

**PENJADWALAN PRODUKSI FLOWSHOP DENGAN METODE *IGNALL*
*SCHARGE DAN ALGORITMA NAWAZ ENSCORE AND HAM (NEH)***
DI CV. BESTONE INDONESIA

Diajukan Kepada Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri
Sunan Kalijaga Yogyakarta Untuk Memenuhi Sebagian
Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu Teknik Industri (S.T.)



Diajukan Oleh:

Muchammad Syafi'i Karim

11660036

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2015



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

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 Syafi'i Karim

NIM : 11660036

Judul Skripsi : Penjadwalan Produksi Flowshop Dengan Metode Ignall-Scharge dan Algoritma Nawaz Enscore Ham (NEH) di CV. Bestone Indonesia

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.

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 2 November 2015

Pembimbing

Dwi Agustina Kurniawati, S.T.M.Eng.

NIP. 19790806 200604 2 001



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/RO

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/3592/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Penjadwalan Produksi *Flowshop* dengan Metode *Ignall Schrage* dan Algoritma *Nawaz Enscore And Ham (NEH)* di CV Bestone Indonesia

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Muhammad Syaifi'i Karim
NIM : 11660036

Telah dimunaqasyahkan pada : 17 November 2015

Nilai Munaqasyah : A -

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

Taufiq Aji, M.T
NIP.19800715 200604 1 002

Penguji II

Syaeful Arief, M.T

Yogyakarta, 20 November 2015

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Dr. Maizer Said Nahdi, M.Si
NIP. 19550427 198403 2 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muchammad Syafi'i Karim

NIM : 11660036

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejurnya bahwa skripsi saya yang berjudul: "**PENJADWALAN PRODUKSI FLOWSHOP DENGAN METODE IGNALL-SCHARGE DAN ALGORITMA NAWAZ ENSCORE HAM (NEH) DI CV. BESTONE INDONESIA**" Adalah asli dari penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain, kecuali bagian tertentu yang penyusun ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penyusun.

Yogyakarta, 2 November 2015

Yang menyatakan



Muchammad Syafi'i Karim
NIM. 11660036

PERSEMBAHAN

Seluruh proses perkuliahan ini termasuk skripsi yang menjadi bagian sekelumit kecil dari kehidupan tentang kuliah, saya berikan kepada:

Pertama. Abi dan Umi' yang memberikan dukungan moril maupun materiil terhadap anaknya ini.

Kedua. Kakak dan Adik yang memberi motivasi tersendiri pada saya.

Ketiga. Kalian yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu karena seluruh entitas memberikan arti yang sangat berarti dalam proses saya (Keluarga AUTIZT).

Keempat. Semua teman dalam perjalanan diakhir perkuliahan ini.

Khoufiiyah – Mbaqo'

Kelima. ALHAMDULILLAH ASTAGHFIRULLAH

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah S.W.T atas limpahan rahmat, taufiq serta hidayahnya sehingga Tugas Akhir dengan judul **“Penjadwalan Produksi Flowshop Dengan Metode Ignall-Scharge Dan Algoritma Nawaz Enscore Ham (NEH) Di CV. Bestone Indonesia”** penulis dapat menyelesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Progam Studi Teknik Industri Faakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa terselesainya Tugas Akhir ini bukan merupakan hasil dari penulis seorang melainkan berkat dukungan dan do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Maizer Said Nahdi, M.si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Progam Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dwi Agustina Kurniawati, S.T.M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing serta memberi masukan bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Sugeng selaku pembimbing lapangan di CV. Bestone Indonesia Magelang beserta staff yang memberikan informasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Achmad Machrus dan Siti Rochah yang tidak henti-hentinya memberikan motivasi, nasehat, kasih sayang, dan do'a untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Nur Fatimatuzzahroh dan Tsaltsa Fathimah Zuhdiyanah yang selalu mendukung, memotivasi, mendo'akan supaya masnya cepat lulus dan ilmunya barokah.
7. Teman-teman Teknik Industri AUTIZT yang memberikan semua yang saya butuhkan dan semuanya teman Teknik Industri yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
8. Dan semua pihak yang telah ikut membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapatkan berkah dari Allah S.W.T dan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Penulis mohon maaf apabila masih banyak kekurangan dalam menyusun Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 2 November 2015

Penulis

Muchammad Syafi'i Karim
NIM. 11660036

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Masalah	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah dan Asumsi.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Posisi Penelitian	6
2.2. Penjadwalan	10

2.2.1. Pengertian Penjadwalan	10
2.2.2. Tujuan Penjadwalan	11
2.2.3. Klasifikasi Penjadwalan	12
2.2.4. Jenis Persoalan Penjadwalan.....	15
2.2.5. Metode Penjadwalan	17
2.2.6. Beberapa Definisi Dari Penjadwalan	17
2.3. Pengukuran Waktu	20
2.3.1. Metode Pengukuran Waktu.....	20
2.3.2. Perhitungan Statistik Tentang Pengukuran Waktu	20
2.3.3. Pengukuran Waktu Siklus Rata-Rata	22
2.4. Metode Penjadwalan n Job terhadap m Mesin Seri	29
2.4.1. Metode <i>Ignall-Scharge</i>	29
2.4.2. Metode Algoritma <i>Nawaz Enscore Ham</i> (NEH)	30

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian	33
3.2. Jenis Data	33
3.3. Metode Pengumpulan Data	34
3.4. Metode Analisis Data.....	35
3.5. Diagram Alir Penelitian	37

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Perusahaan.....	38
4.1.1. Sejarah Perusahaan.....	38
4.1.2. Struktur Organisasi	39

4.1.3. Proses Produksi	44
4.2. Pengumpulan Data	46
4.2.1. Objek Penelitian	46
4.2.2. Instrumen Penelitian.....	50
4.2.3. Penetapan Jumlah Pengamatan	51
4.2.4. Uji Keseragaman Data dan Uji Kecukupan Data.....	54
4.2.5. Perhitungan Waktu Siklus Rata-Rata.....	58
4.3. Pengolahan Data.....	62
4.3.1. Nilai <i>Makespan</i> Dari Penjadwalan Yang Diterapkan Oleh Perusahaan.....	62
4.3.2. Penjadwalan Dan Perhitungan <i>Makespan</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Ignall-Scharge</i>	70
4.3.3. Penjadwalan Dan Perhitungan <i>Makespan</i> Dengan menggunakan Metode Algoritma Nawaz Enscore Ham (NEH).....	73
4.4. Ringkasan Pembahasan.....	80

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	81
5.2. Saran.....	82

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	9
Tabel 2.2. Jumlah Pengamatan yang Diperlukan (N') untuk (95%) Convidence Level dan 5% Degree of Accuracy (Precision)	27
Tabel 4.1. Data Pengamatan BEST 20 SH Stasiun Kerja Pemotongan.....	52
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Jumlah Pengamatan Masing-Masing Elemen Kerja	53
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Pada Tiap-Tiap Produk.....	57
Tabel 4.4. Tabel Performance Rating Dengan Sistem Westinghouse	59
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Waktu Siklus Rata-Rata Pada Produk BEST 20 SH	61
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Waktu Siklus Rata-Rata Pada Produk BEST 47 A	61
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Waktu Siklus Rata-Rata Pada Produk BEST 47	61
Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Waktu Siklus Rata-Rata Pada Produk BEST 50 SH	62
Tabel 4.9. Pengelompokkan Waaktu Pengerjaan Pada Setiap Work Center Pada tiap Produk.....	62
Tabel 4.10. Tabel Waktu Pengerjaan Stasiun 1 dan 2	63
Tabel 4.11. Tabel Hasil Perhitungan idle time dan makespan Stasiun 2 Serta Waktu Pengerjaan Stasiun 3.....	64

