

**PENJADWALAN PRODUKSI *FLOW SHOP* UNTUK MEMINIMALKAN
MAKESPAN DENGAN METODE CAMPBELL, DUDEK, AND SMITH
(CDS), METODE PALMER, METODE DANNENBRING, DAN METODE
IGNALL-SCHARGE (STUDI KASUS DI CV. BONJOR JAYA, KLATEN)**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi gelar sarjana S-1

Program Studi Teknik Industri



Disusun oleh:

Muhammad Khasanal Hamman

11660046

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2015



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : 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 Khasanal Hamman

NIM : 11660046

Judul Skripsi : Penjadwalan Produksi *Flow Shop* untuk Meminimalkan *Makespan* dengan Metode *Campbell, Dudek, and Smith* (CDS), Metode *Palmer*, Metode *Dannenbring*, dan Metode *Ignall-Scharge* (Studi Kasus di CV. Bonjor Jaya, Klaten)

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 15 Juni 2015

Pembimbing

Dwi Agustina, S.T., M.Eng

NIP. 19790806 200604 2 001



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1957/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul

: Penjadwalan Produksi *Flow Shop* untuk Meminimalkan Makespan dengan Metode *Campbell, Dudek, And Smith* (CDS) Metode *Palmer*, Metode *Dannenbring*, dan Metode *Ignall - Schrage* (Studi Kasus Di CV. Bonjor Jaya Klaten)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Nama : Muhammad Khasanal Hamman

NIM : 11660046

Telah dimunaqasyahkan pada : 30 Juni 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

Pengaji I

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

Pengaji II

Trio Yonathan Teja kusuma, M.T

Yogyakarta, 6 Juni 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 : Muhammad Khasanal Hamman

NIM : 11660046

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi Saya yang berjudul:

“Penjadwalan Produksi *Flow Shop* untuk Meminimalkan *Makespan* dengan Metode *Campbell, Dudek, and Smith* (CDS), Metode *Palmer*, Metode *Dannenbring*, dan Metode *Ignall-Scharge* (Studi Kasus di CV. Bonjor Jaya, Klaten)” merupakan asli hasil dari penelitian yang Saya lakukan dan sepanjang pengetahuan Saya tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, atau telah digunakan sebagai persyaratan penyelesaian Tugas Akhir di Perguruan Tinggi lain, kecuali bagian tertentu yang penyusun ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penyusun.

Yogyakarta, 15 Juni 2015

Yang menyatakan,



Muhammad Khasanal Hamman

NIM. 11660046

HALAMAN MOTTO

"Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri, dan jika kamu berbuat jahat, maka kejahatan itu untuk dirimu sendiri."

(QS. Al-Isra': 7)

"Barang siapa menginginkan kebahagiaan di dunia dan di akhirat maka haruslah memiliki banyak ilmu"

(HR. Ibnu Asakir)

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan"

(QS. Al-Insyirah: 6)

"Sesungguhnya kesibukan yang benar adalah ketika kesibukan itu jauh dari paksaan dan memaksa"

HALAMAN PERSEMBAHAN

Hasil karya ini saya dedikasikan untuk:

*Kedua Orang Tua yang saya cintai, sebagai hadiah awal
yang bisa saya berikan*

Kakak yang saya banggakan,

Balkis Aminallah Nurul Miftakh

dan kedua adik yang saya sayangi,

Himrokhmatul Azizah dan Muhammad Syafi'i

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah swt. yang telah mencurahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat disusun dengan lancar walaupun ada sedikit banyak kendala. Shalawat beserta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad saw. beserta keluarga, sahabat, serta para pengikutnya hingga akhir zaman nanti.

Penyusunan Tugas Akhir ini dibuat untuk diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentunya melibatkan banyak pihak yang telah memberikan bantuan demi terwujudnya laporan ini, baik bantuan secara materi, pendampingan, do'a, dan motivasi. Untuk itu ucapan terima kasih dihaturkan kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara-saudara yang senantiasa mendoakan dan memperjuangkan pendidikan anak-anaknya hingga detik ini
2. Dosen-dosen Teknik Industri terutama dosen pembimbing Ibu Dwi Agustina, S.T., M.Eng. yang telah memberikan ilmu dan bimbingan serta banyak pelajaran dan teladan baik.
3. Bapak H. Istanto selaku pemilik CV. Bonjor Jaya yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melaksanakan penelitian di sana.

4. Ibu Sumarmi selaku penanggung jawab pelaksanaan penelitian di CV. Bonjor Jaya yang telah membantu dan membimbing saya dalam pelaksanaan penelitian.
5. Semua pekerja CV. Bonjor Jaya yang tidak dapat saya sebutkan satu-satu yang juga turut membantu dalam pelaksanaan penelitian.
6. "Ndut" yang merupakan temen seperjuangan dalam penyusunan Tugas Akhir.
7. Orang-orang terdekat disekeliling saya yang selalu memberikan semangat.
8. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2011 yang selalu memberikan semangat, keceriaan, serta memberikan motivasi dan inspirasi.
9. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2008, 2009, 2010, 2012, 2013, dan 2014 yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan bantuan baik ilmu maupun bantuan lain dalam berlangsungnya penyusunan Tugas Akhir ini.

Hanya ucapan terima kasih dan kata maaf yang bisa disampaikan. Semoga Allah swt. memberi ganjaran kebaikan kepada kalian semua, Aamiin.

Yogyakarta, 15 Juni 2015

Penulis,



Muhammad Khasanal Hamman

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Surat Persetujuan Skripsi	ii
Lembar Pengesahan	iii
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi.....	iv
Halaman Motto.....	v
Halaman Persembahan.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xviii
Daftar Lampiran	xix
Abstrak	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Masalah dan Asumsi	6
1.6. Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Posisi Penelitian	9

2.2. Penjadwalan	15
2.2.1. Pengertian Penjadwalan	15
2.2.2. Tujuan Penjadwalan	16
2.2.3. Model Penjadwalan	17
2.2.4. Beberapa Definisi dalam Penjadwalan	20
2.3. Pengukuran Waktu	22
2.3.1. Metode Pengukuran Waktu	22
2.3.2. Pengukuran Statistik tentang Pengukuran Waktu	23
2.3.3. Pengukuran Waktu Siklus Rata-Rata	25
2.4. Metode Penjadwalan n job terhadap m Mesin Seri	32
2.4.1. Algoritma <i>Campbell, Dudek, and Smith</i> (CDS)	32
2.4.2. Algoritma <i>Nawaz, Enscore, and Ham</i> (NEH)	34
2.4.3. Metode <i>Ignall-Scharge</i>	36
2.4.4. Algoritma <i>Dannenbring</i>	37
2.4.5 Metode <i>Palmer</i>	37
2.4.6. Algoritma <i>Gupta</i>	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1. Objek Penelitian	39
3.2. Jenis Data	39
3.3. Metode Pengumpulan Data	40
3.4. Metode Analisis Data	41
3.5. Kerangka Alir Penelitian	43
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	45

4.1. Gambaran Umum Perusahaan	45
4.1.1. Sejarah Perusahaan	45
4.1.2. Proses Bisnis Perusahaan	47
4.1.3. Proses Produksi	48
4.2. Pengumpulan Data	52
4.2.1. Objek Penelitian	52
4.2.2 Instrumen Penelitian	61
4.2.3. Penetapan Jumlah Pengamatan	62
4.2.4 Uji Keseragaman Data dan Uji Kecukupan Data	66
4.2.5. Perhitungan Waktu Standard	77
4.3. Pengolahan Data	85
4.3.1. Nilai <i>Makespan</i> dari Proses Penjadwalan yang Diterapkan Oleh Perusahaan	85
4.3.2. Penjadwalan dan Perhitungan <i>Makespan</i> dengan Menggunakan metode CDS (<i>Campbell, Dudek, and Smith</i>)	87
4.3.3. Penjadwalan dan Perhitungan <i>Makespan</i> dengan Menggunakan metode <i>Palmer</i>	95
4.3.4. Penjadwalan dan Perhitungan <i>Makespan</i> dengan Menggunakan metode <i>Dannenbring</i>	96
4.3.5. Penjadwalan dan Perhitungan <i>Makespan</i> dengan Menggunakan metode <i>Ignall-Scharge</i>	100
4.4. Analisa dan Pembahasan	114

4.4.1. Penjadwalan Saat ini di Perusahaan	115
4.4.2. Penjadwalan dengan Metode CDS (<i>Campbell, Dudek, and Smith</i>)	117
4.4.3. Penjadwalan dengan Metode <i>Palmer</i>	121
4.4.4. Penjadwalan dengan Metode <i>Dannenbring</i>	122
4.4.5. Penjadwalan dengan Metode <i>Ignall-Scharge</i>	124
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	127
5.1. Kesimpulan	127
5.2. Saran	128
DAFTAR PUSTAKA	130
LAMPIRAN	133

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Posisi Penelitian	9
Tabel 2.2. Jumlah Pengamatan yang Diperlukan (N') untuk (95%) <i>Convidence Level dan 5% Degree of Accuracy</i>	30
Tabel 4.1. Data Pengamatan <i>Pulley B1</i> 8 Stasiun Kerja Pembuatan Cetakan.....	64
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Jumlah Pengamatan Masing-Masing Elemen Kerja	65
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Produk <i>pulley B1</i> 8	69
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Produk <i>pulley B2</i> 8	70
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Produk <i>pulley B3</i> 8	71
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Produk <i>pulley B2</i> 10	72
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Produk <i>pulley B2</i> 12	73
Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Produk <i>pulley B3</i> 12	74
Tabel 4.9. Elemen Kerja yang masih Perlu Penambahan Pengamatan	75
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Setelah Penambahan Pengamatan	76
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Waktu Standard untuk <i>Pulley B1</i> 8	79
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Waktu Standard untuk <i>Pulley B2</i> 8	80
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Waktu Standard untuk <i>Pulley B3</i> 8	81
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Waktu Standard untuk <i>Pulley B2</i> 10	82
Tabel 4.15. Hasil Perhitungan Waktu Standard untuk <i>Pulley B2</i> 12	83

Tabel 4.16. Hasil Perhitungan Waktu Standard untuk <i>Pulley</i> B3 12	84
Tabel 4.17. Pengelompokan Waktu Pengerjaan Setiap <i>Work Center</i> untuk Masing-Masing Jenis <i>Pulley</i>	85
Tabel 4.18. Perhitungan <i>Makespan</i> untuk <i>Work Center</i> 1 – 3 untuk urutan 1-3-2-4-5-6	86
Tabel 4.19. Perhitungan <i>Makespan</i> untuk <i>Work Center</i> 4 – 5 untuk urutan 1-3-2-4-5-6	86
Tabel 4.20. Perhitungan <i>Makespan</i> untuk <i>Work Center</i> 6 – 7 untuk urutan 1-3-2-4-5-6	86
Tabel 4.21. Hasil iterasi untuk K=1 s/d K=6	90
Tabel 4.22. Perhitungan <i>Makespan</i> untuk <i>Work Center</i> 1 – 3 untuk urutan 6-5-3-4-2-1	91
Tabel 4.23. Perhitungan <i>Makespan</i> untuk <i>Work Center</i> 4 – 5 untuk urutan 6-5-3-4-2-1	91
Tabel 4.24. Perhitungan <i>Makespan</i> untuk <i>Work Center</i> 6 – 7 untuk urutan 6-5-3-4-2-1	92
Tabel 4.25. Perhitungan <i>Makespan</i> untuk <i>Work Center</i> 1 – 3 untuk urutan 6-5-4-2-1-3	92
Tabel 4.26. Perhitungan <i>Makespan</i> untuk <i>Work Center</i> 4 – 5 untuk urutan 6-5-4-2-1-3	93
Tabel 4.27. Perhitungan <i>Makespan</i> untuk <i>Work Center</i> 6 – 7 untuk urutan 6-5-4-2-1-3	93
Tabel 4.28. Perhitungan <i>Makespan</i> untuk <i>Work Center</i> 1 – 3 untuk urutan 6-5-4-2-1-3	93

6-5-4-2-3-1	94
Tabel 4.29. Perhitungan Makespan untuk Work Center 4 – 5 untuk urutan	
6-5-4-2-3-1	94
Tabel 4.30. Perhitungan Makespan untuk Work Center 6 – 7 untuk urutan	
6-5-4-2-3-1	94
Tabel 4.31. Urutan Waktu Proses Berdasarkan Job	95
Tabel 4.32. Waktu Standard Pengerjaan Masing-Masing Job di	
Masing-Masing Work Center	97
Tabel 4.33. Hasil Perhitungan Metode Dannenbring	99
Tabel 4.34. Waktu Standard Pengerjaan Job pada Masing-Masing Mesin .	101
Tabel 4.35. Hasil Perhitungan waktu pada tiap mesin (TM)	101
Tabel 4.36. Hasil Perhitungan waktu dua Job yang Dimulai dengan	
<i>Job 3</i>	103
Tabel 4.37. Hasil Perhitungan waktu dua Job yang Dimulai dengan	
<i>Job 32</i>	104
Tabel 4.38. Hasil Perhitungan waktu dua Job yang Dimulai dengan	
<i>Job 324</i>	106
Tabel 4.39. Hasil Perhitungan waktu dua Job yang Dimulai dengan	
<i>Job 325</i>	107
Tabel 4.40. Hasil Perhitungan waktu dua Job yang Dimulai dengan	
<i>Job 326</i>	108
Tabel 4.41. Hasil Perhitungan waktu dua Job yang Dimulai dengan	
<i>Job 3245</i>	109

Tabel 4.42. Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan

Job 3246 110

Tabel 4.43. Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan

Job 3254 110

Tabel 4.44. Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan

Job 3256 111

Tabel 4.45. Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan

Job 3264 112

Tabel 4.46. Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan

Job 3265 112

Tabel 4.47. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 1 – 3 untuk urutan

1-3-2-4-5-6 116

Tabel 4.48. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 4 – 5 untuk urutan

1-3-2-4-5-6 116

Tabel 4.49. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 6 – 7 untuk urutan

1-3-2-4-5-6 116

Tabel 4.50. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 1 – 3 untuk urutan

6-5-3-4-2-1 118

Tabel 4.51. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 4 – 5 untuk urutan

6-5-3-4-2-1 118

Tabel 4.52. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 6 – 7 untuk urutan

6-5-3-4-2-1 118

Tabel 4.53. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 1 – 3 untuk urutan

6-5-4-2-1-3 119

Tabel 4.54. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 4 – 5 untuk urutan

6-5-4-2-1-3 119

Tabel 4.55. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 6 – 7 untuk urutan

6-5-4-2-1-3 119

Tabel 4.56. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 1 – 3 untuk urutan

6-5-4-2-3-1 120

Tabel 4.57. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 4 – 5 untuk urutan

6-5-4-2-3-1 120

Tabel 4.58. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 6 – 7 untuk urutan

6-5-4-2-3-1 121

Tabel 4.59. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 1 – 3 untuk urutan

1-3-2-4-5-6 121

Tabel 4.60. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 4 – 5 untuk urutan

1-3-2-4-5-6 122

Tabel 4.61. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 6 – 7 untuk urutan

1-3-2-4-5-6 122

Tabel 4.62. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 1 – 3 untuk urutan

6-5-4-2-3-1 123

Tabel 4.63. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 4 – 5 untuk urutan

6-5-4-2-3-1 123

Tabel 4.64. Perhitungan *Makespan* untuk *Work Center* 6 – 7 untuk urutan

6-5-4-2-3-1 123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Langkah-Langkah Penentuan Waktu Standar	27
Gambar 4.1. Alur Proses Produksi	49
Gambar 4.2. <i>Pulley</i> B1 8	58
Gambar 4.3. <i>Pulley</i> B2 8	59
Gambar 4.4. <i>Pulley</i> B3 8	59
Gambar 4.5. <i>Pulley</i> B2 10	60
Gambar 4.6. <i>Pulley</i> B2 12	60
Gambar 4.7. <i>Pulley</i> B3 12	61
Gambar 4.8. Grafik Keseragaman Data Elemen Kerja Perataan Pasir <i>Pulley</i> B1 8	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Lampiran 2 PROFIL PERUSAHAAN

