Metode Metaheuristik.....	18
2.3.1 <i>Cross Entropy</i> .....	19

2.3.2 <i>Genetic Algorithm</i> .....	20
2.3.3 <i>Cross Entropy-Genetic Algorithm</i> .....	25
2.4 Pengukuran Waktu Kerja .....	32
2.4.1 Pengukuran Waktu Kerja dengan Jam Henti ( <i>Stopwatch Time Study</i> ) .....	33
2.4.2 Uji Keseragaman Data dan Kecukupan Data .....	35
2.4.3 Penyesuaian Waktu dengan <i>Rating Performance</i> Kerja .....	37
2.4.4 Penetapan Waktu Longgar dan Waktu Baku.....	40
2.4.5 Penetapan Waktu Proses.....	45
2.5 Penelitian Terdahulu.....	45

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	48
3.2 Identifikasi dan Definisi Variabel .....	48
3.2.1 Variabel Terikat ( <i>Dependent</i> ).....	48
3.2.2 Variabel Bebas ( <i>Independent</i> ) .....	49
3.3 Langkah-Langkah Penelitian.....	50

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data.....	58
4.1.1 Data Perminataan.....	58
4.1.2 Informasi Produk .....	59
4.1.3 Urutan Operasi.....	60
4.1.4 Data Kapasitas Mesin .....	61
4.1.5 Data Waktu Kerja .....	61
4.2 Pengolahan Data.....	64

4.2.1 Uji Keseragaman Data.....	64
4.2.2 Uji Kecukupan Data .....	68
4.2.3 Perhitungan Waktu Kerja .....	70
4.2.4 Penjadwalan Perusahaan dengan Metode <i>Longest Processing Time</i> (LPT).....	77
4.2.5 Penjadwalan dengan Metode <i>Cross Entropy-Genetic Algorithm</i> (CEGA).....	79
4.3 Analisa dan Pembahasan .....	106

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	108
5.2 Saran .....	108

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram aliran informasi pada industri manufaktur .....	10
Gambar 2.2 Pola aliran <i>pure flowshop</i> .....	11
Gambar 2.3 Pola aliran <i>skip flowshop</i> .....	11
Gambar 2.4 Pola aliran <i>reentrant flowshop</i> .....	11
Gambar 2.5 Pola aliran <i>compound flowshop</i> .....	12
Gambar 2.6 Contoh Gantt <i>Chart</i> aliran <i>flowshop</i> .....	17
Gambar 2.7 Ilustrasi prosedur PMX ( <i>Partial Mapped Crossover</i> ).....	24
Gambar 2.8 <i>Flowchart</i> Algoritma CEGA.....	25
Gambar 2.9 Langkah sistematis dalam kegiatan pengukuran kerja dalam jam henti ( <i>stopwatch time study</i> ).....	34
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Penelitian .....	52
Gambar 4.1 Contoh produk pesanan.....	59
Gambar 4.2 Susunan lipatan kardus.....	59
Gambar 4.3 Susunan <i>flute</i> kardus.....	59
Gambar 4.4 Urutan Operasi Pekerjaan.....	60
Gambar 4.5 <i>Plotting</i> data Mesin-1 <i>Job-1</i> pada peta kontrol .....	66
Gambar 4.6 Gantt <i>Chart</i> penjadwalan LPT .....	79
Gambar 4.7 Langkah penyelesaian metode CEGA.....	80
Gambar 4.8 Ilustrasi prosedur PMX ( <i>Partial Mapped Crossover</i> ).....	90
Gambar 4.9 Ilustrasi mekanisme mutasi .....	100
Gambar 4.10 <i>Output</i> Matlab .....	104
Gambar 4.11 Waktu komputasi program.....	104

Gambar 4.12 Grafik kontur <i>output</i> .....	104
Gambar 4.13 Grafik kontur 3D <i>output</i> .....	105
Gambar 4.14 Gantt Chart penjadwalan CEGA.....	106

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penyesuaian Keterampilan Kerja <i>Westinghouse System</i> .....	39
Tabel 2.2 Faktor Kelonggaran ( <i>Allowance</i> ) .....	42
Tabel 4.1 Data Permintaan .....	58
Tabel 4.2 Data Kapasitas Mesin.....	61
Tabel 4.3 Data Waktu Pengamatan.....	62
Tabel 4.4 Uji Keseragaman Data Penelitian .....	67
Tabel 4.5 Uji Kecukupan Data Penelitian.....	69
Tabel 4.6 <i>Rating performance</i> pada Mesin-3-Job-1 menggunakan <i>Westinghouse System Rating</i> .....	71
Tabel 4.7 Perhitungan Waktu Normal .....	72
Tabel 4.8 Kelonggaran Pengerjaan <i>Job</i> .....	73
Tabel 4.9 Perhitungan Waktu Baku .....	74
Tabel 4.10 Perhitungan Waktu Proses .....	76
Tabel 4.11 <i>Input</i> Penjadwalan LPT.....	77
Tabel 4.12 Perhitungan <i>makespan</i> akhir LPT .....	78
Tabel 4.13 Pembangkitan Sampel Awal .....	82
Tabel 4.14 Perhitungan <i>makespan</i> kromosom Y1 .....	83
Tabel 4.15 Nilai <i>Makespan</i> Sampel Awal.....	84
Tabel 4.16 Pengurutan Berdasarkan <i>Makespan</i> Sampel .....	85
Tabel 4.17 Nilai <i>Linear Fitness Ranking</i> (LFR) .....	88
Tabel 4.18 Pemilihan Induk 2 .....	89
Tabel 4.19 Penentuan Induk <i>Crossover</i> .....	91

Tabel 4.20 Pemilihan Kromosom untuk <i>Crossover</i> .....	93
Tabel 4.21 Hasil <i>Crossover</i> .....	95
Tabel 4.22 Sampel Baru Hasil <i>Crossover</i> .....	97
Tabel 4.23 Pemilihan Sampel Mutasi .....	98
Tabel 4.24 Proses Mutasi .....	101
Tabel 4.25 Hasil Mutasi .....	101
Tabel 4.26 Sampel Baru Hasil Mutasi .....	102
Tabel 4.27 Nilai <i>Makespan</i> Sampel Baru .....	103
Tabel 4.28 Perhitungan <i>makespan</i> akhir CEGA .....	105

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Uji Keseragaman Data

Lampiran 2: Uji Kecukupan Data

Lampiran 3: Perhitungan Waktu Kerja

Lampiran 4: Perhitungan Makespan Sampel Awal

Lampiran 5: Perhitungan Linear Fitness Ranking

Lampiran 6: Perhitungan Pemilihan Sampel Induk 2

Lampiran 7: Perhitungan Makespan Sampel Baru

Lampiran 8: *Coding* Matlab

Lampiran 9: *Output* Matlab