Tabel 4.12. Tabel Hasil Perhitungan idle time dan makespan Stasiun 3	
Serta Waktu Pengerjaan Stasiun 4.....	66
Tabel 4.13. Tabel Hasil Perhitungan idle time dan makespan Stasiun 4	
Serta Waktu Pengerjaan Stasiun 5.....	68
Tabel 4.14. Tabel Hasil Perhitungan idle time dan makespan Stasiun 5	70
Tabel 4.15. Perhitungan Makespan untuk Work Center 1-5 untuk urutan 2-3-4-1	70
Tabel 4.16. Perhitungan TM pada tiap-tiap Work Center	71
Tabel 4.17. Perhitungan Lower Bound pada iterasi 1	71
Tabel 4.18. Perhitungan Lower Bound pada iterasi 2.....	71
Tabel 4.19. Perhitungan Lower Bound pada iterasi 3.....	72
Tabel 4.20. Perhitungan Lower Bound pada iterasi 3.....	72
Tabel 4.21. Data Pengukuran Tiap-Tiap Work Center	73
Tabel 4.22. Daftar Pengurutan Job-job (ke-1)	73
Tabel 4.23. Penjadwalan Parsial Urutan Job 1-4	74
Tabel 4.24. Penjadwalan Parsial Urutan Job 4-1	74
Tabel 4.25. Daftar Pengurutan Job-job (ke-2)	75
Tabel 4.26. Penjadwalan Parsial Urutan Job 1-4-3	75
Tabel 4.27. Penjadwalan Parsial Urutan Job 1-3-4.....	76
Tabel 4.28. Penjadwalan Parsial Urutan Job 3-1-4	76
Tabel 4.29. Daftar Pengurutan job terakhir.....	77
Tabel 4.30. Penjadwalan Parsial Urutan Job 3-1-4-2	77
Tabel 4.31. Penjadwalan Parsial Urutan Job 3-1-2-4	78

Tabel 4.32. Penjadwalan Parsial Urutan Job 3-2-1-4	79
Tabel 4.33. Penjadwalan Parsial Urutan Job 2-3-1-4	79
Tabel 4.34. Ringkasan Hasil	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jenis Penjadwalan Flowshop.....	16
Gambar 2.2. Jenis Penjadwalan Jobshop	16
Gambar 2.3. Langkah-Langkah Penentuan Waktu Standar.....	24
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 4.1. Struktur Organisasi CV. Bestone Indonesia.....	40
Gambar 4.2. Skema Produksi Ubin dan Dinding.....	46
Gambar 4.3. BEST 20 SH.....	48
Gambar 4.4. BEST 47 A	49
Gambar 4.5. BEST 47	49
Gambar 4.6 BEST 50 SH.....	50
Gambar 4.7. Gambar Permintaan Produk pada bulan September	50
Gambar 4.8. Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pemotongan Panjang BEST 20 SH.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN KETERANGAN PENELITIAN	86
LAMPIRAN 1 DOKUMENTASI PENELITIAN	89
LAMPIRAN 2 DATA HASIL PENGAMATAN.....	95
LAMPIRAN 3 UJI KESERAGAMAN DATA	101
LAMPIRAN 4 UJI KECUKUPAN DATA	111
LAMPIRAN 5 PERHITUNGAN <i>RATING FACTOR DAN ALLOWANCE</i>	119
LAMPIRAN 6 PERHITUNGAN <i>MAKESPAN</i>	120

**PENJADWALAN PRODUKSI *FLOWSHOP* DENGAN METODE *IGNALL-SCHARGE* DAN ALGORITMA *NAWAZ, ENSCORE AND HAM (NEH)*
DI CV. BESTONE INDONESIA**

**Muhammad Syafi'i Karim
11660036**

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

ABSTRAK

Penjadwalan adalah suatu proses pengalokasian sumber daya dan mesin untuk menentukan urutan pekerjaan dengan batasan-batasan tertentu. Penjadwalan produksi yang diterapkan di CV. Bestone Indonesia selama ini hanya menggunakan metode intuitif. Tujuan penelitian ini mencari kombinasi urutan penggeraan produk yang memiliki *makespan* paling minimal. Berdasarkan hasil pengolahan data, metode *Ignall-Scharge* menghasilkan urutan *job* 3-1-4-2 dan 3-4-1-2 dengan nilai *makespan* 389052.25 detik. Sedangkan metode Algoritma *Nawaz Enscore Ham (NEH)* menghasilkan urutan *job* 3-1-4-2 dengan nilai *makespan* 389052.25 detik. Kedua metode tersebut menghasilkan nilai *makespan* yang sama. Pada nilai *makespan* penjadwalan yang diterapkan oleh perusahaan menghasilkan 389116.52 detik, selisih 64.27 detik lebih lama. Maka dari itu kedua metode tersebut dapat diterapkan pada penjadwalan produksi di perusahaan CV. Bestone Indonesia.

Kata kunci : penjadwalan produksi, *makespan*, *Ignall-Scharge*, *Nawaz Enscore Ham (NEH)*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada zaman dulu dunia industri masih menggunakan metode tradisional yang tidak terlalu memikirkan detail biaya, tenaga, serta pemborosan-pemborosan lainnya. Sehingga efektifitas dan efisiensi masih terlalu dikesampingkan. Setelah beberapa pengembangan teknologi kontemporer, semua hal-hal yang dulu tidak terfikirkan justru menjadi penting dalam perindustrian. Pada umumnya salah satu tujuan adanya perindustrian ialah untuk membuat produk yang sesuai dengan permintaan konsumen. Salah satu permintaan konsumen ialah dalam hal ketepatan waktu.

Penjadwalan terhadap produksi ialah salah satu solusi terkait ketepatan waktu, agar bisa memutuskan pekerjaan mana yang akan dilakukan untuk para konsumen. Menurut Baker (1974) penjadwalan (*scheduling*) 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*. Perusahaan yang menjadi objek penelitian melakukan produksi dengan menggunakan *flowshop*. *Flowshop* ialah pekerjaan yang mengalir dari hulu ke hilir.

CV. Bestone Indonesia mengalami permasalahan dalam penjadwalan, Karena selama ini konsep penjadwalan tradisional yang diterapkan sehingga

membuat perusahaan kesulitan ketika banyaknya permintaan yang datang serta dengan *output* produk yang bermacam-macam. Berlandaskan permasalahan yang terjadi peneliti ingin mencari solusi agar perusahaan ini tidak terombang-ambing dalam menentukan penjadwalan untuk konsumen. Peneliti mencari melalui studi literatur dalam pemilihan metode yang dijadikan penelitian nantinya.

Metode Ignall-Scharge dan NEH menjadi alat untuk menyelesaikan masalah dalam perusahaan. Kedua metode tersebut memiliki karakter yang berbeda diharapkan dapat menjadi solusi terbaik. Ignall-Scharge memiliki karakter dalam menyelesaikan masalah kombinasi dengan strategi pengurangan jumlah perhitungan. Sedangkan NEH memiliki karakter dalam menyelesaikan masalah dengan strategi *job* terlama pada urutan awal.

Perusahaan CV. Bestone Indonesia bergerak di bidang hiasan dinding dengan bahan baku batu alam. Perusahaan tersebut memiliki konsumen di wilayah internasional maupun domestik. Sehingga penjadwalan sangat diperlukan untuk mempertahankan hubungan dengan konsumen. Penjadwalan mesin dalam menghitung *makespan* menjadi pilihan bagi peneliti untuk dapat menekan waktu produksi. Menurut Ginting (2009) *makespan* adalah total waktu penyelesaian pekerjaan-pekerjaan mulai dari urutan pertama yang dikerjakan pada mesin atau *work center* pertama sampai kepada urutan pekerjaan terakhir pada mesin atau *work center* terakhir.

1.2. Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang masalah diatas maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kombinasi urutan *job* penjadwalan di CV. Bestone Indonesia?
2. Bagaimana hasil *makespan* dari masing-masing metode dalam mengurutkan *job*?
3. Bagaimana urutan *job* yang memiliki nilai *makespan* minimal sehingga diperoleh metode terbaik?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kombinasi urutan *job* pada CV. Bestone Indonesia.
2. Untuk mengetahui hasil *makespan* dari tiap-tiap metode.
3. Untuk menentukan urutan *job* terbaik dengan *makespan* minimal untuk diterapkan dalam perusahaan.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian sebagai berikut :

1. Memperoleh kombinasi urutan *job* pada CV. Bestone Indonesia.
2. Memperoleh hasil *makespan* dari tiap-tiap metode.
3. Memperoleh *job* terbaik dengan *makespan* minimal agar diterapkan pada perusahaan.

1.5. Batasan Masalah dan Asumsi

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada 4 produk dengan permintaan terbanyak yaitu BEST 20 SH, BEST 47 A, BEST 47, BEST 50 SH.
2. Metode yang digunakan dalam meminimasi *makespan* ialah metode *Ignall-Scharge* dan metode *Nawaz Enscore and Ham* (NEH).