Lampiran 3 DOKUMENTASI PENELITIAN

Lampiran 4 DATA HASIL PENGAMATAN

Lampiran 5 UJI KESERAGAMAN DATA

Lampiran 6 DATA PENGAMATAN TAMBAHAN DAN UJI KESERAGAMAN

DATANYA

Lampiran 7 PERHITUNGAN *RATING FACTOR* DAN *ALLOWANCE*

Lampiran 8 PERHITUNGAN *IDLE TIME* DAN *MAKESPAN* UNTUK URUTAN

JOB 1-3-2-4-5-6

Lampiran 9 ITERASI-ITERASI UNTUK MELAKUKAN PENGURUTAN *JOB*

PADA METODE CDS

Lampiran 10 PERHITUNGAN *IDLE TIME* DAN *MAKESPAN*

Lampiran 11 HASIL PENGEMBANGAN DARI NODE (34), (35), (36)

METODE *IGNALL-SCHARGE*

**PENJADWALAN PRODUKSI *FLOW SHOP* UNTUK MEMINIMALKAN
MAKESPAN DENGAN METODE CAMPBELL, DUDEK, AND SMITH
(CDS), METODE PALMER, METODE DANNENBRING, DAN METODE
IGNALL-SCHARGE (STUDI KASUS DI CV. BONJOR JAYA, KLATEN)**

Muhammad Khasanal Hamman
11660046

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

ABSTRAK

Penjadwalan adalah pengurutan pembuatan/pengerjaan produk secara menyeluruhan yang dikerjakan pada beberapa buah mesin. CV. Bonjor Jaya merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengecoran logam, dimana penjadwalan produksinya menerapkan sistem *First Come First Serve* (FCFS). Pada penelitian ini akan dicari kombinasi urutan pengerjaan produk yang menghasilkan nilai *makespan* paling minimal dengan metode *Campbell, Dudek & Smith* (CDS), metode *Palmer*, metode *Dannenbring*, dan metode *Ignall-Scharge*. Dengan metode *Campbell, Dudek & Smith* (CDS) menghasilkan urutan 6-5-3-4-2-1 dengan nilai *makespan* 140079.47 detik; 6-5-4-2-1-3 dengan nilai *makespan* 140150.45 detik; 6-5-4-2-3-1 dengan nilai *makespan* 140079.92 detik, dengan menggunakan metode *Palmer* menghasilkan urutan 1-3-2-4-5-6 dengan nilai *makespan* 140213.93 detik, dengan menggunakan metode *Dannenbring* menghasilkan urutan 6-5-4-2-3-1 dengan nilai *makespan* 140079.92 detik, dan dengan metode *Ignall-Scharge* menghasilkan urutan 3-2-4-5-6-1; 3-2-4-6-5-1; 3-2-5-4-6-1; 3-2-5-6-4-1; 3-2-6-4-5-1; 3-2-6-5-4-1; 3-4-2-5-6-1; 3-4-2-6-5-1; 3-4-5-2-6-1; 3-4-5-6-2-1; 3-4-6-2-5-1; 3-4-6-5-2-1; 3-5-2-4-6-1; 3-5-2-6-4-1; 3-5-4-2-6-1; 3-5-4-6-2-1; 3-5-6-2-4-1; 3-5-6-4-2-1; 3-6-2-4-5-1; 3-6-2-5-4-1; 3-6-4-2-5-1; 3-6-4-5-2-1; 3-6-5-2-4-1; 3-6-5-4-2-1 dengan nilai *makespan* 139717.27 detik. Berdasarkan nilai *makespan* yang diperoleh tersebut maka ditetapkan metode *Ignall-Scharge* adalah metode yang paling tepat diterapkan di perusahaan CV. Bonjor Jaya dengan dapat mengurangi nilai *makespan* sebesar 496.66 detik dari nilai *makespan* penjadwalan awal yang diterapkan perusahaan.

Kata Kunci: Penjadwalan, *First Come First Serve* (FCFS), *makespan*, *Campbell, Dudek & Smith* (CDS), *Palmer*, *Dannenbring*, *Ignall-Scharge*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Suatu perusahaan didirikan tentu dengan tujuan untuk memperoleh profit dari proses yang akan dilakukan oleh perusahaan tersebut. Untuk perusahaan-perusahaan yang melakukan aktifitas proses produksi mereka memaksimalkan keuntungan dengan memaksimalkan produksi tetapi menggunakan pengeluaran yang paling minimal. Produksi yang dalam bahasa Inggris disebut *production* ialah suatu kegiatan mengenai pembuatan produk baik berwujud fisik (*tangible products*) maupun berwujud jasa (*intangible products*) (Sinulingga, 2009). *Memaksimalkan* produksi tentu dilakukan dengan memperhatikan faktor-faktor seperti bahan baku, tenaga kerja, lingkungan kerja, serta keputusan yang diterapkan oleh perusahaan untuk proses jalannya produksi. Semua faktor tersebut harus diperlakukan dan diprioritaskan secara sama karena antara satu faktor dengan faktor yang lainnya saling membutuhkan dan melengkapi di dalam proses produksi.

Faktor-faktor di atas walaupun dianggap telah dalam kondisi yang baik namun kenyataannya masih banyak perusahaan yang tidak tercapai target produksinya. Target produksi yang tidak tercapai tersebut disebabkan oleh penjadwalan produksi yang kurang tepat. Waktu yang tersedia belum dapat dioptimalkan untuk menyelesaikan keseluruhan produk yang akan dikirim. Kriteria penjadwalan yang berdasarkan waktu ini dapat dibedakan atas

minimasi *makespan* dan pemenuhan *due date* (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 (Bedworth, 1987). Sedangkan *due date* merupakan batas waktu penyerahan produk oleh produsen yang ditetapkan oleh konsumen (Ginting, 2009).

Perusahaan yang melakukan aktivitas *safety stock* maka penjadwalan yang dilakukan untuk tercapainya target produksi adalah dengan meminimalkan *makespan*. Besar kecilnya *makespan* pada dasarnya ditentukan oleh penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan. Penjadwalan adalah pengurutan pembuatan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin (Ginting, 2009). Penjadwalan ini secara umum telah banyak diterapkan di perusahaan-perusahaan industri, namun tidak sedikit juga perusahaan yang belum menerapkan penjadwalan dengan memperhatikan besar kecilnya *makespan*. Kebanyakan perusahaan masih menerapkan sistem produksi *First Come First Serve* (FCFS), produk awal yang dipesan dikerjakan lebih dahulu dibandingkan produk selanjutnya. Beberapa contoh perusahaan yang sebagian masih menerapkan sistem produksi ini adalah perusahaan pengecoran logam, perusahaan *furniture*, dan perusahaan garmen.

CV. Bonjor Jaya merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengecoran logam, Klaten. Produk yang dihasilkan adalah semua produk yang berbahan baku *Fero Casting* (FC), *Fero Casting Dactile* (FCD) dan juga

alumunium, namun produk utamanya yaitu *Pulley V Belt* berbagai ukuran dari 2 inch – 45 inch dengan ukuran *belt A, B, C, D*. Selain produk utama, perusahaan juga mampu memenuhi pesanan dari *costumer* sesuai dengan bentuk, model, dan ukuran yang dipesan.

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan, penjadwalan produksi di CV. Bonjor Jaya secara umum masih berubah-ubah dan perubahannya cenderung dikarenakan pesanan yang masuk terlebih dahulu diprioritaskan untuk dikerjakan sedangkan pesanan yang lain dikerjakan setelahnya. Dampaknya ketika penjadwalan yang dilakukan kurang sesuai maka besarnya *makespan* dalam sistem produksi tersebut akan meningkat. Besarnya *makespan* menyebabkan bertambahnya waktu produksi perusahaan, sehingga sisa waktu produksi perusahaan menjadi sedikit untuk memproduksi produk yang lain.

Penyusunan jadwal produksi yang tepat dapat meminimalkan *makespan* sehingga waktu yang tersedia dapat digunakan untuk menyelesaikan semua produk dan keterlambatan pengiriman ke konsumen pun dapat dihindari. Untuk perusahaan seperti CV. Bonjor Jaya yang melakukan n buah pekerjaan dengan harus melalui m buah mesin secara berurutan terdapat beberapa metode yang umum digunakan untuk meminimalkan *makespan*. Terdapat 6 metode yang dapat digunakan untuk meminimalkan *makespan* tersebut yaitu: Algoritma *Campbell, Dudek, and Smith* (CDS), Algoritma *Nawaz, Enscore, and Ham* (NEH), metode *Ignall-Scharge*, Algoritma *Dannenbring*, metode *Palmer* dan Algoritma *Gupta*. Perbedaan dari keenam metode tersebut dalam

meminimalkan *makespan* adalah langkah/cara mencari kombinasi urutan pekerjaan dan juga jumlah *makespan* yang dapat diminimalkan. Sehingga dalam penggunaannya biasanya lebih dari satu metode untuk menyelesaikan penjadwalan pada sistem produksi agar dapat dipilih hasil *makespan* yang paling mendekati optimal.

Berdasarkan gambaran di atas maka penelitian ini mengangkat tema Penjadwalan produksi *flow shop* untuk meminimalkan *makespan* dengan metode CDS (*Campbell, Dudek, and Smith*), metode *Dannenbring*, metode *Palmer*, dan metode *Ignall-Scharge*. Penggunaan lebih dari satu metode dimaksudkan agar hasil kombinasi urutan *job* dapat lebih bervariasi sehingga nilai *makespan* yang dipilih dapat lebih minimal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang pada sub bab sebelumnya maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kombinasi urutan *job* dari masing-masing metode penjadwalan di CV. Bonjor Jaya?
2. Bagaimana hasil *makespan* dari masing-masing kombinasi urutan *job* tersebut?
3. Bagaimana urutan *job* yang memiliki nilai *makespan* minimal sehingga diperoleh metode terbaik?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dapat dicapai dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan kombinasi urutan *job* dari masing-masing metode penjadwalan yang digunakan.
2. Membantu menentukan hasil *makespan* dari masing-masing kombinasi urutan *job*.
3. Membantu menentukan urutan *job* yang memiliki nilai *makespan* paling minimal serta membantu menentukan metode terbaik yang dapat dipilih untuk dapat diterapkan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh perusahaan melalui penelitian ini yaitu:

1. Diperoleh beberapa kombinasi urutan *job* dari metode penjadwalan yang diterapkan yang kemudian dapat dipilih salah satunya dari urutan *job* tersebut.
2. Mengetahui masing-masing nilai *makespan* dari masing-masing urutan *job* yang diperoleh dari metode-metode penjadwalan tersebut.
3. Diperoleh urutan *job* dengan *makespan* paling minimal dan metode yang menghasilkan urutan *job* tersebut dapat diterapkan dalam penjadwalan proses produksi di CV. Bonjor Jaya.

1.5. Batasan Masalah dan Asumsi

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Pengumpulan data dilakukan di bagian produksi untuk jenis produk *Pulley V Belt* yang paling sering di *order* yaitu *Pulley B1 8, Pulley B2 8, Pulley B3 8, Pulley B2 10, Pulley B2 12*, dan *Pulley B3 12*.
2. Metode yang digunakan untuk meminimalkan *makespan* yaitu *Campbell, Dudek, and Smith* (CDS), metode *Dannenbring*, metode *Palmer*, dan metode *Ignall-Scharge*.

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengadaan dan ketersediaan bahan baku dianggap sanggup memenuhi kebutuhan produksi sehingga tidak mempengaruhi proses produksi yang sedang berlangsung.
2. Setiap tenaga kerja di stasiun kerja yang sama dianggap memiliki keahlian yang sama dalam melakukan proses penggerjaan produksi.
3. Waktu perpindahan atau waktu transportasi di dalam penelitian ini tidak diperhitungkan dan hanya waktu yang terjadi pada saat proses penggerjaan yang dilakukan pengukuran.
4. Proses pencairan baja tidak termasuk ke dalam waktu yang diukur dalam penelitian ini, titik awal pengukuran adalah ketika baja cair sudah siap digunakan untuk mengecor.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini tersusun atas 5 bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang masalah atau pokok permasalahan yang ada di lapangan, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan asumsi, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dicantumkan beberapa penelitian terdahulu untuk mengetahui perbandingan mengenai tujuan, metode, dan hasil analisa. Bab ini juga mencakup segala hal teori yang dapat dijadikan sebagai dasar bagi tema penelitian, langkah pelaksanaan penelitian, metode analisa, dan pembahasan yang dikutip dari beberapa pustaka yang ada.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang objek penelitian, jenis data yang digunakan, metode pengumpulan data, metode analisis data, dan kerangka alir penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi proses pengumpulan data, pengujian kecukupan dan keseragaman data, pengolahan data serta proses analisa dan

pembahasan penerapan dari masing-masing metode yang dipakai untuk mencapai tujuan dan manfaat penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini mencakup kesimpulan dari hasil analisa serta pembahasan penerapan dari masing-masing metode yang telah dilakukan, dan juga berisi saran-saran kepada pihak-pihak yang terkait dalam penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan mengenai penelitian ini sebagai berikut:

1. Empat metode yang digunakan untuk menyelesaikan penjadwalan produksi *flow shop* di CV. Bonjor Jaya menghasilkan beberapa kombinasi urutan *job* yang dikerjakan. Metode CDS (*Campbell, Dudek & Smith*) menghasilkan 3 kombinasi urutan *job* yaitu: 6-5-3-4-2-1; 6-5-4-2-1-3 dan 6-5-4-2-3-1, dengan menggunakan metode *Palmer* menghasilkan 1 kombinasi urutan *job* yaitu 1-3-2-4-5-6, dengan menggunakan metode *Dannenbring* menghasilkan 1 kombinasi urutan *job* yaitu 6-5-4-2-3-1, dan dengan menggunakan metode *Ignall-Scharge* menghasilkan 24 kombinasi urutan *job* yaitu 3-2-4-5-6-1; 3-2-4-6-5-1; 3-2-5-4-6-1; 3-2-5-6-4-1; 3-2-6-4-5-1; 3-2-6-5-4-1; 3-4-2-5-6-1; 3-4-2-6-5-1; 3-4-5-2-6-1; 3-4-5-6-2-1; 3-4-6-2-5-1; 3-4-6-5-2-1; 3-5-2-4-6-1; 3-5-2-6-4-1; 3-5-4-2-6-1; 3-5-4-6-2-1; 3-5-6-2-4-1; 3-5-6-4-2-1; 3-6-2-4-5-1; 3-6-2-5-4-1; 3-6-4-2-5-1; 3-6-4-5-2-1; 3-6-5-2-4-1; 3-6-5-4-2-1.
2. Masing-masing kombinasi urutan *job* menghasilkan nilai *makespan* baru yaitu, untuk urutan 6-5-3-4-2-1 dengan nilai *makespan* 140079.47 detik; 6-5-4-2-1-3 dengan nilai *makespan* 140150.45 detik; 6-5-4-2-3-1 dengan nilai *makespan* 140079.92 detik; 1-3-2-4-5-6 dengan nilai *makespan*

140213.93 detik; 6-5-4-2-3-1 dengan nilai *makespan* 140079.92 detik dan 3-2-4-5-6-1; 3-2-4-6-5-1; 3-2-5-4-6-1; 3-2-5-6-4-1; 3-2-6-4-5-1; 3-2-6-5-4-1; 3-4-2-5-6-1; 3-4-2-6-5-1; 3-4-5-2-6-1; 3-4-5-6-2-1; 3-4-6-2-5-1; 3-4-6-5-2-1; 3-5-2-4-6-1; 3-5-2-6-4-1; 3-5-4-2-6-1; 3-5-4-6-2-1; 3-5-6-2-4-1; 3-5-6-4-2-1; 3-6-2-4-5-1; 3-6-2-5-4-1; 3-6-4-2-5-1; 3-6-4-5-2-1; 3-6-5-2-4-1; 3-6-5-4-2-1 dengan nilai *makespan* 139717.27 detik.