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini ialah :

1. Bahan baku dianggap terpenuhi atau tersedia sehingga tidak mengganggu proses produksi.
2. Setiap stasiun kerja yang sama dianggap memiliki keahlian yang sama dalam melakukan proses produksi.
3. Waktu perpindahan atau waktu transportasi di dalam penelitian ini tidak diperhitungkan dan hanya waktu yang terjadi pada saat proses penggerjaan dilakukan pengukuran.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian dan asumsi, serta sistematika penulisan yang diharapkan mampu memberikan gambaran pelaksanaan dan pembahasan laporan tugas akhir ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti yaitu mengenai penjadwalan produksi dan beberapa peneliti untuk membandingkan perbedaan penelitian dengan saat ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang lokasi penelitian, jenis data, metode pengumpulan data, metode analisis data yang digunakan dalam penelitian dan diagram alir penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini diuraikan tentang pengumpulan data yang digunakan, pengolahan data serta dilakukan analisis dan usulan perbaikan berdasarkan hasil pengolahan data.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh masalah yang telah dibahas sebagai jawaban atas pokok masalah dan kemudian disertakan saran-saran yang diharapkan menjadi masukan sebagai tindak lanjut dari penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan mengenai penelitian yang dilakukan. Berikut beberapa kesimpulan yang didapatkan:

1. Dengan mengamati tipe penjadwalan yang dikerjakan oleh perusahaan CV. Bestone Indonesia. Mereka menerapkan penjadwalan dengan pengurutan job BEST 47 A, BEST 47, BEST 50 SH, BEST 20 SH. Dari pengurutan *job* tersebut didapatkan nilai *makespan* sebesar 389116.52 detik.
2. Dengan menghitung menggunakan metode *Ignall-Scharge* didapatkan pengurutan *job* dengan nilai *makespan* sebagai berikut: *Ignall-Scharge* 3-1-2-4 *makespan* 389063.06 detik ; 3-1-4-2 *makespan* 389052.25 detik ; 3-4-1-2 *makespan* 389052.25 detik ; 3-4-2-1 *makespan* 389107.16 detik.
3. Dengan menghitung menggunakan metode Algoritma NEH 3-1-4-2 *makespan* 389052.25 detik ; 3-1-2-4 *makespan* 389063.06 detik ; 3-2-1-4 *makespan* 389063.06 detik ; 2-3-1-4 *makespan* 389062.15 detik.
4. Dari perhitungan yang dilakukan menggunakan metode-metode yang dipilih terdapat nilai *makespan* yang minimal ada pada metode *Ignall-Scharge* dan Algoritma (NEH) sebesar 389052.25 detik dengan urutan *job* 3-1-4-2 ; 3-4-1-2.

5. Nilai *makespan* yang dihasilkan dari pengolahan menggunakan metode *Ignall-Scharge* dan NEH memiliki selisih 64.27 detik lebih cepat dari penjadwalan yang diterapkan oleh CV. Bestone Indonesia pada produk BEST 20 SH, BEST 47 A, BEST 47, BEST 50 SH. Dengan demikian kedua metode tersebut dapat diterapkan pada perusahaan dikarenakan kedua metode tersebut menghasilkan *makespan* minimal.

5.2. Saran

Pada penelitian yang dilakukan masih ada kekurangan yang dapat disempurnakan oleh peneliti selanjutnya. Adapun saran penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan dengan metode metaheuristik untuk mencari *makespan* yang minimal. Sebagian contoh metode metaheuristik ialah *Genetic Algorithm, Simmulated Annealing, Tabu Search*.
2. Mengembangkan untuk membuat program atau *software* agar memudahkan perusahaan untuk melakukan penjadwalan saat permintaan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arvianto, A. Sudarwanto, dan Irzal, M. 2013. Meminimumkan Total Nilai Harapan *Makespan* ($E[C_{MAX}]$) Pada *Flow Shop* Stokastik Melalui Penjadwalan *Job* Dengan Menggunakan Algoritma Genetika Hibrid. *Jurnal Matematika FMIPA UNJ*. Jakarta.
- Baker, K. R. 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. John Wiley and Sons Ltd. New York.
- Chengzhi, C. Xumei, C. dan Meng, W. 2015. *Study Combinational Scheduling Optimization of Bus Transit Rapid Based on Tabu Search & Genetic Algorithm*. Trans Tech Publication. Switzerland.
- Framinan, J. M. Leisten, R. dan Rajendran, C. 2003. *Different Initial Sequences For The Heuristic Of Nawaz, Enscore And Ham To Minimize Makespan, Idletime Or Flowtime In The Static Permutation Flowshop Sequencing Problem*. *Jurnal Internasional*. Vol. 41, no. 1, 121-148. *Taylor and Francis Group*.
- Ginting, R. 2009. Penjadwalan Mesin. Graha Ilmu . Yogyakarta.
- Gupta, D. Singla, P. dan Bala, S. 2013. *Optimal Two Stage Flow Shop Scheduling Problem with Branch and Bound Method Including Transportation Time*. *Jurnal Internasional*. Vol 1, Issue 4 Juni. Maharishi Markandeshwar University. India.

Hamman, M. K. 2015. Penjadwalan Produksi Flowshop Untuk Meminimasi Makespan Dengan Metode *Campbell, Dudek, Smith* (CDS), Metode *Palmer*, Metode *Dannenbring*, Dan Metode *Ignall-Shsrg* (Studi Kasus di CV. Bonjor Jaya, Klaten). Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.

Hossain, S. Assadujjaman, Nayon, A. A. dan Bhattacharya, P. 2014. *Minimization of Makespan in Flow Shop Scheduling Using Heuristics*. Jurnal Internasional. 25-26 Desember. University of Engineering & Technology. Bangladesh.

Mangnggenre, S. Rapi, A. dan Flannery, W. 2013. Penjadwalan Produksi Dengan Metode *Branch and Bound* Pada PT. XYZ. Jurnal Ilmiah. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Masudin, I. Utama, D. M. dan Susastro, F. 2014. Penjadwalan *Flowshop* Menggunakan Algoritma *Nawaz Enscore and Ham*. Jurnal Ilmiah. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.

Rifai, U. A. 2011. Pengembangan Aplikasi Penjadwalan Kegiatan Dengan Menggunakan Algoritma Genetika. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.

Suryani, A. P. 2011. Perancangan Program Aplikasi Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Algoritma *Nawaz Enscore Ham* (NEH) Untuk Produk *Shopping Bag* di PT. Wangsa Jatra Lestari. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta

Wignjosoebroto, S. 2008. Ergonomi Studi Gerak dan Waktu. Guna Widya.

Surabaya





LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar Area Bahan Baku



Gambar Area Penyimpanan Bahan



Gambar Kantor CV. Bestone Indonesia



Gambar Area Pemotongan



Gambar Area Pengeringan Pertama



Gambar Area Perakitan



Gambar Area Pengeringan Kedua



Gambar Area Penyimpanan



Gambar Area Penyimpanan

LAMPIRAN 2

DATA HASIL PENGAMATAN

BEST 20 SH (Stasiun Kerja Pemotongan)		
Pengamatan ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1	37.5	14.5
2	32.7	13.2
3	36.5	12.7
4	31.1	13.6
5	37.6	12.3
6	34.2	11.8
7	35.5	13.9
8	33.7	13.7
9	37.7	14.9
10	33.2	14.3
max	37.7	14.9
min	31.1	11.8
R	6.6	3.1
rata2	34.97	13.49
R/X	0.1887332	0.2297999

BEST 20 SH (Stasiun Kerja Pengeringan Pertama)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	86400
2	86400
3	86400
4	86400
5	86400
max	86400
min	86400
R	0
rata2	86400
R/X	0

BEST 20 SH (Stasiun Kerja Perakitan)		
Pengamatan ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1	48.4	97.6
2	48.8	93.8
3	51.4	90.6
4	52.4	96.7
5	54	100.2
6	57.1	89.7
7	49.8	94.4
8	53.1	95.8
9	51.3	99.2
10	53.4	96.1
max	57.1	100.2
min	48.4	89.7
R	8.7	10.5
rata2	51.97	95.41
R/X	0.167404272	0.11005136

BEST 20 SH (Stasiun Kerja Pengeringan Kedua)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	43200
2	43200
3	43200
4	43200
5	43200
max	43200
min	43200
R	0
rata2	43200
R/X	0

BEST 20 SH (Stasiun Kerja Penyimpanan)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	14.6
2	14.2
3	15.9
4	17.8
5	16.5
6	14.4
7	17.1
8	16.8
9	15.3
10	16.1
max	17.8
min	14.2
R	3.6
rata2	15.87
R/X	0.226843

BEST 47 A (Stasiun Kerja Pemotongan)		
Pengamatan ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1	24.6	13.4
2	22.6	15.7
3	25.5	14.8
4	27.2	16.3
5	24.3	15.3
6	25	14.1
7	23.5	14
8	27.3	15.5
9	27.2	16.1
10	23.5	17.3
max	27.3	17.3
min	22.6	13.4
R	4.7	3.9
rata2	25.07	15.25
R/X	0.18747507	0.2557377

BEST 47 A (Stasiun Kerja Pengeringan Pertama)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	86400
2	86400
3	86400
4	86400
5	86400
max	86400
min	86400
R	0
rata2	86400
R/X	0

BEST 47 A (Stasiun Kerja Perakitan)		
Pengamatan ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1	40.7	70.1
2	41.1	68.6
3	44.2	67.4
4	46.5	66.4
5	43.1	69.2
6	40.3	68.5
7	45.5	67.7
8	45.4	68.3
9	43.2	65.3
10	40.8	67
max	46.5	70.1
min	40.3	65.3
R	6.2	4.8
rata2	43.08	67.85
R/X	0.143918292	0.07074429

BEST 47 A (Stasiun Kerja Pengeringan Kedua)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	43200
2	43200
3	43200
4	43200
5	43200
max	43200
min	43200
R	0
rata2	43200
R/X	0

BEST 47 A (Stasiun Kerja Penyimpanan)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	15.8
2	17.5
3	17.7
4	15.7
5	15.3
6	16.7
7	17.1
8	16.6
9	15.4
10	15
max	17.7
min	15
R	2.7
rata2	16.28
R/X	0.165848

BEST 47 (Stasiun Kerja Pemotongan)		
Pengamatan ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1	23.6	16.2
2	24.5	17.4
3	23.8	15.9
4	22.2	18.6
5	24.2	17.3
6	25	16
7	21.8	18.1
8	26.9	16.3
9	26.9	15.6
10	22.5	17.2
max	26.9	18.6
min	21.8	15.6
R	5.1	3
rata2	24.14	16.86
R/X	0.211267606	0.1779359

BEST 47 (Stasiun Kerja Pengeringan Pertama)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	86400
2	86400
3	86400
4	86400
5	86400
max	86400
min	86400
R	0
rata2	86400
R/X	0

BEST 47 (Stasiun Kerja Perakitan)		
Pengamatan ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1	43.3	69
2	41.6	65.5
3	40.7	67.3
4	40.8	68.2
5	44.7	69.3
6	46.3	68.2
7	47.5	69.5
8	45.8	64.9
9	40.9	65
10	41.4	67.4
max	47.5	69.5
min	40.7	64.9
R	6.8	4.6
rata2	43.3	67.43
R/X	0.15704388	0.06821889

BEST 47 (Stasiun Kerja Pengeringan Kedua)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	43200
2	43200
3	43200
4	43200
5	43200
max	43200
min	43200
R	0
rata2	43200
R/X	0

BEST 47 (Stasiun Kerja Penyimpanan)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	16.3
2	17.5
3	17.3
4	19.4
5	18.4
6	16.8
7	19.5
8	17.7
9	15.4
10	18.3
max	19.5
min	15.4
R	4.1
rata2	17.66
R/X	0.232163

BEST 50 SH (Stasiun Kerja Pemotongan)		
Pengamatan ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1	24.6	18.3
2	23.6	17.7
3	25.3	19.4
4	22.3	16.4
5	27	15.8
6	26.5	16.3
7	23.6	17.4
8	22.7	18.1
9	26.2	17.6
10	25.8	17.2
max	27	19.4
min	22.3	15.8
R	4.7	3.6
rata2	24.76	17.42
R/X	0.189822294	0.206659

BEST 50 SH (Stasiun Kerja Pengeringan Pertama)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	86400
2	86400
3	86400
4	86400
5	86400
max	86400
min	86400
R	0
rata2	86400
R/X	0

BEST 50 SH (Stasiun Kerja Perakitan)		
Pengamatan ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1	44.4	74.8
2	43.9	70.2
3	44	77.4
4	43.3	76.2
5	45.7	74.6
6	44.4	72.9
7	39.4	74.9
8	41.9	73.3
9	42.2	77
10	40.5	72.6
max	45.7	77.4
min	39.4	70.2
R	6.3	7.2
rata2	42.97	74.39
R/X	0.146613917	0.0967872

BEST 50 SH (Stasiun Kerja Pengeringan Kedua)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	43200
2	43200
3	43200
4	43200
5	43200
max	43200
min	43200
R	0
rata2	43200
R/X	0

BEST 50 SH (Stasiun Kerja Penyimpanan)	
Pengamatan ke-i	Elemen 1
1	18.7
2	16.4
3	16.9
4	15.8
5	17.7
6	18.2
7	17.1
8	15.8
9	16.5
10	14.9
max	18.7
min	14.9
R	3.8
rata2	16.8
R/X	0.22619

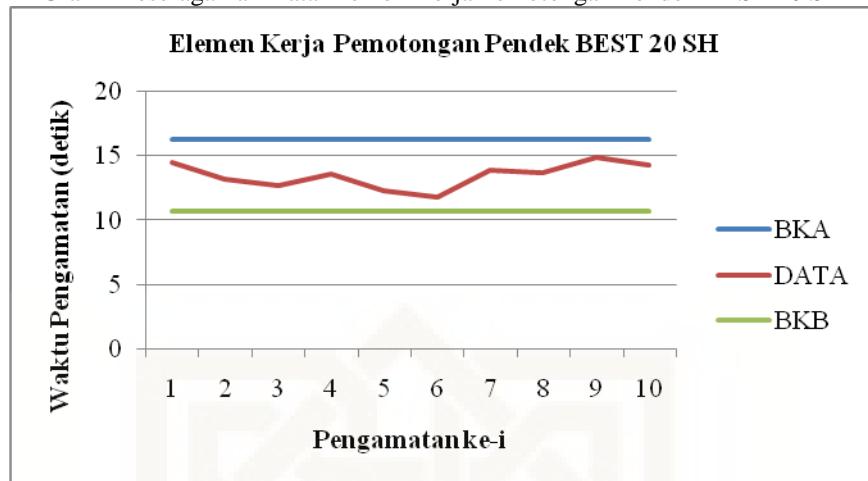
LAMPIRAN 3

UJI KESERAGAMAN DATA

Hasil Perhitungan Uji Keseragaman Data

Produk	Stasiun kerja	Elemen kerja	Standar Deviasi	BKA	BKB
BEST 20 SH	Pemotongan	Pemotongan panjang	2.21	42.6	28.34
		Pemotongan pendek	0.94	16.31	10.67
	Pengeringan	Pengeringan	0	86400	86400
	Perakitan	Penyusunan	2.49	59.44	44.5
		Perakitan	3.22	105.07	85.75
	Pengeringan	Pengeringan	0	43200	43200
BEST 47 A	Penyimpanan	Penyimpanan	1.16	19.35	12.39
	Pemotongan	Pemotongan panjang	1.61	29.9	20.24
		Pemotongan pendek	1.13	18.64	11.86
	Pengeringan	Pengeringan	0	86400	86400
	Perakitan	Penyusunan	2.16	49.56	36.6
		Perakitan	1.36	71.93	63.77
	Pengeringan	Pengeringan	0	43200	43200
BEST 47	Penyimpanan	Penyimpanan	0.91	19.01	13.55
	Pemotongan	Pemotongan panjang	1.69	29.21	19.07
		Pemotongan pendek	0.96	19.74	13.98
	Pengeringan	Pengeringan	0	86400	86400
	Perakitan	Penyusunan	2.45	50.65	35.95
		Perakitan	1.66	72.41	62.45
	Pengeringan	Pengeringan	0	43200	43200
BEST 50 SH	Penyimpanan	Penyimpanan	1.23	21.35	13.97
	Pemotongan	Pemotongan panjang	1.57	29.47	20.05
		Pemotongan pendek	1.01	20.45	14.39
	Pengeringan	Pengeringan	0	86400	86400
	Perakitan	Penyusunan	1.85	48.52	37.42
		Perakitan	2.09	80.66	68.12
	Pengeringan	Pengeringan	0	43200	43200
	Penyimpanan	Penyimpanan	1.11	20.13	13.47