3. Penjadwalan dengan metode *Ignall-Scharge* menghasilkan nilai *makespan* yang lebih minimal daripada nilai *makespan* yang dihasilkan penjadwalan yang diterapkan perusahaan sebelumnya maupun yang dihasilkan ketiga metode lainnya. Nilai *makespan* yang dihasilkan metode *Ignall-Scharge* lebih rendah 496.66 detik bila dibandingkan dengan hasil *makespan* dari penjadwalan yang telah diterapkan oleh perusahaan. Dengan demikian metode *Ignall-Scharge* yang paling baik untuk diterapkan di perusahaan CV. Bonjor Jaya untuk memproduksi jenis *Pulley B1 8, Pulley B2 8, Pulley B3 8, Pulley B2 10, Pulley B2 12, Pulley B3 12* dibandingkan tiga metode lainnya.

1.2. Saran

Skripsi ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang dapat disempurnakan kedepannya sehingga ada beberapa saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Penambahan metode untuk mencari *makespan* paling minimal. Seperti yang telah diketahui terdapat 6 metode yang biasa digunakan untuk mencari nilai *makespan* pada proses produksi *flow shop* dan dalam

penelitian ini baru digunakan 4 metode yaitu CDS (*Campbell, Dudek & Smith*), *Palmer, Dannenbring* dan *Ignall-Scharge*.

2. Penjadwalan dengan beberapa metode ini sebaiknya diikuti dengan pembuatan *software* nya karena belum semua metode telah memiliki *software* penyelesaiannya. *Software* ini berguna selain untuk memudahkan penyelesaian juga untuk memastikan ketepatan dan keakuratan perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryetta, Rizky. 2007. *Penjadwalan Mesin dengan Metode CDS (Campbell, Dudek, & Smith) dan Metode Palmer pada Bagian Casting Shop di PT. Indonesia Asahan Aluminium (INALUM)*. Tugas Akhir Sarjana Sains Terapan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Baker, Kenneth R. 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. New York: John Wiley and sons.
- Bedworth, David and James E Bailey. 1987. *Integrated Production Control System*. New York: John Wiley and sons.
- Christie, Ivania. 2006. *Usulan Perbaikan Penjadwalan Produksi dengan Meminimasi Makespan Pada Pembuatan Kabel Tipe NFA2X 2x10 mm² dan NFA2X 2x16 mm² di PT. Terang Kita*. Tugas Akhir Sarjana Teknik. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.
- Dewi, Gemala Dewi, Booby O.P. Soepangkat, dan Nurhadi siswanto. 2005. *Penjadwalan Pembuatan Box Aluminium untuk Meminimumkan Makespan (Studi Kasus di Perusahaan Karoseri ASN)*. Jurnal Program Pasca Sarjana Magister ITS ISBN: 979-99302-0-0.
- Ginting, Rosnani. 2009. *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Gozali, Lina, Lamto Widodo, dan Wendy. 2012. *Usulan Penjadwalan Job dengan Metode Campbell, Dudek, and Smith (CDS) dan Metode Nawaz, Enscore, and Ham (NEH) untuk Meminimasi Makespan Proses Stamping Part Isuzu*.

- di Line B PT XYZ. Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Tarumanagara Vol. 02 No. 05, Jan – Mar 2013.*
- Mangngenre, Saiful, Amrin Rapi, dan Wendy Flannery. 2013. *Penjadwalan Produksi dengan Metode Branch and Bound Pada PT. XYZ. Jurnal Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar. 90245.*
- Masruroh, Nisa. 2006. *Analisa Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith, Palmer, dan Dannenbring di PT. Loka Refraktoris Surabaya. Tugas Akhir Sarjana Teknik. Surabaya: UPN Veteran”.*
- Milad, Mohammad Khusnu, Bobby Oedy P. Soepangkat, dan Nurhadi Siswanto. 2006. *Penjadwalan Produksi di PT Meubel Jepara Probolinggo. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi III Program Studi MMT-ITS, Surabaya 4 Pebruari 2006.*
- Rachmadhani, Ivan dan Bobby Oedy P. Soepangkat. 2008. *Penjadwalan Produksi Flow Shop untuk Meminimalkan Makespan dan Memaksimalkan Utilitas (Studi Kasus PT SEP). Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VII Program Studi MMT-ITS, Surabaya 2 Pebruari 2008.*
- Shevasuthislp, Suntichai and Sivarak Intawong. 2009. *Improvement of Scheduling Efficiency Using Heuristic Methods and Simulation Technique in Electronic Assemblies Industry Production. Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2009 Vol II IMECS 2009, March 18 - 20, 2009, Hong Kong.*

Sinulingga, Sukaria. 2009. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Yogyakarta:

Graha Ilmu.

Triwahyuni, Shinta. 2006. *Usulan Sistem Penjadwalan Produksi Menggunakan*

Metode Branch and Bound oleh Ignall dan Schrage Pada PT. Setia

Pratama Lestari Pelletizing, Tangerang. Tugas Akhir Sarjana Teknik.

Jakarta: Universitas Bina Nusantara.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2008. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya:

Guna Widya

LAMPIRAN





INDUSTRI PENGECORAN LOGAM & PERMESINAN

BONJOR JAYA

Kurungbaru, Batur, Ceper, Klaten, Solo. Telp.(0272)551911 Fax. 551911

SURAT KETERANGAN

Dengan ini kami atas nama pimpinan Industri Pengecoran Logam dan Permesinan CV.

BONJOR JAYA, Ceper, Klaten Menerangkan bahwa:

Nama : Muhammad Khasanal Hamman

NIM : 11660046

Asal Instansi : UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Fakultas / jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Industri

adalah benar-benar telah melakukan pengambilan data di Perusahaan kami dalam penelitiannya dengan judul "**PENJADWALAN PRODUKSI FLOW SHOP UNTUK MEMINIMALIKAN MAKESPAN DENGAN METODE CAMPBELL, DUDEK, AND SMITH (CDS), METODE PALMER, METODE DANNENBRING, DAN METODE IGNALL-SCHARGE (STUDI KASUS DI CV. BONJOR JAYA, KLATEN)**", terhitung sejak tanggal 12 Mei – 1 Juni 2015.

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 1 juni 2015



LAMPIRAN 2

PROFIL PERUSAHAAN

CV. BONJOR JAYA merupakan perusahaan yang bergerak di bidang Pengecoran Logam Klaten, spesialis Pulley. Sebagai perusahaan Pengecoran Logam Klaten spesialis Pulley, CV. BONJOR JAYA terus melakukan inovasi produk dan juga meningkatkan kualitas produk. Pada tahun 2010 perusahaan telah mampu menggunakan mesin Induksi (induction furnace) sebagai jawaban atas tantangan peningkatan kualitas produk. Berikut profil singkat perusahaan:

Nama Perusahaan : CV. Bonjor Jaya

Kantor Pusat : Jalan Ceper – Pedan, Kurungbaru, Batur, Ceper, Klaten,
Solo 57465

Telp : (0272)551911

Fax : (0272)551911

Email : bonjor.jaya@yahoo.com

HP : 085647304596

VISI

Menjadi perusahaan yang produk-produknya dapat memberi manfaat, memenuhi permintaan dan harapan pelanggan, yang memprioritaskan pada tanggung jawab, etika dan profesionalisme.

MISI

1. Menjadikan perusahaan yang profesional dengan produk yang dihasilkan berkualitas tinggi.
2. Menciptakan budaya kerja yang beretika, berprinsip dan bertanggung jawab.

MOTTO

Prinsip AMANAH dan KEPERCAYAAN (saling Percaya) dipegang teguh perusahaan ini.

Produk

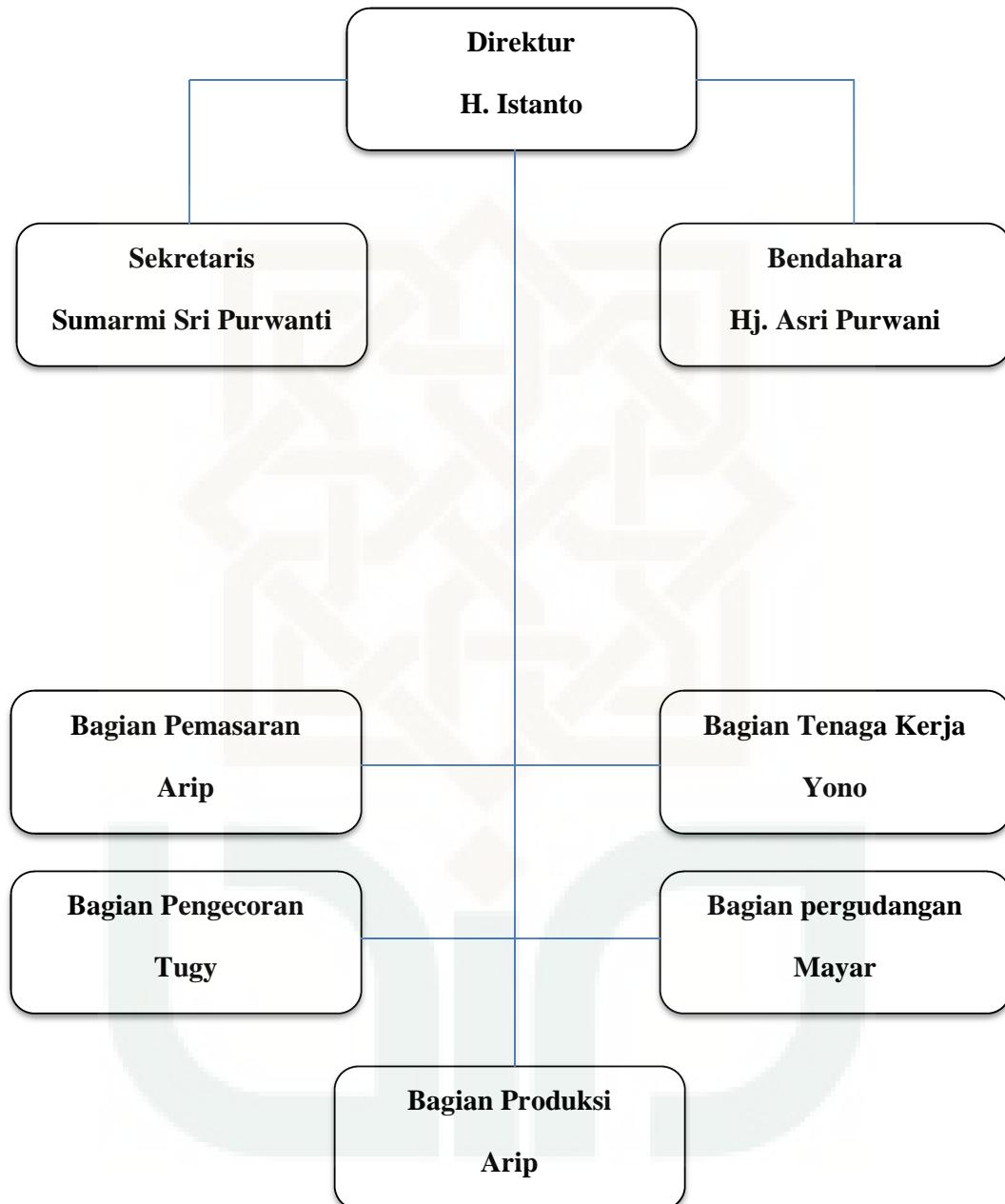
Semua produk yang berbahan baku besi cor (FC – Ferro Casting). Adapun produk unggulan yang diproduksi setiap hari adalah:

1. *Pullev V Belt*
2. Pompa (Pompa Sentrifugal, NS, Pompa Tambak, Pompa Dragon)

Adapun produk lain kami adalah:

1. Kipas atau *impeller*
2. Grill Manhole, Grill Tanaman, Grill Tangkapan Air
3. *Roof Drain*
4. Barbel fitness

Struktur Organisasi Perusahaan



LAMPIRAN 3

DOKUMENTASI PENELITIAN





Gambar Area Pembuatan Cetakan





Gambar Proses Pengecoran Pengecoran



Gambar Area Pembubutan



Gambar Area Pendempulan



Gambar Area Penyelepan/Penghalusan





Gambar Area Pengecatan



Gambar Area Penumpukan

LAMPIRAN 4

DATA HASIL PENGAMATAN

Pulley B1 8 (Stasiun Kerja Pembuatan Cetakan)						
Pengamatan Ke-I	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5	Elemen 6
1	68.12	215.65	46.56	361.12	50.71	25.18
2	73.21	196.71	48.7	380.36	48.8	24.03
3	70.83	191.25	49.32	371.64	48.16	24.7
4	74.03	208.11	46.69	364.28	49.27	24.56
5	69.57	187.34	46.11	382.31	50.07	26.18
6	70.35	190.13	48.92	381.83	50.31	25.87
7	69.13	184.94	47.01	368.97	50.22	26.23
8	69.87	211.13	48.58	379.73	51.17	24.58
9	74.71	193.36	49.73	373.37	48.9	24.82
10	68.93	198.78	48.81	375.53	48.59	25.38
R	6.59	30.71	3.62	21.19	3.01	2.20
X	70.88	197.74	48.04	373.91	49.62	25.15
R/X	0.09	0.16	0.08	0.06	0.06	0.09

Pulley B1 8 (Stasiun Kerja Pengecoran)					
Pengamatan Ke-I	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5
1	14.27	10.78	21600	46.74	39.8
2	14.31	8.96	22500	44.32	41.16
3	13.92	10.82	26100	46.56	38.81
4	14.11	8.67	22320	48.81	40.62
5	14.78	9.16	25200	45.48	40.53
6	14.6	9.36	25200	46.53	39.92
7	15.14	10.35	20400	44.96	39.8
8	14.8	8.77	21600	48.04	38.95
9	14.43	9.07	20700	45.76	40.02
10	14.5	9.27	22500	46.23	39.5
R	1.22	2.15	5700.00	4.49	2.35
X	14.49	9.52	22812.00	46.34	39.91
R/X	0.08	0.23	0.25	0.10	0.06

Pulley B1 8 (Stasiun Pembubutan)			
Pengamatan Ke-I	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1.00	90.13	149.87	67.21
2.00	89.56	150.44	67.80
3.00	88.70	138.30	66.05
4.00	89.26	140.74	65.90
5.00	91.03	138.97	65.84
6.00	88.81	141.19	66.70
7.00	90.67	149.33	66.15
8.00	89.19	144.27	66.26
9.00	89.66	146.35	65.98
10.00	90.52	142.39	67.30
R	2.33	12.14	1.96
X	89.75	144.19	66.52
R/X	0.03	0.08	0.03

Pulley B1 8 (Stasiun Pendempulan)		
Pengamatan Ke-I	Elemen 1	Elemen 2
1.00	10.36	141.21
2.00	9.17	130.18
3.00	10.26	128.13
4.00	10.77	132.57
5.00	10.05	137.29
6.00	9.87	125.17
7.00	11.30	129.61
8.00	10.81	137.82
9.00	10.74	140.18
10.00	9.69	136.73
R	2.13	16.04
X	10.30	133.89
R/X	0.21	0.12

Pulley B1 8 (Stasiun Penghalusan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1.00	121.32
2.00	128.67
3.00	124.03
4.00	128.08
5.00	127.17
6.00	122.30
7.00	126.47
8.00	123.76
9.00	121.81
10.00	125.66
R	7.35
X	124.93
R/X	0.06