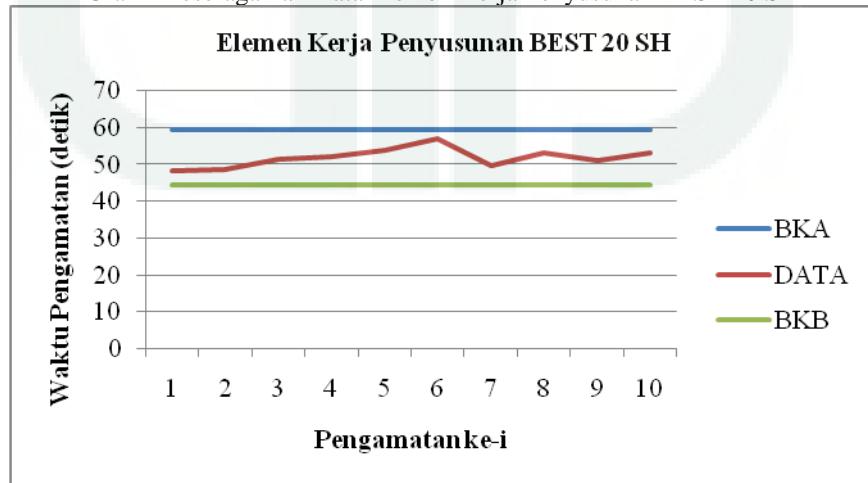
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pemotongan Pendek BEST 20 SH



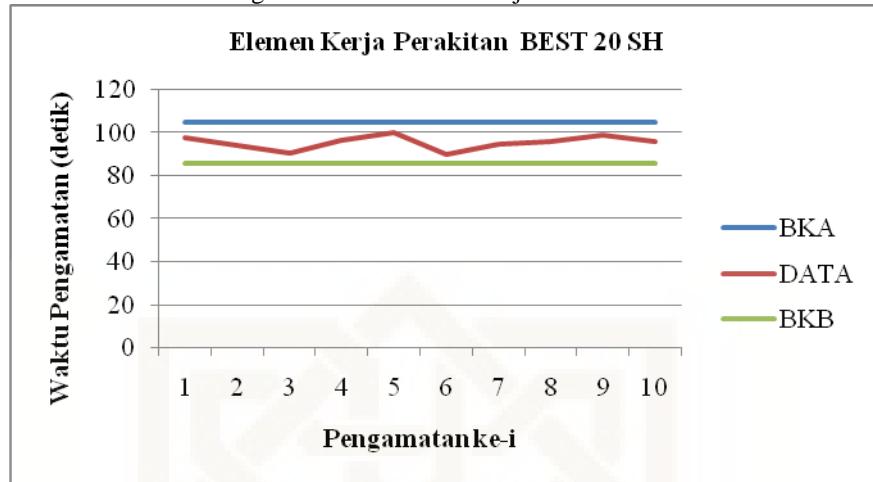
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pengeringan Pertama BEST 20 SH



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Penyusunan BEST 20 SH



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Perakitan BEST 20 SH



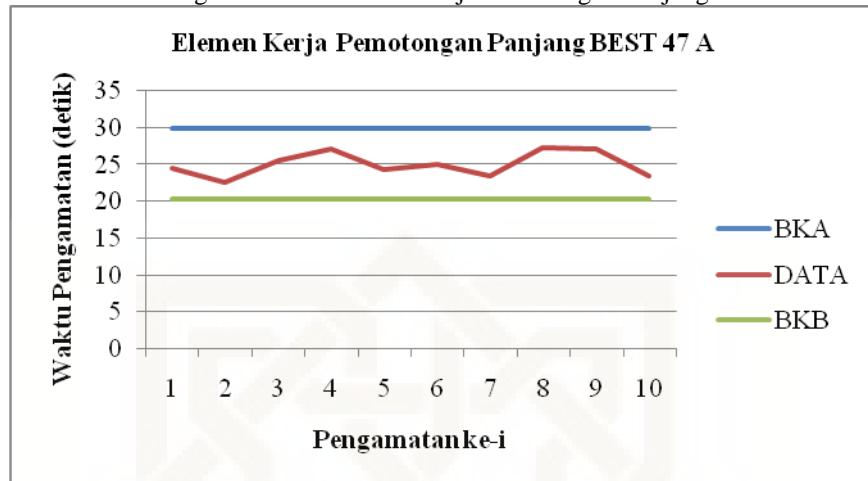
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pengeringan Kedua BEST 20 SH



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Penyimpanan BEST 20 SH



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pemotongan Panjang BEST 47 A



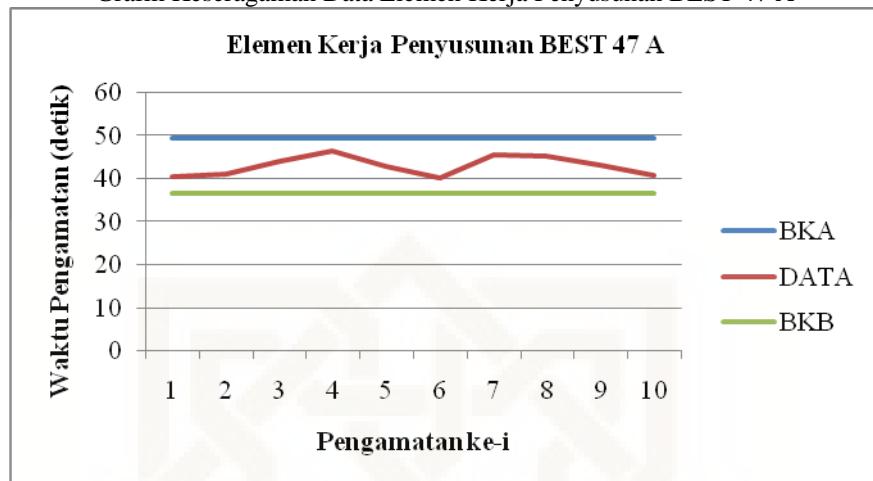
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pemotongan Pendek BEST 47 A



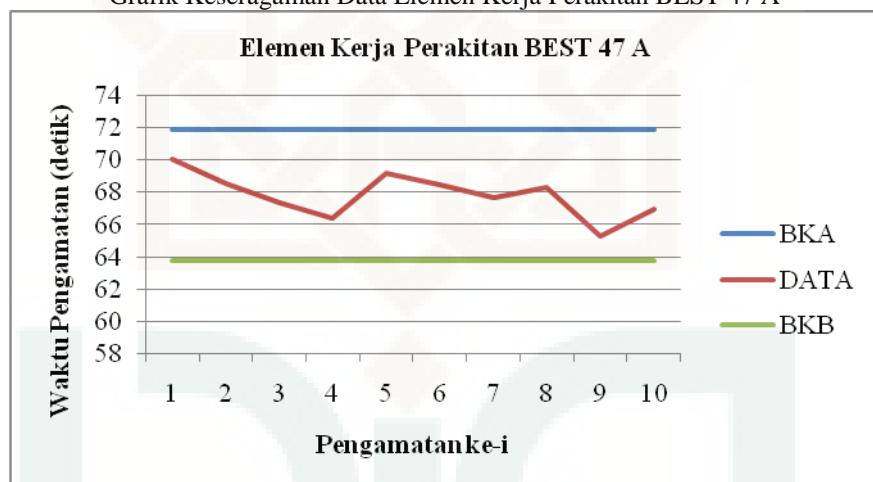
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pengeringan Pertama BEST 47 A



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Penyusunan BEST 47 A



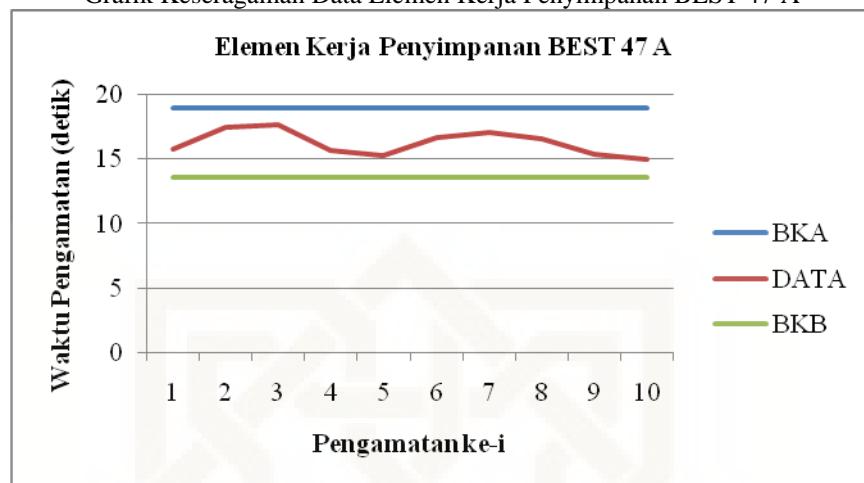
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Perakitan BEST 47 A



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pengeringan Kedua BEST 47 A



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Penyimpanan BEST 47 A



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pemotongan Panjang BEST 47



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pemotongan Pendek BEST 47



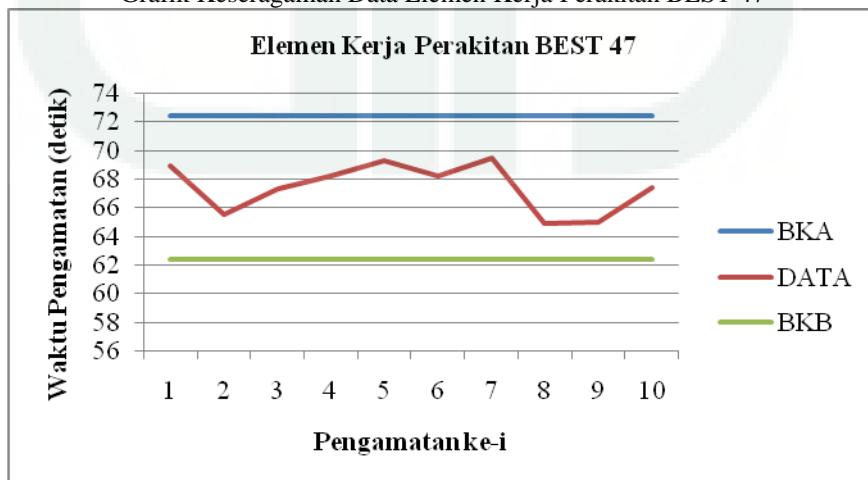
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pengeringan Pertama BEST 47



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Penyusunan BEST 47



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Perakitan BEST 47



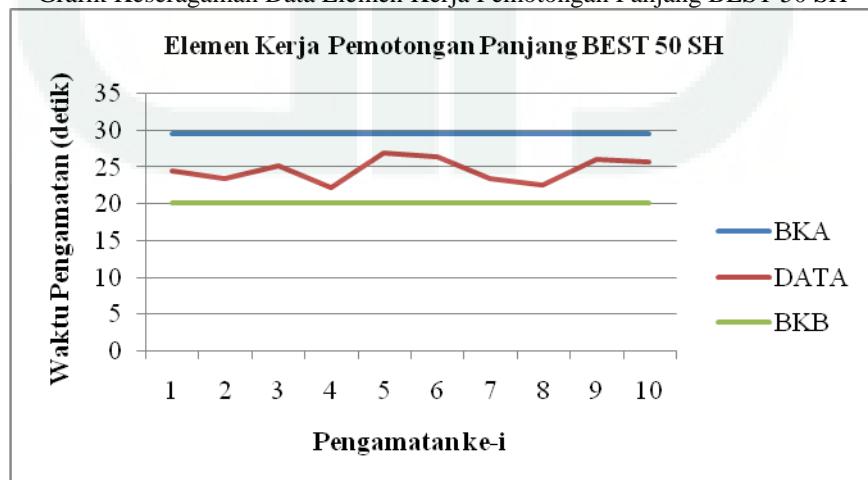
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pengeringan Kedua BEST 47



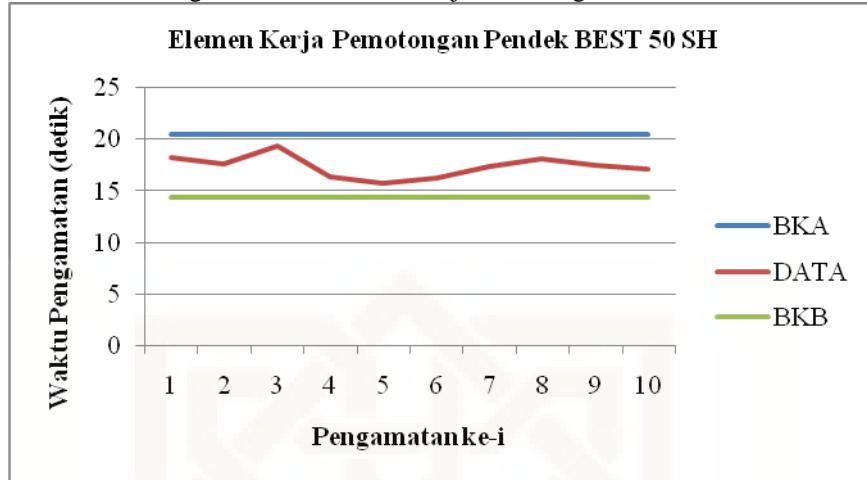
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Penyimpanan BEST 47



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pemotongan Panjang BEST 50 SH



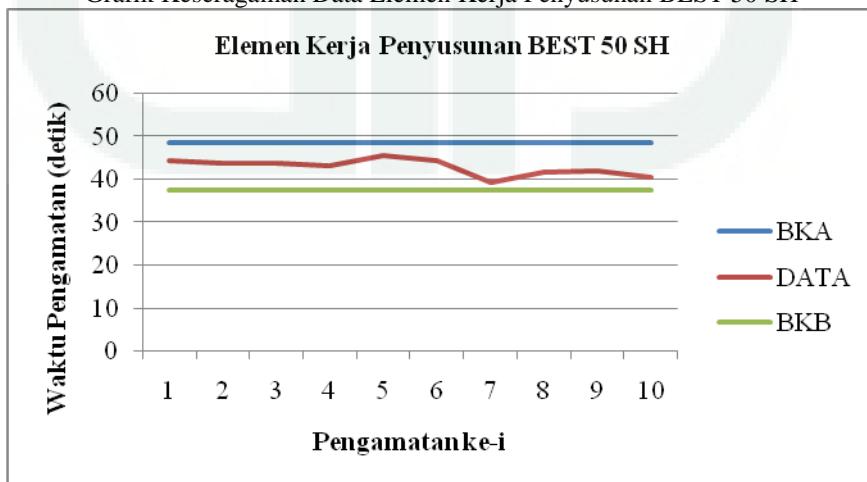
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pemotongan Pendek BEST 50 SH



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pengeringan Pertama BEST 50 SH



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Penyusunan BEST 50 SH



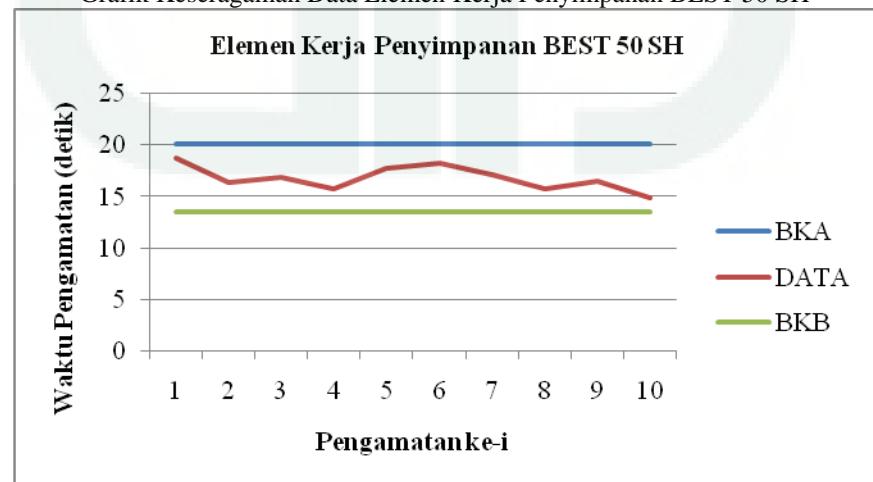
Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Perakitan BEST 50 SH