Pulley B1 8 (Stasiun Pengecatan)			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1.00	13.73	6.27	319.21
2.00	12.36	5.95	317.81
3.00	12.77	6.17	306.24
4.00	12.91	6.41	309.79
5.00	13.23	5.34	312.18
6.00	13.37	5.18	311.82
7.00	12.71	5.51	318.66
8.00	12.56	5.48	309.41
9.00	13.17	5.33	316.46
10.00	12.58	6.08	314.12
R	1.37	1.23	12.97
X	12.94	5.77	313.57
R/X	0.11	0.21	0.04

Pulley B1 8 (Stasiun Penyimpanan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1.00	8.87
2.00	9.03
3.00	8.13
4.00	10.17
5.00	8.87
6.00	8.12
7.00	9.66
8.00	10.01
9.00	9.67
10.00	8.79
R	2.05
X	9.13
R/X	0.22

Pulley B2 8 (Stasiun Pembuatan Cetakan)						
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5	Elemen 6
1.00	73.13	185.43	45.03	378.40	48.51	26.80
2.00	68.40	210.21	47.71	366.38	48.39	26.36
3.00	72.84	214.15	46.45	373.45	50.47	24.93
4.00	70.16	193.67	45.96	369.77	48.59	25.12
5.00	71.43	203.80	48.87	370.16	49.14	24.78
6.00	69.26	208.94	48.17	374.12	50.11	25.10
7.00	70.18	197.43	45.52	368.05	48.69	25.83
8.00	68.76	188.71	44.98	371.36	47.93	26.90
9.00	72.55	213.67	48.04	377.38	49.17	27.08
10.00	68.32	204.33	46.17	373.88	50.01	24.88
R	4.81	28.72	3.89	12.02	2.54	2.30
X	70.50	202.03	46.69	372.30	49.10	25.78
R/X	0.07	0.14	0.08	0.03	0.05	0.09

Pulley B2 8 (Stasiun Pengecoran)					
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5
1.00	13.90	9.66	21600.00	48.15	38.11
2.00	13.83	9.70	22500.00	46.25	41.89
3.00	14.52	8.27	26100.00	44.16	38.17
4.00	14.05	10.03	22320.00	48.29	39.23
5.00	14.70	10.14	25200.00	47.38	40.42
6.00	15.13	8.87	25200.00	44.73	40.63
7.00	13.81	8.96	20400.00	48.40	40.71
8.00	13.63	9.54	21600.00	47.18	38.28
9.00	14.86	10.13	20700.00	47.13	41.51
10.00	15.21	10.50	22500.00	44.28	39.17
R	1.58	2.23	5700.00	4.24	3.78
X	14.36	9.58	22812.00	46.60	39.81
R/X	0.11	0.23	0.25	0.09	0.09

Pulley B2 8 (Stasiun Pembubutan)			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1.00	125.67	225.33	139.20
2.00	130.19	217.81	112.87
3.00	120.43	223.43	131.14
4.00	124.67	230.33	128.81
5.00	129.13	209.87	121.19
6.00	126.47	212.19	118.75
7.00	130.12	220.73	131.70
8.00	126.13	214.31	126.43
9.00	128.03	228.61	123.61
10.00	128.87	216.23	114.22
R	9.76	20.46	26.33
X	126.97	219.88	124.79
R/X	0.08	0.09	0.21

Pulley B2 8 (Stasiun Pendempulan)		
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1.00	10.21	153.43
2.00	11.03	148.23
3.00	11.14	140.14
4.00	10.70	150.22
5.00	10.26	142.13
6.00	10.35	134.27
7.00	10.64	138.87
8.00	9.97	137.98
9.00	12.03	141.17
10.00	10.59	144.03
R	2.06	19.16
X	10.69	143.05
R/X	0.19	0.13

Pulley B2 8 (Stasiun Penghalusan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1.00	130.51
2.00	128.23
3.00	128.14
4.00	135.66
5.00	131.89
6.00	133.72
7.00	130.33
8.00	135.42
9.00	129.36
10.00	132.16
R	7.52
X	131.54
R/X	0.06

Pulley B2 8 (Stasiun Pengecatan)			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1.00	10.88	6.21	312.03
2.00	13.27	6.20	315.89
3.00	12.61	6.19	314.22
4.00	12.65	6.77	314.67
5.00	10.27	6.34	313.02
6.00	13.40	6.17	316.11
7.00	12.80	7.18	315.41
8.00	12.19	6.39	315.25
9.00	13.09	7.80	314.65
10.00	12.03	7.42	312.20
R	3.13	1.63	4.08
X	12.32	6.67	314.35
R/X	0.25	0.24	0.01

Pulley B2 8 (Stasiun Penyimpanan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1.00	8.69
2.00	9.99
3.00	8.35
4.00	9.67
5.00	9.14
6.00	10.56
7.00	8.98
8.00	8.41
9.00	9.75
10.00	10.22
R	2.21
X	9.38
R/X	0.24

Pulley B3 8 (Stasiun Pembuatan Cetakan)1						
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5	Elemen 6
1.00	73.64	190.97	44.72	369.23	51.10	22.04
2.00	69.24	189.31	46.29	364.58	50.64	26.40
3.00	68.55	205.74	44.41	364.07	48.03	24.88
4.00	72.07	206.29	47.89	365.53	50.43	24.57
5.00	70.49	201.73	49.34	370.03	49.86	23.07
6.00	73.91	193.31	44.85	373.53	49.39	22.62
7.00	73.35	194.78	45.42	364.11	52.88	23.12
8.00	69.65	196.35	45.89	365.56	51.38	23.77
9.00	69.09	195.81	46.49	372.29	48.96	23.19
10.00	72.56	199.22	46.95	370.80	49.48	25.73
R	5.36	16.98	4.93	9.46	4.85	4.36
X	71.26	197.35	46.23	367.97	50.22	23.94
R/X	0.08	0.09	0.11	0.03	0.10	0.18

Pulley B3 8 (Stasiun Pengecoran)					
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5
1.00	13.64	9.49	21600.00	47.57	41.49
2.00	14.94	8.86	22500.00	47.81	42.89
3.00	13.41	9.23	26100.00	47.31	42.24
4.00	13.98	10.68	22320.00	49.66	40.70
5.00	13.43	10.05	25200.00	48.10	41.15
6.00	14.86	10.71	25200.00	50.54	41.61
7.00	15.19	9.97	20400.00	49.83	43.07
8.00	15.58	8.75	21600.00	49.25	40.56
9.00	13.96	10.84	20700.00	47.62	42.99
10.00	15.96	9.16	22500.00	48.93	42.52
R	2.55	2.09	5700.00	3.23	2.51
X	14.50	9.77	22812.00	48.66	41.92
R/X	0.18	0.21	0.25	0.07	0.06

Pulley B3 8 (Stasiun Pembubutan)			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1.00	90.34	155.74	95.38
2.00	101.66	157.00	96.78
3.00	93.96	160.37	100.19
4.00	89.52	155.72	93.65
5.00	94.98	155.08	94.06
6.00	95.22	156.37	94.50
7.00	94.53	160.68	98.90
8.00	94.76	157.22	101.34
9.00	99.04	157.63	97.80
10.00	93.50	158.01	95.21
R	12.14	5.60	7.69
X	94.75	157.38	96.78
R/X	0.13	0.04	0.08

Pulley B3 8 (Stasiun Pendempulan)		
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1.00	8.99	132.20
2.00	9.43	135.48
3.00	8.64	140.86
4.00	9.86	130.41
5.00	10.07	131.77
6.00	8.73	139.11
7.00	8.61	134.56
8.00	9.23	134.94
9.00	10.57	137.34
10.00	10.93	131.72
R	2.32	10.45
X	9.51	134.84
R/X	0.24	0.08

Pulley B3 8 (Stasiun Penghalusan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1.00	128.70
2.00	119.19
3.00	125.73
4.00	124.29
5.00	120.67
6.00	121.19
7.00	124.53
8.00	128.94
9.00	128.39
10.00	120.74
R	9.75
X	124.24
R/X	0.08

Pulley B3 8 (Stasiun Pengecatan)			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1.00	12.94	5.29	301.35
2.00	11.34	5.56	312.71
3.00	13.59	6.29	314.99
4.00	13.59	6.47	309.30
5.00	12.93	5.23	311.63
6.00	12.43	5.57	312.03
7.00	12.66	6.01	306.40
8.00	13.59	6.37	302.84
9.00	12.84	5.68	313.20
10.00	11.06	6.10	315.56
R	2.53	1.24	14.21
X	12.70	5.86	310.00
R/X	0.20	0.21	0.05

Pulley B3 8 (Stasiun Penyimpanan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1.00	12.17
2.00	11.46
3.00	9.94
4.00	10.44
5.00	11.99
6.00	11.37
7.00	12.55
8.00	11.25
9.00	10.58
10.00	9.99
R	2.61
X	11.17
R/X	0.23

Pulley B2 10 (Stasiun Pembuatan Cetakan)						
Pengamatan Ke –i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5	Elemen 6
1.00	75.17	240.60	49.77	403.23	49.66	26.23
2.00	80.60	220.73	50.16	420.16	52.12	28.61
3.00	77.39	236.14	47.43	398.18	51.14	30.73
4.00	79.44	224.24	48.27	435.09	49.23	28.40
5.00	75.31	215.36	49.89	433.73	50.67	29.30
6.00	75.26	219.43	49.90	428.21	52.28	28.62
7.00	77.81	231.88	50.61	450.26	52.32	26.37
8.00	79.93	227.93	51.78	444.43	49.48	30.49
9.00	79.29	238.71	48.37	437.38	50.61	30.56
10.00	75.30	253.67	48.32	415.51	49.91	28.28
R	5.43	38.31	4.35	52.08	3.09	4.50
X	77.55	230.87	49.45	426.62	50.74	28.76
R/X	0.07	0.17	0.09	0.12	0.06	0.16

Pulley B2 10 (Stasiun Pengecoran)					
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5
1.00	13.27	9.98	21600.00	47.26	43.70
2.00	14.63	10.70	22500.00	48.61	40.49
3.00	13.93	10.31	26100.00	49.65	41.30
4.00	15.80	10.24	22320.00	47.34	43.46
5.00	14.73	9.33	25200.00	50.59	40.71
6.00	14.60	11.01	25200.00	48.66	43.83
7.00	14.39	10.93	20400.00	48.78	43.63
8.00	13.99	11.20	21600.00	49.51	41.13
9.00	15.68	11.36	20700.00	47.63	41.26
10.00	15.13	10.42	22500.00	50.87	42.73
R	2.53	2.03	5700.00	3.61	3.34
X	14.62	10.55	22812.00	48.89	42.22
R/X	0.17	0.19	0.25	0.07	0.08

Pulley B2 10 (Stasiun Pembubutan)			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1.00	115.63	233.73	135.69
2.00	110.07	226.41	123.77
3.00	125.82	239.53	139.31
4.00	114.69	234.12	140.43
5.00	109.88	229.05	126.14
6.00	111.24	230.77	129.03
7.00	124.36	234.69	134.69
8.00	119.93	222.70	137.81
9.00	121.12	227.27	140.78
10.00	125.46	232.42	127.33
R	15.94	16.83	17.01
X	117.82	231.07	133.50
R/X	0.14	0.07	0.13

Pulley B2 10 (Stasiun Pendempulan)		
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1.00	8.78	148.30
2.00	10.16	130.23
3.00	11.04	133.67
4.00	8.69	144.43
5.00	9.22	138.21
6.00	9.72	140.05
7.00	10.43	147.44
8.00	10.46	129.19
9.00	10.24	136.78
10.00	9.93	147.07
R	2.35	19.11
X	9.87	139.54
R/X	0.24	0.14

Pulley B2 10 (Stasiun Penghalusan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1.00	138.92
2.00	129.67
3.00	142.22
4.00	136.40
5.00	130.39
6.00	135.62
7.00	130.71
8.00	128.28
9.00	135.19
10.00	133.23
R	13.94
X	134.06
R/X	0.10

Pulley B2 10 (Stasiun Pengecatan)			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1.00	12.67	5.23	315.80
2.00	12.54	6.29	318.78
3.00	14.77	5.31	316.12
4.00	13.90	5.20	310.26
5.00	13.84	5.67	320.15
6.00	12.85	6.30	316.28
7.00	13.21	5.33	318.22
8.00	13.55	5.60	320.42
9.00	14.03	6.17	312.57
10.00	13.57	6.23	314.18
R	2.23	1.10	10.16
X	13.49	5.73	316.28
R/X	0.17	0.19	0.03

Pulley B2 10 (Stasiun Penyimpanan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1.00	9.26
2.00	9.19
3.00	10.32
4.00	10.46
5.00	11.59
6.00	9.77
7.00	11.08
8.00	11.62
9.00	9.17
10.00	10.61
R	2.45
X	10.31
R/X	0.24

Pulley B2 12 (Stasiun Pembuatan Cetakan)						
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5	Elemen 6
1.00	81.33	276.13	55.63	524.32	55.04	31.51
2.00	90.15	242.15	51.12	485.11	53.68	26.30
3.00	84.32	280.05	50.30	515.93	50.51	30.15
4.00	87.05	265.39	55.12	501.02	55.34	30.69
5.00	88.70	270.05	53.16	489.27	49.99	28.12
6.00	82.65	275.62	51.22	519.24	49.17	27.81
7.00	82.15	245.00	51.90	506.05	54.22	27.12
8.00	83.07	277.16	55.62	517.16	51.31	27.33
9.00	89.60	260.92	53.12	492.69	54.51	28.05
10.00	84.31	244.68	52.56	498.55	54.13	28.85
R	8.82	37.90	5.33	39.21	6.17	5.21
X	85.33	263.72	52.98	504.93	52.79	28.59
R/X	0.10	0.14	0.10	0.08	0.12	0.18

Pulley B2 12 (Stasiun Pengecoran)					
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5
1.00	14.16	12.04	21600.00	48.12	44.22
2.00	14.36	11.62	22500.00	51.02	45.13
3.00	15.03	11.64	26100.00	49.11	43.71
4.00	14.93	11.31	22320.00	48.57	44.65
5.00	15.52	10.63	25200.00	49.67	45.10
6.00	15.28	11.60	25200.00	49.31	45.01
7.00	14.78	10.35	20400.00	50.89	44.90
8.00	14.71	12.53	21600.00	48.77	45.21
9.00	14.08	12.39	20700.00	50.12	43.87
10.00	14.53	12.01	22500.00	50.34	43.19
R	1.44	2.18	5700.00	2.90	2.02
X	14.74	11.61	22812.00	49.59	44.50
R/X	0.10	0.19	0.25	0.06	0.05

Pulley B2 12 (Stasiun Pembubutan)			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1.00	116.70	243.05	131.18
2.00	124.17	231.73	128.83
3.00	120.30	245.62	134.93
4.00	129.04	230.19	125.23
5.00	118.56	247.24	120.69
6.00	115.52	242.70	127.70
7.00	126.31	240.81	134.82
8.00	130.42	238.29	130.19
9.00	117.67	239.63	131.80
10.00	118.83	246.85	127.28
R	14.90	17.05	14.24
X	121.75	240.61	129.27
R/X	0.12	0.07	0.11

Pulley B2 12 (Stasiun Pendempulan)		
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1.00	11.03	153.04
2.00	10.41	159.94
3.00	10.15	157.82
4.00	9.72	150.17
5.00	11.81	151.43
6.00	11.29	153.57
7.00	10.33	159.39
8.00	11.43	156.65
9.00	9.93	150.05
10.00	10.03	153.97
R	2.09	9.89
X	10.61	154.60
R/X	0.20	0.06

Pulley B2 12 (Stasiun Penghalusan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1.00	142.73
2.00	138.54
3.00	135.63
4.00	140.25
5.00	170.19
6.00	143.44
7.00	139.93
8.00	138.86
9.00	143.71
10.00	135.63
R	34.56
X	142.89
R/X	0.24

Pulley B2 12 (Stasiun Pengecatan)			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1	13.9	6.04	354.22
2	14.67	7.7	349.69
3	12.83	6.01	350.23
4	13.27	6.44	359.28
5	13.04	6.95	352.66
6	13.51	6.32	347.27
7	14.19	6.29	353.33
8	12.34	7.55	344.17
9	14.28	7.67	358.09
10	14.24	6.66	348.08
R	2.33	1.69	15.11
X	13.627	6.763	351.702
R/X	0.170984	0.249889	0.042963

Pulley B2 12 (Stasiun Penyimpanan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1	11.22
2	12.24
3	10.19
4	10.36
5	12.31
6	11.48
7	11.93
8	11.87
9	12.57
10	10.44
R	2.38
X	11.461
R/X	0.207661

Pulley B3 12 (Stasiun Pembuatan Cetakan)						
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5	Elemen 6
1	83.2	253.29	56.9	515.69	49.27	31.44
2	81.19	281.22	59.83	501.88	49.6	31.16
3	87.26	267.6	54.17	530.8	53.99	32.07
4	82.77	270.13	55.09	527.27	50.31	28.8
5	89.83	262.89	59.28	525.3	54.27	30.54
6	88.92	259.39	54.66	516.44	52.65	31.29
7	81.12	273.71	57.51	506.41	52.43	32.33
8	84.36	278.52	56.49	517.57	50.83	31.67
9	85.41	269.04	56.28	529.85	49.87	31.41
10	84.93	275.14	58.93	522.9	54.69	30.03
R	8.71	27.93	5.66	28.92	5.42	3.53
X	84.899	269.093	56.914	519.411	51.791	31.074
R/X	0.102592	0.103793	0.099448	0.055678	0.104651	0.1136

<i>Pulley B3 12 (Stasiun Pengecoran)</i>					
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5
1	14.07	11.67	21600	54.2	43.23
2	14.82	12.42	22500	51.73	45.16
3	15.61	12.55	26100	50.69	40.29
4	14.27	12.83	22320	53.85	44.8
5	13.63	13.49	25200	53.07	45.73
6	14.24	13.12	25200	50.27	45.16
7	15.9	11.09	20400	53.24	43.08
8	15.87	12.89	21600	52.29	42.73
9	14.24	13.93	20700	50.36	40.68
10	13.31	13.07	22500	50.39	45.96
R	2.59	2.84	5700	3.93	5.67
X	14.596	12.706	22812	52.009	43.682
R/X	0.177446	0.223516	0.249868	0.075564	0.129802

<i>Pulley B3 12 (Stasiun Pembubutan)</i>			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1	119.55	263.08	132.73
2	125.67	279.11	128.93
3	126.21	264.91	131.11
4	132.26	270.87	127.02
5	131.07	267.66	126.29
6	130.83	274.54	133.11
7	131.29	271.38	130.94
8	132.93	273.17	131.12
9	128.01	272.22	133.69
10	130.88	275.41	129.8
R	13.38	16.03	7.4
X	128.87	271.235	130.474
R/X	0.103826	0.0591	0.056716

Pulley B3 12 (Stasiun Pendempulan)		
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2
1	12.6	169
2	11.73	170.27
3	10.29	177.88
4	12.22	180.01
5	12.31	169.58
6	10.68	172.27
7	11.77	173.69
8	12.02	170.22
9	12.6	178.12
10	12.53	174.32
R	2.31	11.01
X	11.875	173.536
R/X	0.194526	0.063445

Pulley B3 12 (Stasiun Penghalusan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1	156.31
2	145.52
3	150.43
4	149.29
5	147.76
6	153.24
7	149.67
8	146.93
9	154.04
10	151.29
R	10.79
X	150.448
R/X	0.071719

Pulley B3 12 (Stasiun Pengecatan)			
Pengamatan Ke-i	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
1	14.92	7.2	361.27
2	15.11	6.29	349.62
3	14.07	6.92	355.96
4	15.69	7.32	345.41
5	14.24	6.42	360.21
6	14.35	6.4	359.15
7	13.72	6.39	347.24
8	15.19	7.76	363.51
9	14.27	7.88	351.71
10	14.99	6.21	356.94
R	1.97	1.67	18.1
X	14.655	6.879	355.102
R/X	0.134425	0.242768	0.050971

Pulley B3 12 (Stasiun Penyimpanan)	
Pengamatan Ke-i	Elemen 1
1	12.67
2	13.23
3	10.29
4	12.03
5	12.6
6	11.98
7	13.09
8	13.18
9	12.11
10	13.33
R	3.04
X	12.451
R/X	0.244157

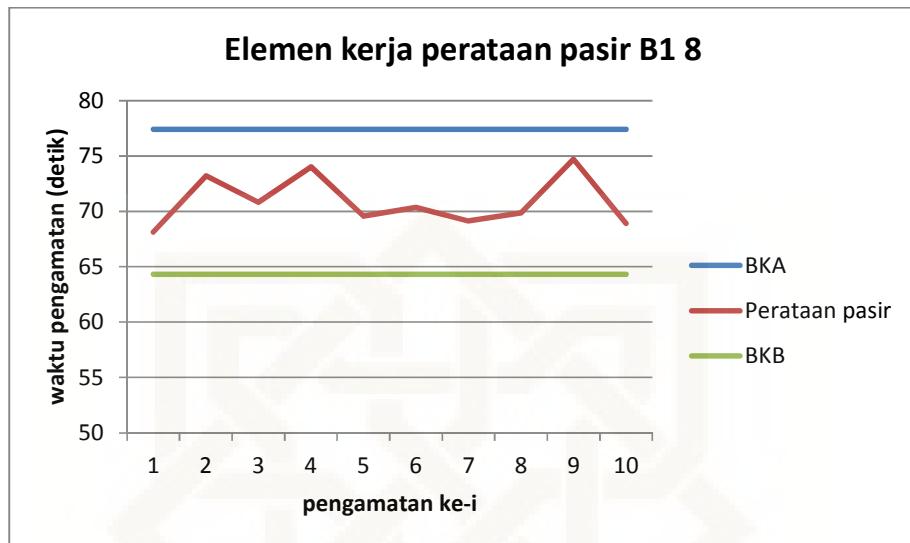
LAMPIRAN 5

UJI KESERAGAMAN DATA

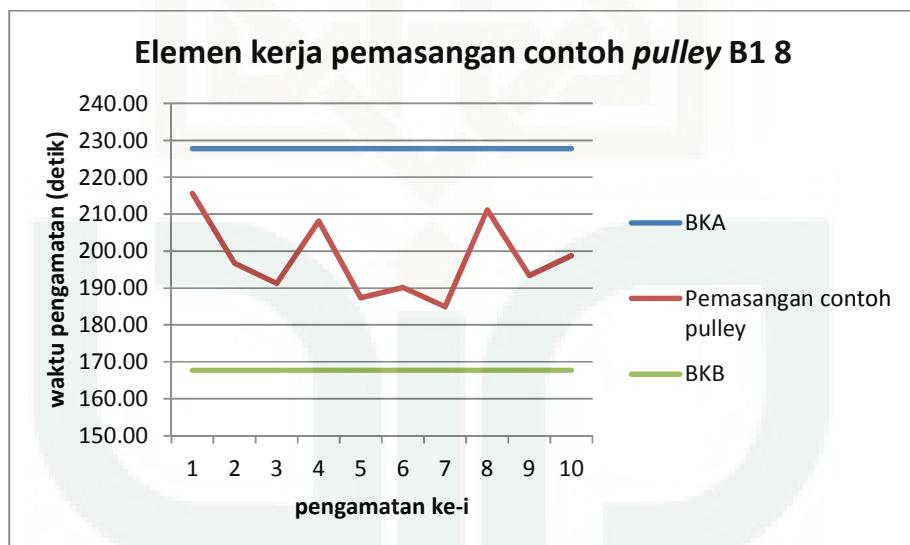
Hasil Perhitungan Uji Keseragaman Data Produk pulley B1 8

		$\sum Xi$	rata-rata	σ	BKA	BKB	N
Pembuatan cetakan	Perataan Pasir	708.75	70.88	2.18	77.41	64.34	10.00
	Pemasangan contoh pulley	1977.40	197.74	10.00	227.75	167.73	10.00
	Pemberian bubuk pemisah	480.43	48.04	1.24	51.76	44.32	10.00
	Pemasangan kotak cetakan	3739.14	373.91	7.05	395.08	352.75	10.00
	Pemberian air	496.20	49.62	0.96	52.49	46.75	10.00
	Pelepasan contoh pulley	251.53	25.15	0.71	27.28	23.02	10.00
Pengecoran	Penuangan baja ke ember tuang	144.86	14.49	0.34	15.51	13.46	10.00
	Penuangan ke cetakan	95.21	9.52	0.77	11.84	7.20	10.00
	Pengerasan produk	228120.00	22812.00	1893.91	28493.73	17130.27	10.00
	Pengangkatan pasca cor	463.43	46.34	1.28	50.17	42.51	10.00
	Pembersihan	399.11	39.91	0.69	41.99	37.84	10.00
Pembubutan	Pembubutan sisi kanan	897.53	89.75	0.76	92.04	87.47	10.00
	Pembuatan bantalan belt	1441.85	144.19	4.34	157.21	131.16	10.00
	Pembubutan sisi kiri	665.19	66.52	0.66	68.49	64.55	10.00
Pendempulan	Pengecekan	103.02	10.30	0.60	12.10	8.51	10.00
	Pemberian dempul	1338.89	133.89	5.21	149.51	118.26	10.00
Penghalusan	Penyelepan	1249.27	124.93	2.52	132.50	117.36	10.00
Pengecatan	Penyelupan	129.39	12.94	0.40	14.15	11.72	10.00
	Pengangkatan pasca celup	57.72	5.77	0.43	7.05	4.49	10.00
	Pengeringan	3135.70	313.57	4.18	326.11	301.03	10.00
Penyimpanan	Penumpukan	91.32	9.13	0.69	11.19	7.07	10.00

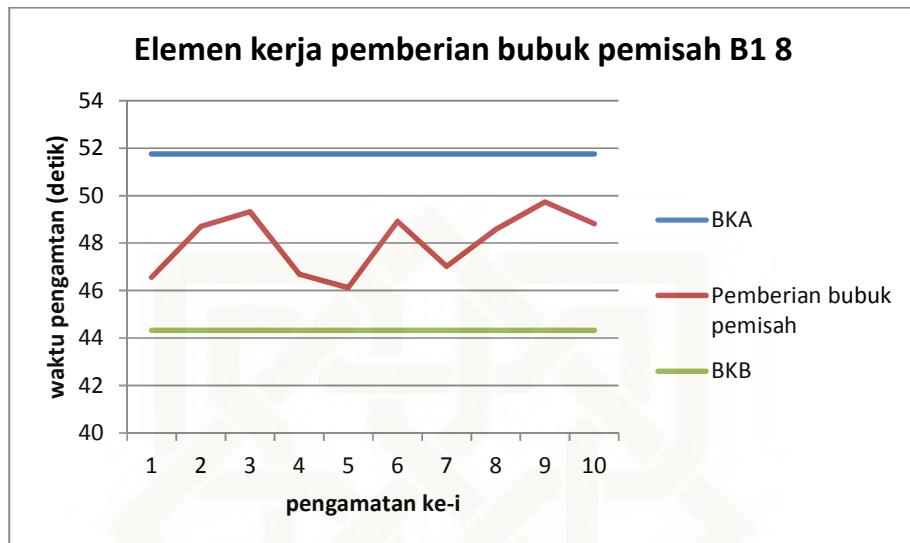
Grafik uji keseragaman data elemen kerja perataan pasir *Pulley B1 8*



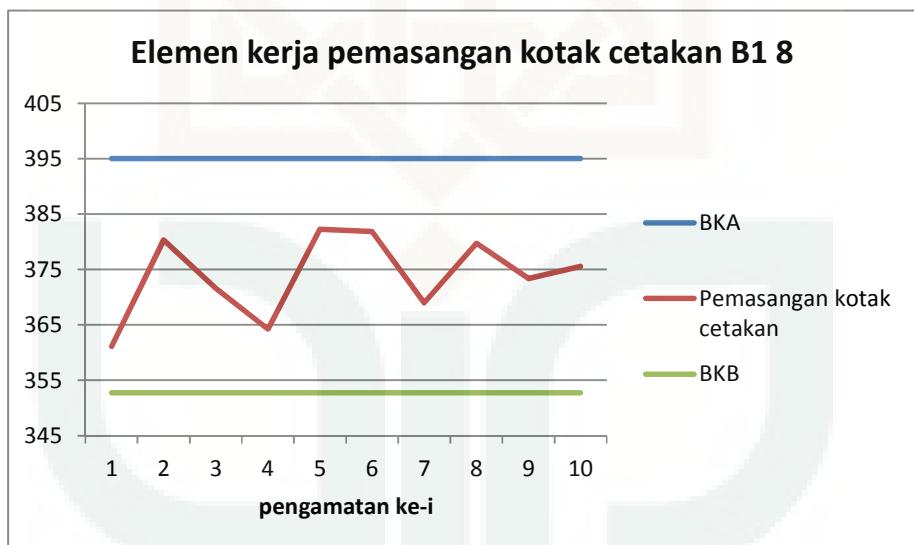
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan contoh *Pulley B1 8*



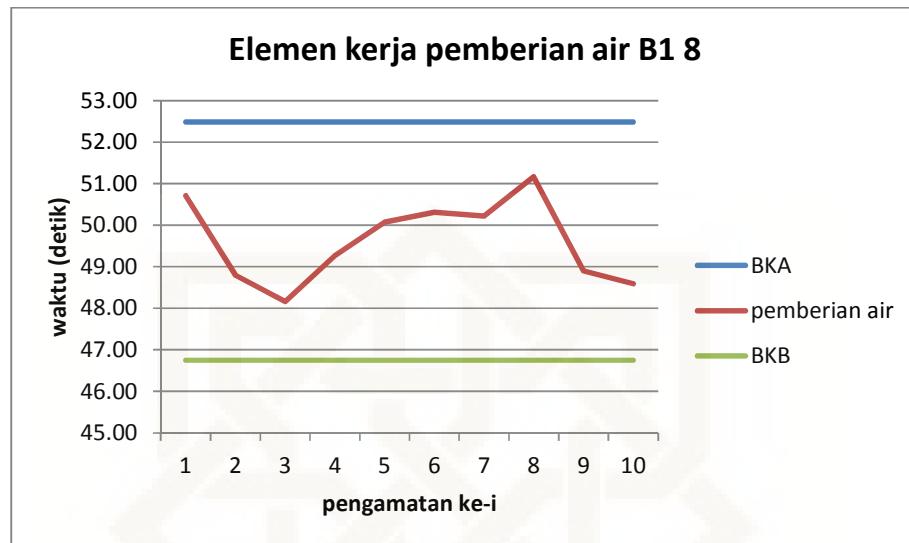
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian bubuk pemisah Pulley B1 8



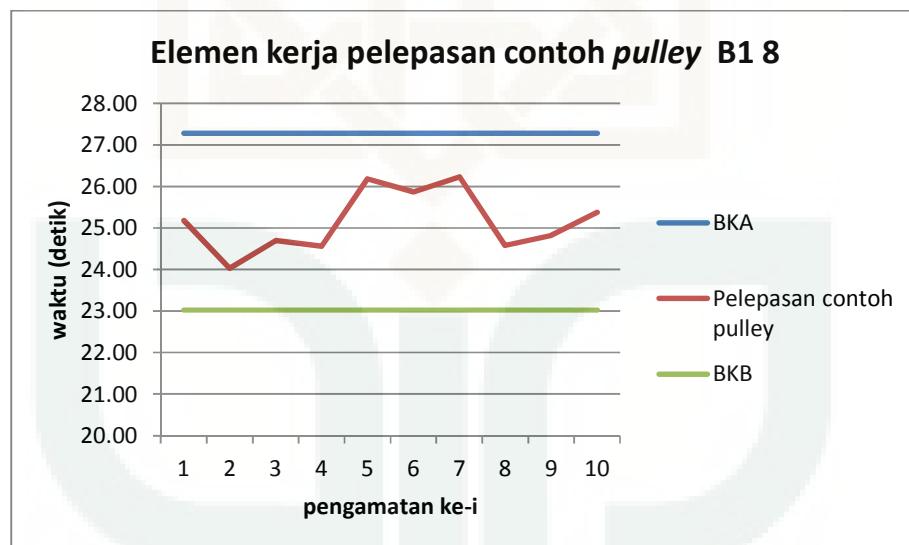
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan kotak cetakan Pulley B1 8