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Pengeringan Kedua BEST 50 SH



Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Penyimpanan BEST 50 SH



LAMPIRAN 4

UJI KECUKUPAN DATA

BEST 20 SH						
Pengamatan ke-i	Pemotongan				Pengeringan Pertama	
	Elemen 1		Elemen 2		Elemen 1	
	x	x2	x	x2	x	x2
1	37.5	1406.25	14.5	210.25	86400	7464960000
2	32.7	1069.29	13.2	174.24	86400	7464960000
3	36.5	1332.25	12.7	161.29	86400	7464960000
4	31.1	967.21	13.6	184.96	86400	7464960000
5	37.6	1413.76	12.3	151.29	86400	7464960000
6	34.2	1169.64	11.8	139.24		
7	35.5	1260.25	13.9	193.21		
8	33.7	1135.69	13.7	187.69		
9	37.7	1421.29	14.9	222.01		
10	33.2	1102.24	14.3	204.49		
sum	349.7	12277.87	134.9	1828.67	432000	37324800000
sum^2	122290.1		18198.01		186624000000	
dev	2.21		0.94		0	
bka	6.63		2.82		0	
bkb	-6.63		-2.82		0	
N'	6.39		7.8		0	

BEST 20 SH						
Pengamatan ke-i	Perakitan				Pengeringan Kedua	
	Elemen 1		Elemen 2		Elemen 1	
	x	x2	x	x2	x	x2
1	48.4	2342.56	97.6	9525.76	43200	1866240000
2	48.8	2381.44	93.8	8798.44	43200	1866240000
3	51.4	2641.96	90.6	8208.36	43200	1866240000
4	52.4	2745.76	96.7	9350.89	43200	1866240000
5	54	2916	100.2	10040.04	43200	1866240000
6	57.1	3260.41	89.7	8046.09		
7	49.8	2480.04	94.4	8911.36		
8	53.1	2819.61	95.8	9177.64		
9	51.3	2631.69	99.2	9840.64		
10	53.4	2851.56	96.1	9235.21		

sum	519.7	27071.03	954.1	91134.43	216000	9331200000
sum²	270088.1		910306.8		46656000000	
dev	2.49		3.22		0	
bka	7.47		9.66		43200	
bkb	-7.47		-9.66		43200	
N'	3.69		1.82		0	

BEST 20 SH		
Pengamatan ke-i	Penyimpanan	
	Elemen 1	
	x	x2
1	14.6	213.16
2	14.2	201.64
3	15.9	252.81
4	17.8	316.84
5	16.5	272.25
6	14.4	207.36
7	17.1	292.41
8	16.8	282.24
9	15.3	234.09
10	16.1	259.21
sum	158.7	2532.01
sum²	25185.69	
dev	1.16	
bka	3.48	
bkb	-3.48	
N'	8.54	

BEST 47 A						
Pengamatan ke-i	Pemotongan				Pengeringan Pertama	
	Elemen 1		Elemen 2		Elemen 1	
	x	x2	x	x2	x	x2
1	24.6	605.16	13.4	179.56	86400	7464960000
2	22.6	510.76	15.7	246.49	86400	7464960000
3	25.5	650.25	14.8	219.04	86400	7464960000
4	27.2	739.84	16.3	265.69	86400	7464960000
5	24.3	590.49	15.3	234.09	86400	7464960000
6	25	625	14.1	198.81		
7	23.5	552.25	14	196		
8	27.3	745.29	15.5	240.25		
9	27.2	739.84	16.1	259.21		
10	23.5	552.25	17.3	299.29		
sum	250.7	6311.13	152.5	2338.43	432000	37324800000
sum^2	62850.49		23256.25		186624000000	
dev	1.61		1.13		0	
bka	29.9		18.64		0	
bkb	20.24		11.86		0	
N'	6.64		8.81		0	

BEST 47 A						
Pengamatan ke-i	Perakitan				Pengeringan Kedua	
	Elemen 1		Elemen 2		Elemen 1	
	x	x2	x	x2	x	x2
1	40.7	1656.49	70.1	4914.01	43200	1866240000
2	41.1	1689.21	68.6	4705.96	43200	1866240000
3	44.2	1953.64	67.4	4542.76	43200	1866240000
4	46.5	2162.25	66.4	4408.96	43200	1866240000
5	43.1	1857.61	69.2	4788.64	43200	1866240000
6	40.3	1624.09	68.5	4692.25		
7	45.5	2070.25	67.7	4583.29		
8	45.4	2061.16	68.3	4664.89		
9	43.2	1866.24	65.3	4264.09		
10	40.8	1664.64	67	4489		

sum	430.8	18605.58	678.5	46053.85	216000	9331200000
sum²	185588.6		460362.3		46656000000	
dev	2.16		1.36		0	
bka	49.56		71.93		43200	
bkb	36.6		63.77		43200	
N'	4.03		0.65		0	

BEST 47 A		
Pengamatan ke-i	Penyimpanan	
	Elemen 1	
	x	x²
1	15.8	249.64
2	17.5	306.25
3	17.7	313.29
4	15.7	246.49
5	15.3	234.09
6	16.7	278.89
7	17.1	292.41
8	16.6	275.56
9	15.4	237.16
10	15	225
sum	162.8	2658.78
sum²	26503.84	
dev	0.91	
bka	19.01	
bkb	13.55	
N'	5.07	

BEST 47						
Pengamatan ke-i	Pemotongan				Pengeringan Pertama	
	Elemen 1		Elemen 2		Elemen 1	
	x	x2	x	x2	x	x2
1	23.6	556.96	16.2	262.44	86400	7464960000
2	24.5	600.25	17.4	302.76	86400	7464960000
3	23.8	566.44	15.9	252.81	86400	7464960000
4	22.2	492.84	18.6	345.96	86400	7464960000
5	24.2	585.64	17.3	299.29	86400	7464960000
6	25	625	16	256		
7	21.8	475.24	18.1	327.61		
8	26.9	723.61	16.3	265.69		
9	26.9	723.61	15.6	243.36		
10	22.5	506.25	17.2	295.84		
sum	241.4	5855.84	168.6	2851.76	432000	37324800000
sum^2	58273.96		28425.96		186624000000	
dev	1.69		0.96		0	
bka	29.21		19.74		0	
bkb	19.07		13.98		0	
N'	7.81		5.16		0	

BEST 47						
Pengamatan ke-i	Perakitan				Pengeringan Kedua	
	Elemen 1		Elemen 2		Elemen 1	
	x	x2	x	x2	x	x2
1	43.3	1874.89	69	4761	43200	1866240000
2	41.6	1730.56	65.5	4290.25	43200	1866240000
3	40.7	1656.49	67.3	4529.29	43200	1866240000
4	40.8	1664.64	68.2	4651.24	43200	1866240000
5	44.7	1998.09	69.3	4802.49	43200	1866240000
6	46.3	2143.69	68.2	4651.24		
7	47.5	2256.25	69.5	4830.25		
8	45.8	2097.64	64.9	4212.01		
9	40.9	1672.81	65	4225		
10	41.4	1713.96	67.4	4542.76		

sum	433	18809.02	674.3	45495.53	216000	9331200000
sum²	187489		454680.5		46656000000	
dev	2.45		1.66		0	
bka	50.65		72.41		43200	
bkb	35.95		62.45		43200	
N'	5.13		0.98		0	

BEST 47		
Pengamatan ke- i	Penyimpanan	
	Elemen 1	
	x	x2
1	16.3	265.69
2	17.5	306.25
3	17.3	299.29
4	19.4	376.36
5	18.4	338.56
6	16.8	282.24
7	19.5	380.25
8	17.7	313.29
9	15.4	237.16
10	18.3	334.89
sum	176.6	3133.98
sum²	31187.56	
dev	1.23	
bka	21.35	
bkb	13.97	
N'	7.81	