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian air *Pulley* B1 8

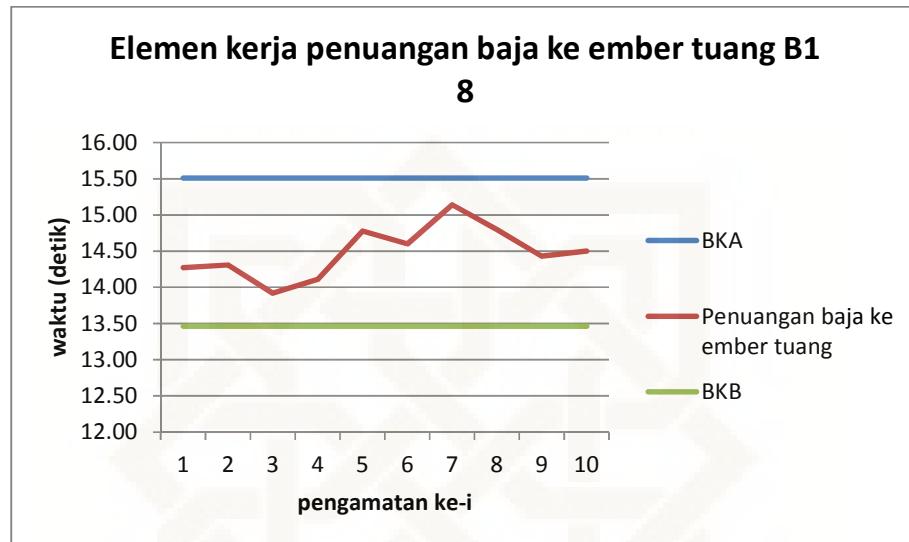


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pelepasan contoh *Pulley* B1 8

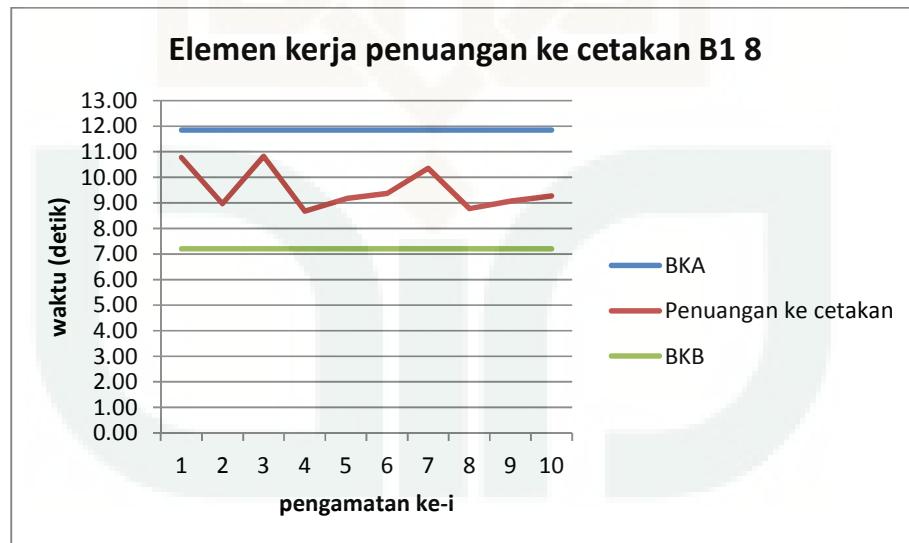


Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan baja ke ember tuang

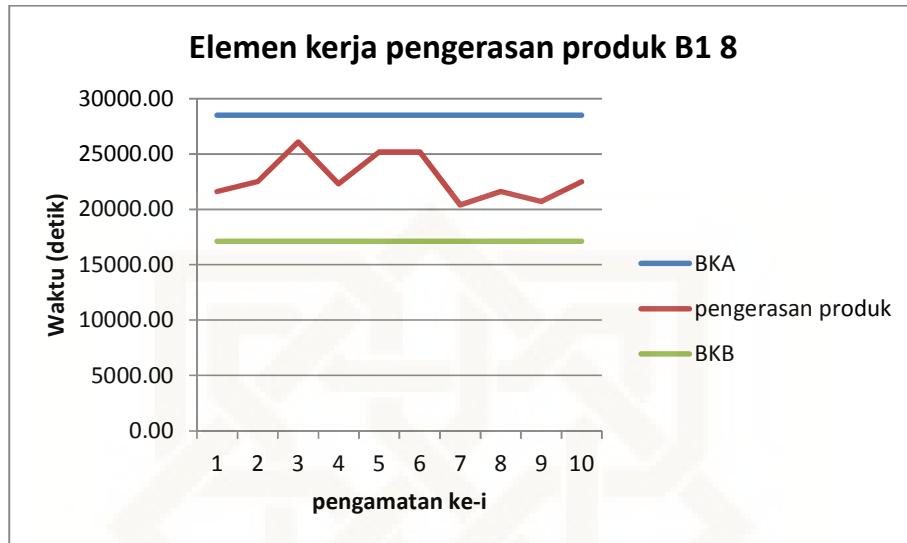
Pulley B1 8



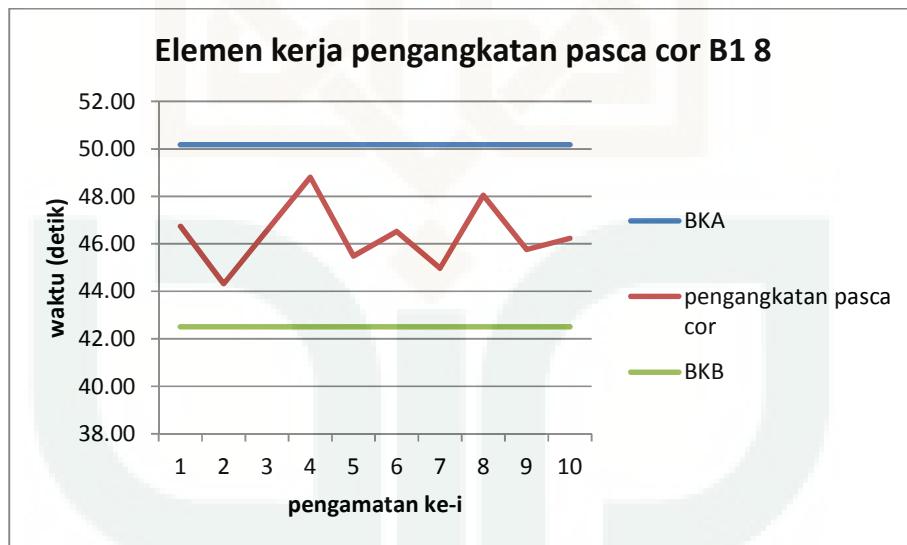
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan ke cetakan Pulley B1 8



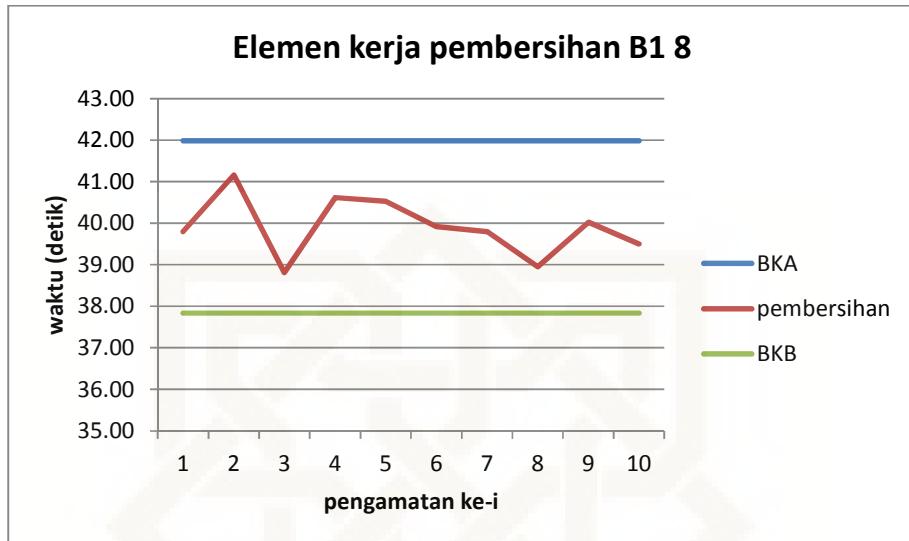
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengerasan produk *Pulley* B1 8



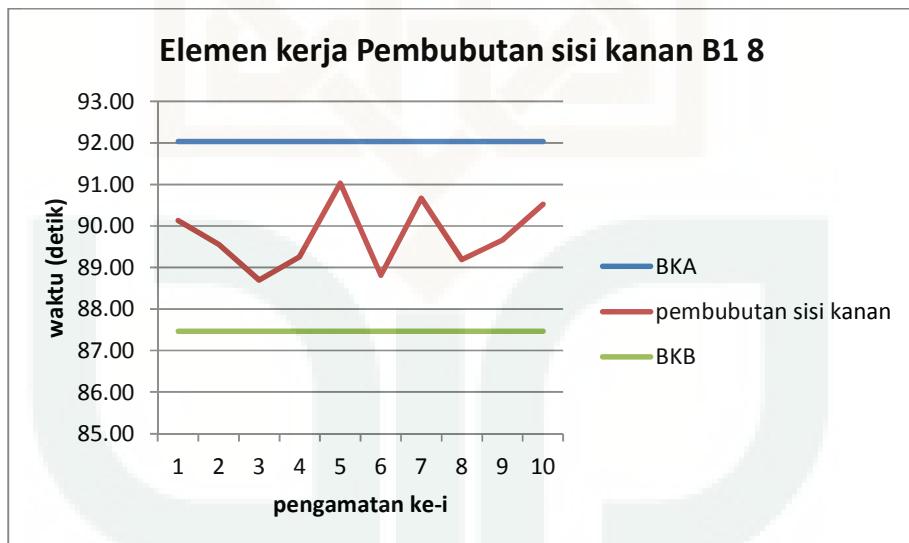
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca cor *Pulley* B1 8



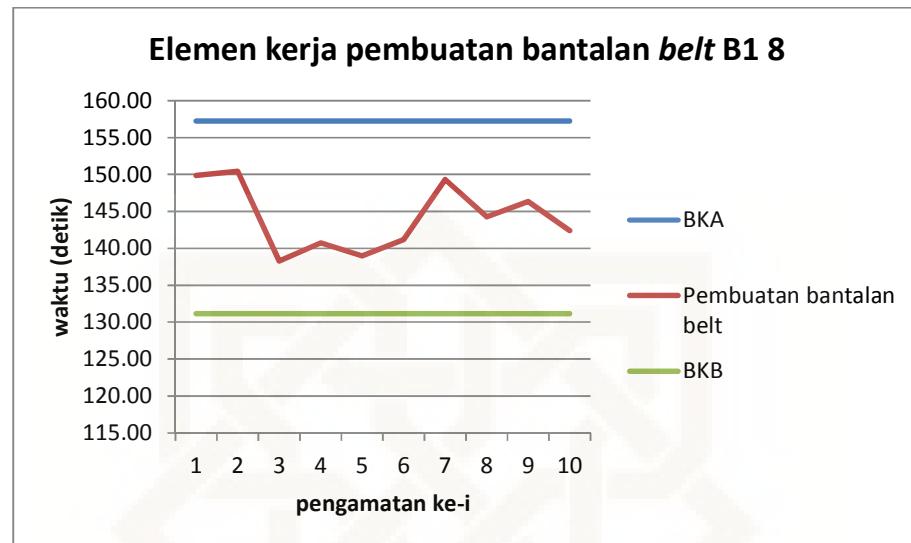
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembersihan Pulley B1 8



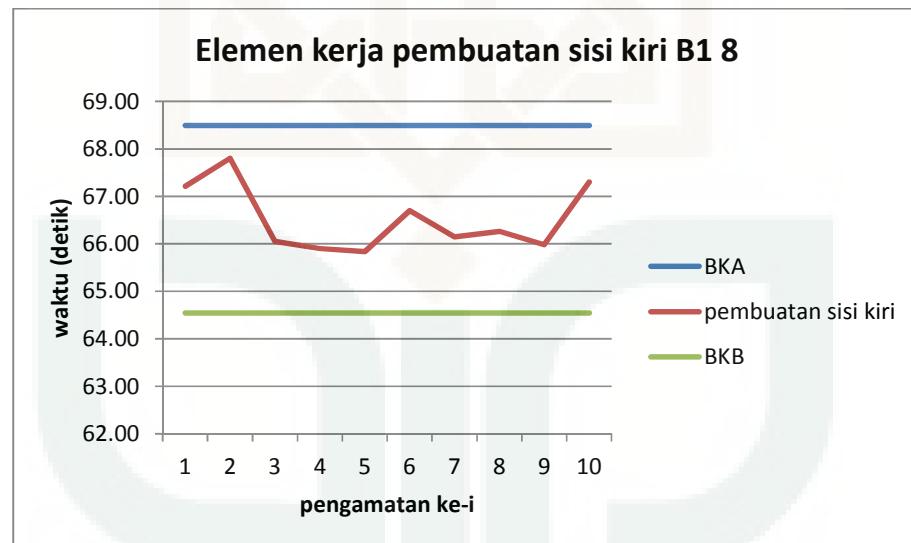
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kanan Pulley B1 8



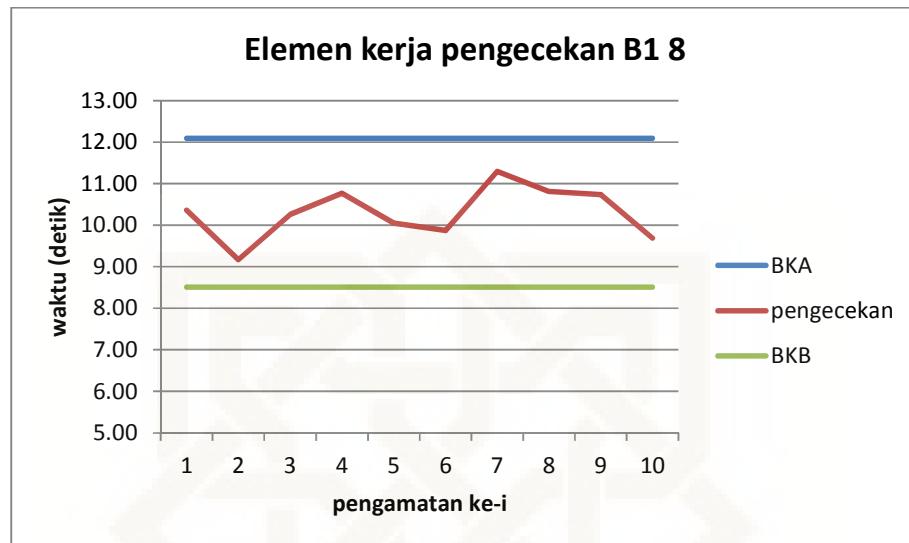
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembuatan bantalan *belt Pulley* B1 8