BEST 50 SH						
Pengamatan ke-i	Pemotongan				Pengeringan Pertama	
	Elemen 1		Elemen 2		Elemen 1	
	x	x2	x	x2	x	x2
1	24.6	605.16	18.3	334.89	86400	7464960000
2	23.6	556.96	17.7	313.29	86400	7464960000
3	25.3	640.09	19.4	376.36	86400	7464960000
4	22.3	497.29	16.4	268.96	86400	7464960000
5	27	729	15.8	249.64	86400	7464960000
6	26.5	702.25	16.3	265.69		
7	23.6	556.96	17.4	302.76		
8	22.7	515.29	18.1	327.61		
9	26.2	686.44	17.6	309.76		
10	25.8	665.64	17.2	295.84		
sum	247.6	6155.08	174.2	3044.8	432000	37324800000
sum^2	61305.76		30345.64		186624000000	
dev	1.57		1.01		0	
bka	29.47		20.45		0	
bkb	20.05		14.39		0	
N'	6.4		5.4		0	

BEST 50 SH						
Pengamatan ke-i	Perakitan				Pengeringan Kedua	
	Elemen 1		Elemen 2		Elemen 1	
	x	x2	x	x2	x	x2
1	44.4	1971.36	74.8	5595.04	43200	1866240000
2	43.9	1927.21	70.2	4928.04	43200	1866240000
3	44	1936	77.4	5990.76	43200	1866240000
4	43.3	1874.89	76.2	5806.44	43200	1866240000
5	45.7	2088.49	74.6	5565.16	43200	1866240000
6	44.4	1971.36	72.9	5314.41		
7	39.4	1552.36	74.9	5610.01		
8	41.9	1755.61	73.3	5372.89		
9	42.2	1780.84	77	5929		
10	40.5	1640.25	72.6	5270.76		

sum	429.7	18498.37	743.9	55382.51	216000	9331200000
sum²	184642.1		553387.2		46656000000	
dev	1.85		2.09		0	
bka	48.52		80.66		43200	
bkb	37.42		68.12		43200	
N'	2.96		1.27		0	

BEST 50 SH		
Pengamatan ke-i	Penyimpanan	
	Elemen 1	
	x	x²
1	18.7	349.69
2	16.4	268.96
3	16.9	285.61
4	15.8	249.64
5	17.7	313.29
6	18.2	331.24
7	17.1	292.41
8	15.8	249.64
9	16.5	272.25
10	14.9	222.01
sum	168	2834.74
sum²	28224	
dev	1.11	
bka	20.13	
bkb	13.47	
N'	7	

LAMPIRAN 5

PERHITUNGAN RATING FACTOR DAN ALLOWANCE

Stasiun	Elemen Kerja	Rating Faktor								Total	
		penilaian									
		huruf				angka					
skill	effort	condition	consistency	skill	effort	condition	consistency				
Pemotongan	Pemotongan Panjang	B1	C1	C	B	0.11	0.05	0.02	0.03	0.21	
	Pemotongan Pendek	B2	C2	C	C	0.08	0.02	0.02	0.01	0.13	
Pengeringan Pertama	Pengeringan	D	D	D	D	0	0	0	0	0	
Perakitan	Penyusunan	C1	C1	C	C	0.06	0.05	0.02	0.01	0.14	
	Perakitan	B1	B2	C	C	0.11	0.08	0.02	0.01	0.22	
Pengeringan Kedua	Pengeringan	D	D	D	D	0	0	0	0	0	
Penyimpanan	Penyimpanan	B2	C1	C	C	0.08	0.05	0.02	0.01	0.16	

Allowance							
Stasiun	Elemen Kerja	Personal Allowance (Detik)	Fatigue Allowance (Detik)	Delay Allowance (Detik)	Total	Jam Kerja	Persen
Pemotongan	Pemotongan Panjang	3600	1800	1200	6600	28800	22.92
	Pemotongan Pendek	3600	1800	1200	6600	28800	22.92
Pengeringan Pertama	Pengeringan	0	0	0	0	28800	0
Perakitan	Penyusunan	3600	1800	0	5400	28800	18.75
	Perakitan	3600	1800	900	6300	28800	21.86
Pengeringan Kedua	Pengeringan	0	0	0	0	28800	0
Penyimpanan	Penyimpanan	3600	1800	0	5400	28800	18.75

LAMPIRAN 6

PERHITUNGAN MAKESPAN

Ignall-Scharge

Tabel Perhitungan Waktu job

Urutan Job	Jenis Produk	WC 1	WC 2	WC 3	WC 4	WC 5
		tm 1	tm 2	tm 3	tm 4	tm 5
1	BEST 20 SH	74.66	86474.66	86696.54	129896.54	129919.2
2	BEST 47 A	61.71	86461.71	86628.09	129828.09	129851.34
3	BEST 47	62.62	86462.62	86628.66	129828.66	129853.88
4	BEST 50 SH	64.42	86464.42	86640.87	129840.87	129864.86

Tabel Perhitungan ti

Urutan Job	$\sum t_{i2}, t_{i3}, t_{i4}, t_{i5}$	$\sum t_{i3}, t_{i4}, t_{i5}$	$\sum t_{i4}, t_{i5}$	t_{i5}
1	129844.54	43444.54	43222.66	22.66
2	129789.63	43389.63	43223.25	23.25
3	129791.26	43391.26	43225.22	25.22
4	129800.44	43400.44	43223.99	23.99

$$LB(1) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130053.04 \\ 389064.29 \\ 130428.66 \\ 259519.79 \\ 129991.66 \end{array} \right\} = 389064.29$$

$$LB(2) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130054.67 \\ 389052.97 \\ 130415.12 \\ 259450.75 \\ 129923.21 \end{array} \right\} = 389052.97$$

$$LB(3) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130053.04 \\ 389052.25 \\ 130415.12 \\ 259451.32 \\ 129923.78 \end{array} \right\} = 389052.25$$

$$LB(4) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130053.04 \\ 389054.05 \\ 130417.83 \\ 259463.53 \\ 129935.99 \end{array} \right\} = 389054.05$$

Tabel Perhitungan Waktu *job31*

tm 1 31	137.28
tm 2 31	172862.62
tm 3 31	173084.5
tm 4 31	216284.5
tm 5 31	216307.16

Tabel Perhitungan Waktu *job32*

tm 1 32	124.33
tm 2 32	172862.62
tm 3 32	173029
tm 4 32	216229
tm 5 32	216252.25

Tabel Perhitungan Waktu *job34*

tm 1 34	127.04
tm 2 34	172862.62
tm 3 34	173039.07
tm 4 34	216239.07
tm 5 34	216263.06

$$LB(31) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130053.04 \\ 389052.25 \\ 216650.58 \\ 302707.75 \\ 216354.4 \end{array} \right\} = 389052.25$$

$$LB(32) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130063.85 \\ 389063.06 \\ 216649.99 \\ 302651.66 \\ 216298.9 \end{array} \right\} = 389063.06$$

$$LB(34) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130053.04 \\ 389052.25 \\ 216649.99 \\ 302661.73 \\ 216308.97 \end{array} \right\} = 389052.25$$

Tabel Perhitungan Waktu *job*312

tm 1 312	198.99
tm 2 312	259262.62
tm 3 312	173250.88
tm 4 312	259484.5
tm 5 312	259507.75

Tabel Perhitungan Waktu *job*314

tm 1 314	201.7
tm 2 314	259262.62
tm 3 314	259439.07
tm 4 314	302639.07
tm 5 314	302663.06

$$LB(312) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130063.85 \\ 389063.06 \\ 216651.32 \\ 302708.49 \\ 259531.74 \end{array} \right\} = 389063.06$$

$$LB(314) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130053.04 \\ 389052.25 \\ 302828.7 \\ 345862.32 \\ 302686.31 \end{array} \right\} = 389052.25$$

Tabel Perhitungan Waktu *job*341

tm 1 341	201.7
tm 2 341	259262.62
tm 3 341	259484.5
tm 4 341	302684.5
tm 5 341	302707.16

Tabel Perhitungan Waktu *job*342

tm 1 342	188.75
tm 2 342	259262.62
tm 3 342	259429
tm 4 342	302629
tm 5 342	302652.25

$$LB(341) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130053.04 \\ 389052.25 \\ 302874.13 \\ 345907.75 \\ 302730.41 \end{array} \right\} = 389052.25$$

$$LB(342) = \max \left\{ \begin{array}{l} 130107.95 \\ 389107.16 \\ 302873.54 \\ 345851.66 \\ 302674.91 \end{array} \right\} = 389107.16$$