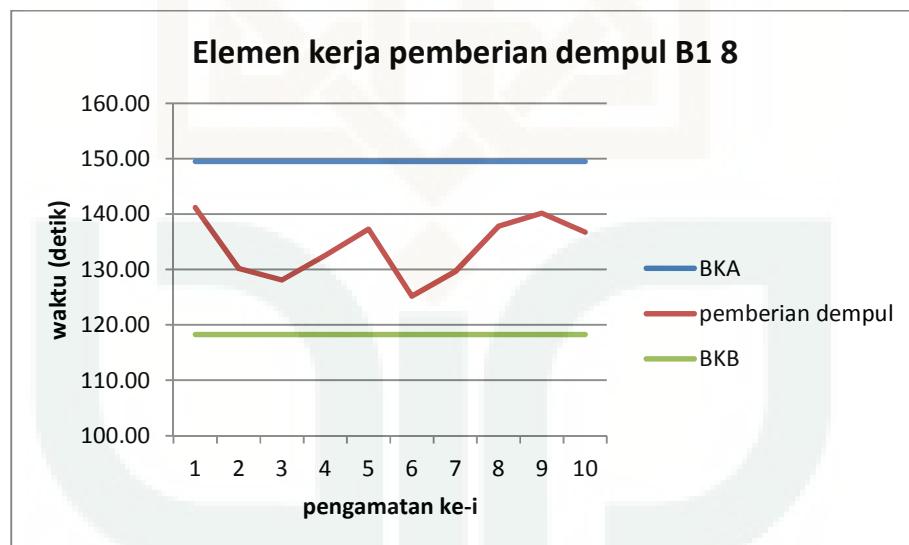
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kiri *Pulley* B1 8



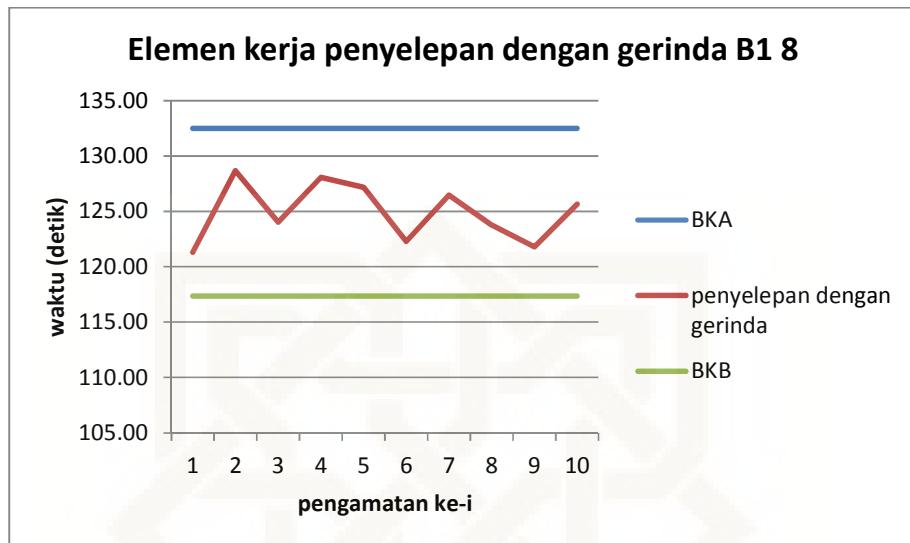
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengecekan Pulley B1 8



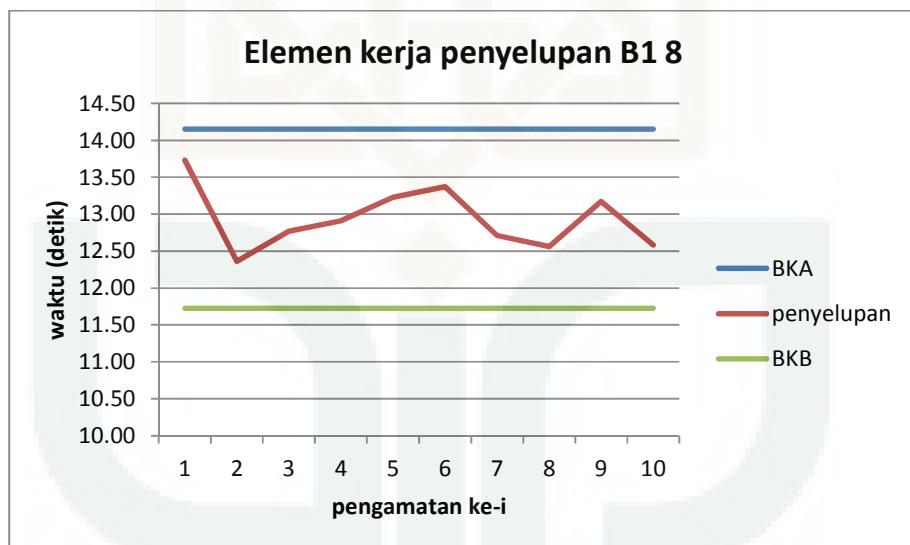
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian dempul Pulley B1 8



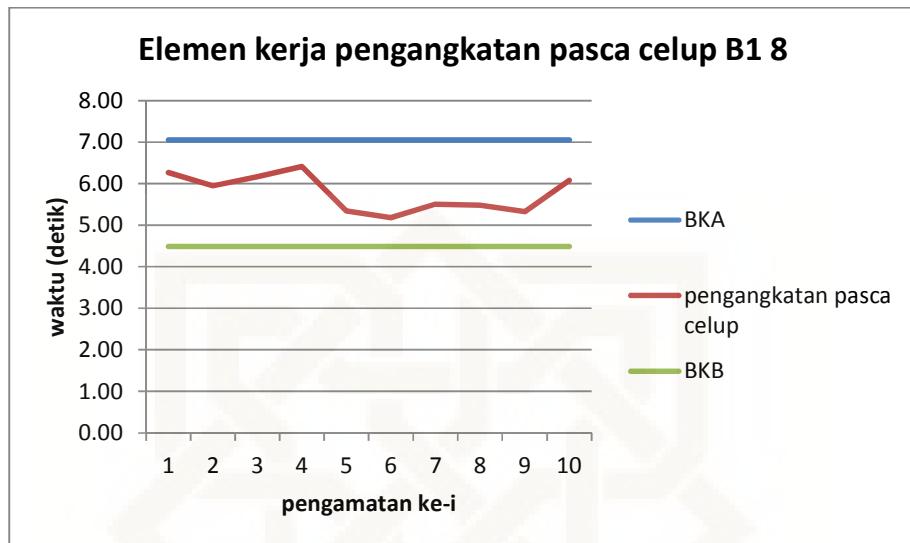
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelepan dengan gerinda *Pulley B1 8*



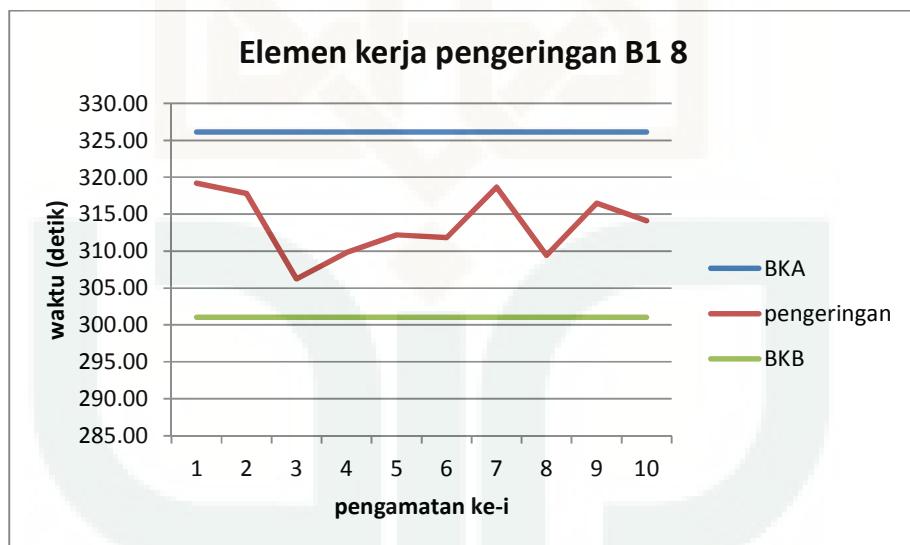
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelupan *Pulley B1 8*



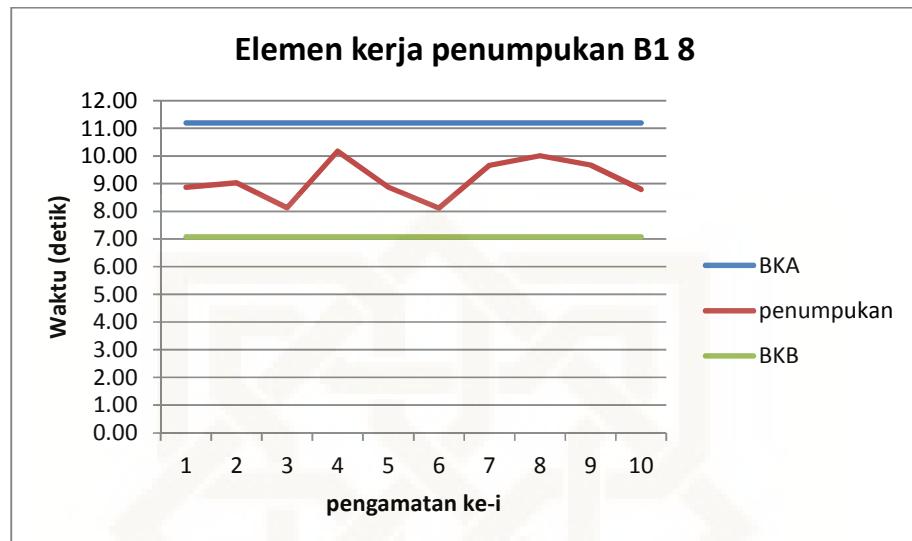
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca celup Pulley B1 8



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengeringan Pulley B1 8



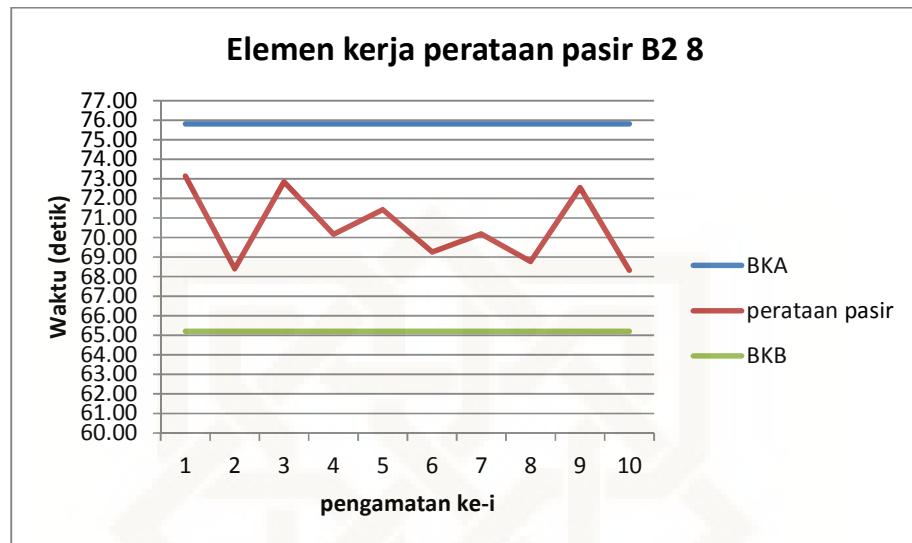
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penumpukan Pulley B1 8



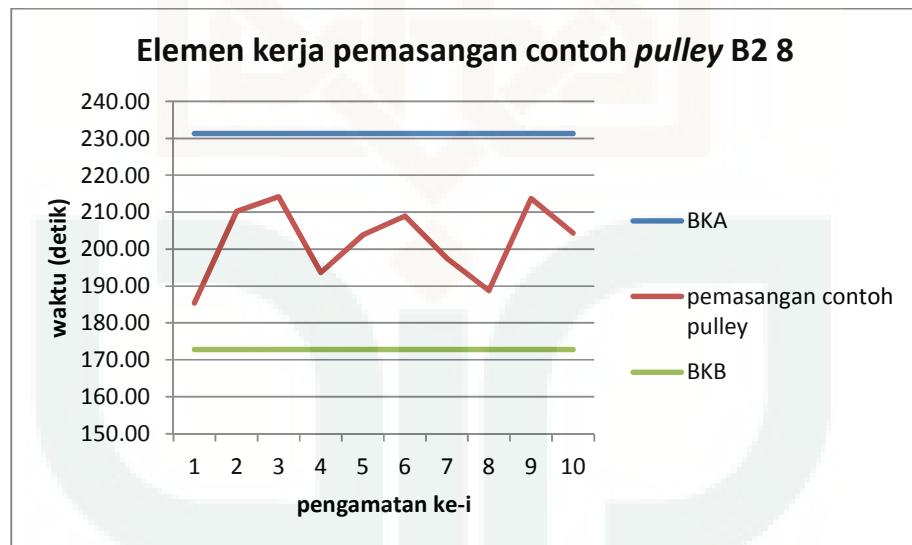
Hasil Perhitungan Uji Keseragaman Data Produk pulley B2 8

		$\sum Xi$	rata-rata	σ	BKA	BKB	N
Pembuatan cetakan	Perataan Pasir	705.03	70.50	1.77	75.82	65.19	10.00
	Pemasangan contoh pulley	2020.34	202.03	9.74	231.27	172.80	10.00
	Pemberian bubuk pemisah	466.90	46.69	1.33	50.68	42.70	10.00
	Pemasangan kotak cetakan	3722.95	372.30	3.68	383.32	361.27	10.00
	Pemberian air	491.01	49.10	0.80	51.50	46.70	10.00
	Pelepasan contoh pulley	257.78	25.78	0.88	28.42	23.14	10.00
Pengecoran	Penuangan baja ke ember tuang	143.64	14.36	0.56	16.04	12.69	10.00
	Penuangan ke cetakan	95.80	9.58	0.66	11.55	7.61	10.00
	Pengerasan produk	228120.00	22812.00	1893.91	28493.73	17130.27	10.00
	Pengangkatan pasca cor	465.95	46.60	1.57	51.31	41.88	10.00
	Pembersihan	398.12	39.81	1.33	43.81	35.82	10.00
Pembubutan	Pembubutan sisi kanan	1269.71	126.97	2.84	135.48	118.46	10.00
	Pembuatan bantalan belt	2198.84	219.88	6.61	239.70	200.07	10.00
	Pembubutan sisi kiri	1247.92	124.79	7.87	148.40	101.18	10.00
Pendempulan	Pengecekan	106.92	10.69	0.56	12.38	9.00	10.00
	Pemberian dempul	1430.47	143.05	5.66	160.02	126.07	10.00
Penghalusan	Penyelepan	1315.42	131.54	2.59	139.31	123.77	10.00
Pengecatan	Penyelupan	123.19	12.32	0.97	15.24	9.40	10.00
	Pengangkatan pasca celup	66.67	6.67	0.57	8.37	4.97	10.00
	Pengeringan	3143.45	314.35	1.39	318.52	310.17	10.00
Penyimpanan	Penumpukan	93.76	9.38	0.73	11.58	7.17	10.00

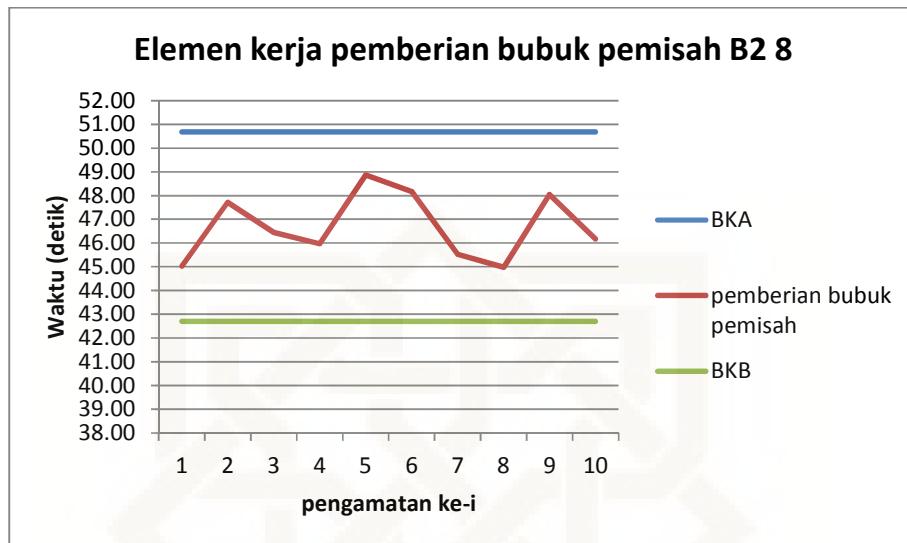
Grafik uji keseragaman data elemen kerja perataan pasir *Pulley B2 8*



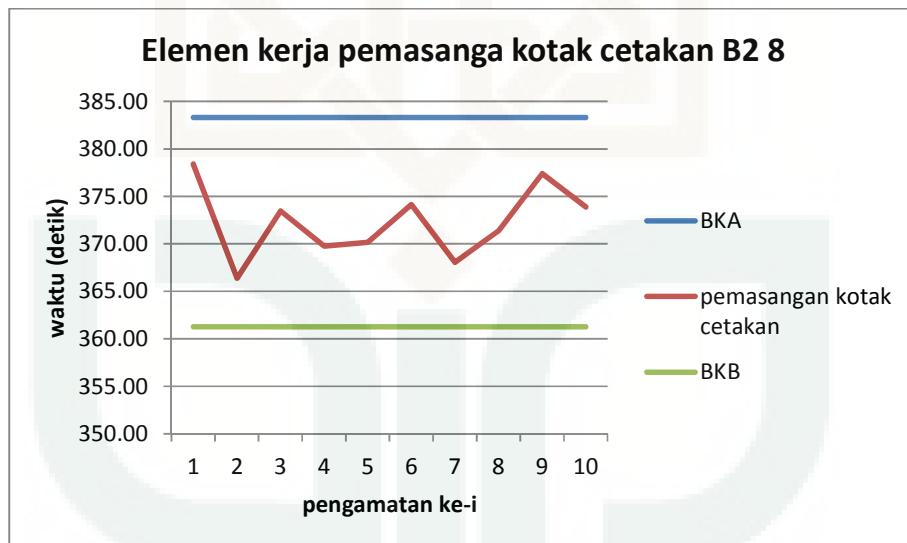
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan contoh *Pulley B2 8*



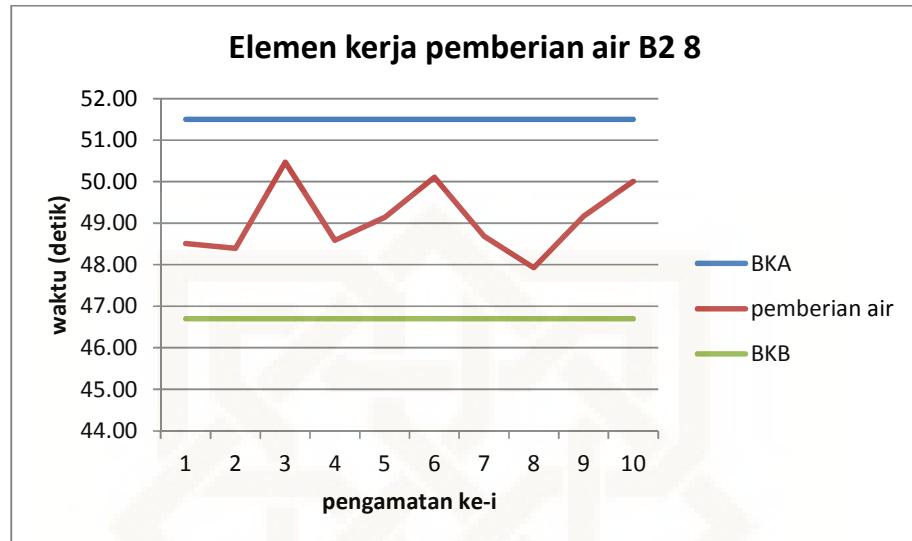
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian bubuk pemisah Pulley B2 8



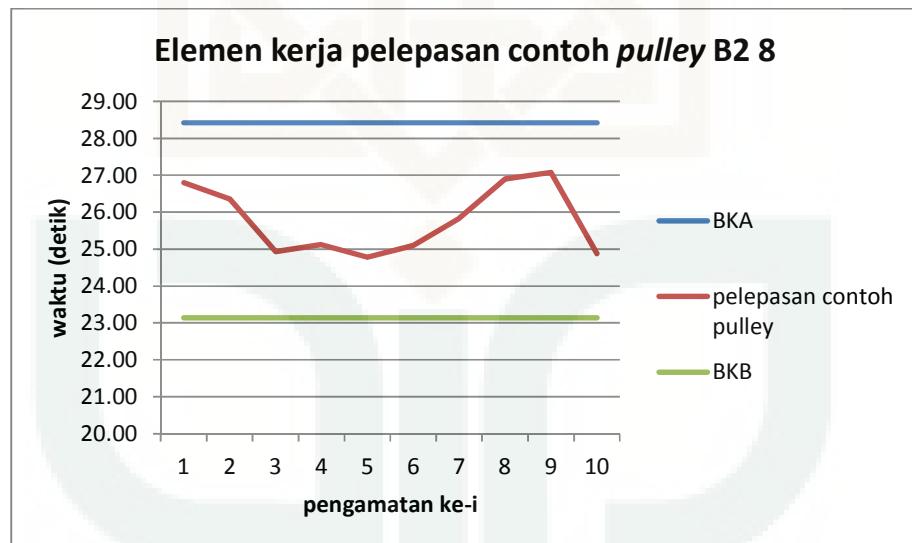
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan kotak cetakan Pulley B2 8



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian air *Pulley B2 8*

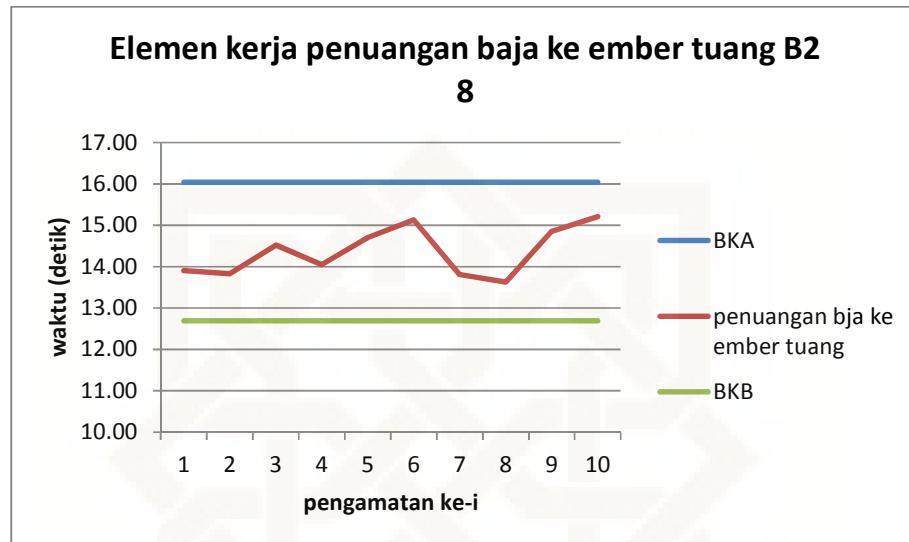


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pelepasan contoh *Pulley B2 8*

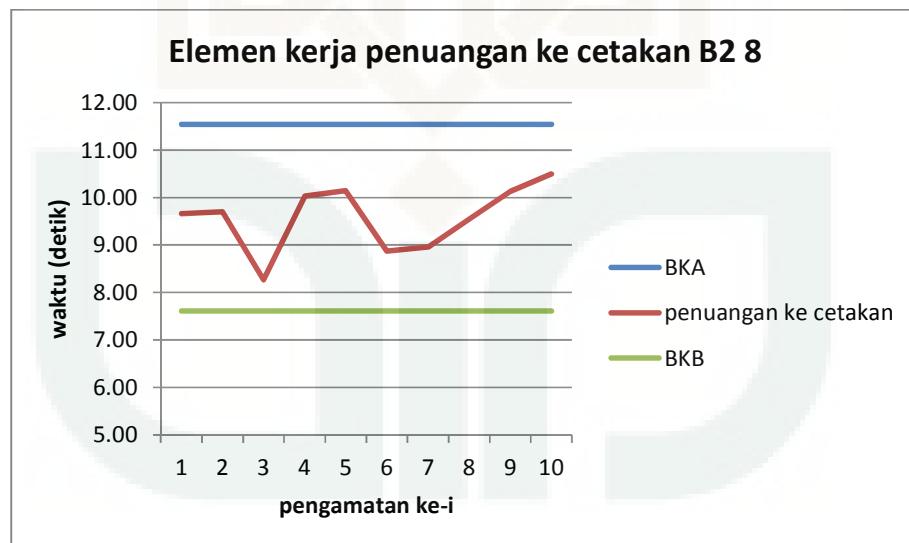


Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan baja ke ember tuang

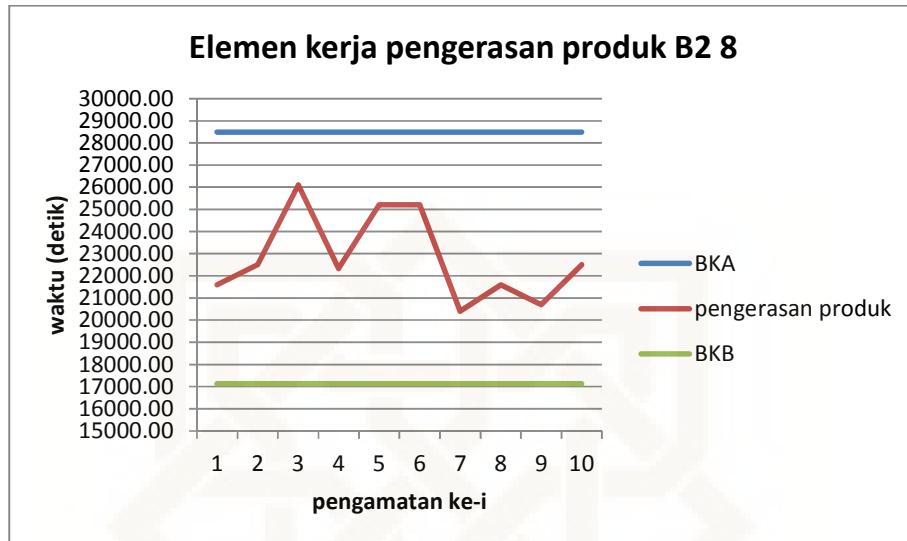
Pulley B2 8



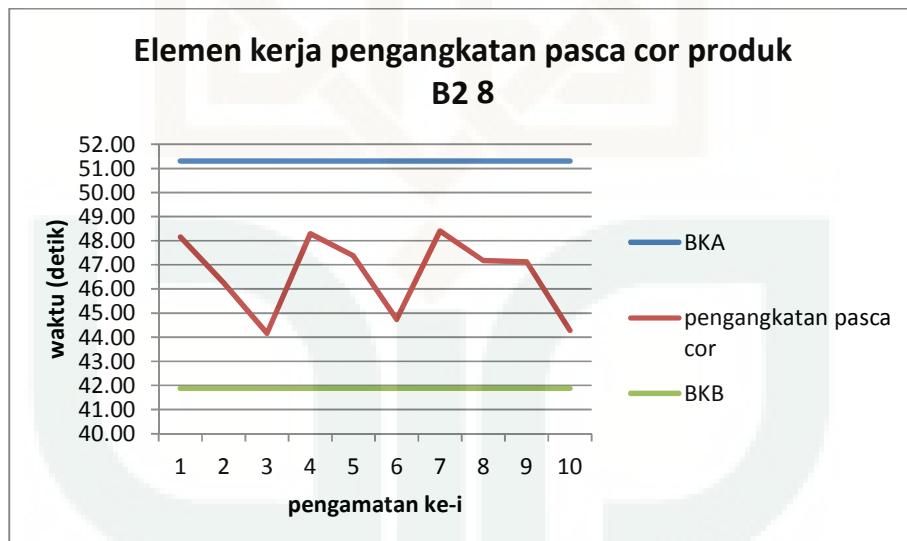
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan ke cetakan Pulley B2 8



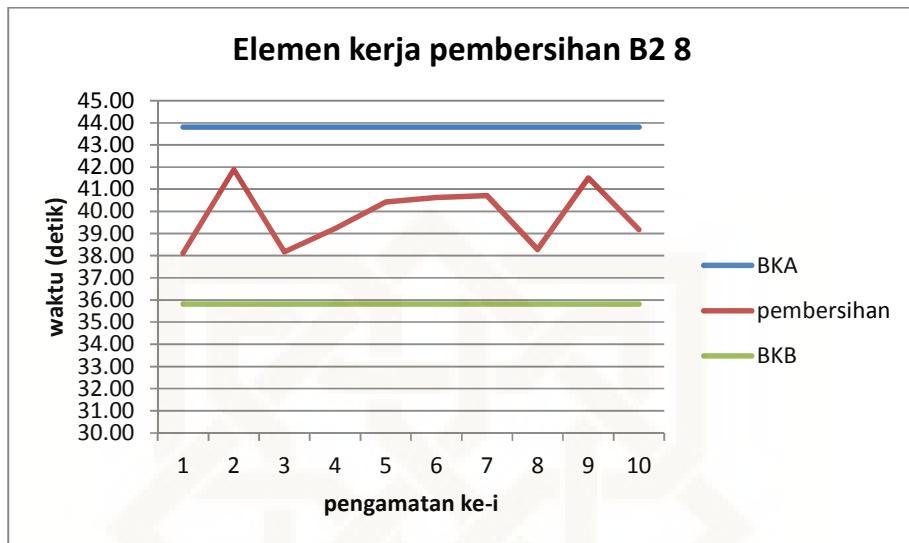
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengerasan produk *Pulley* B2 8



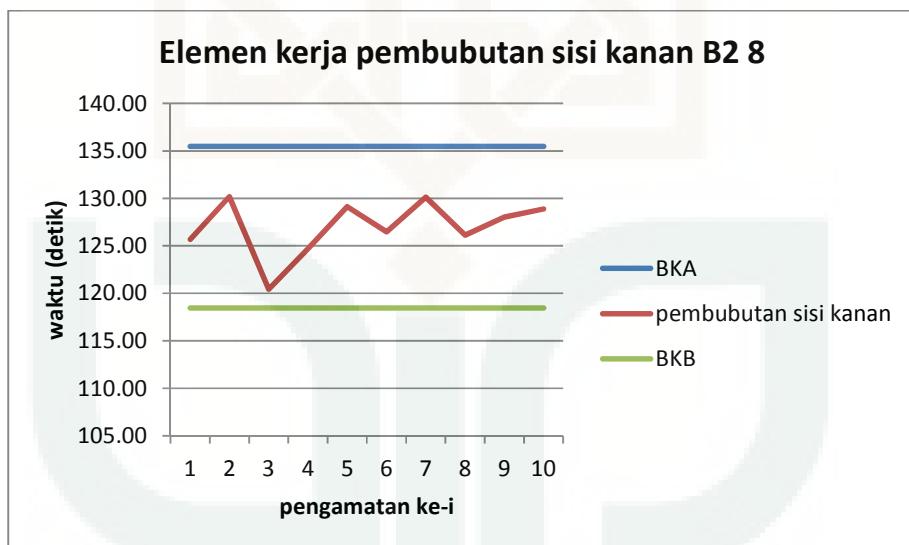
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca cor produk *Pulley* B2 8



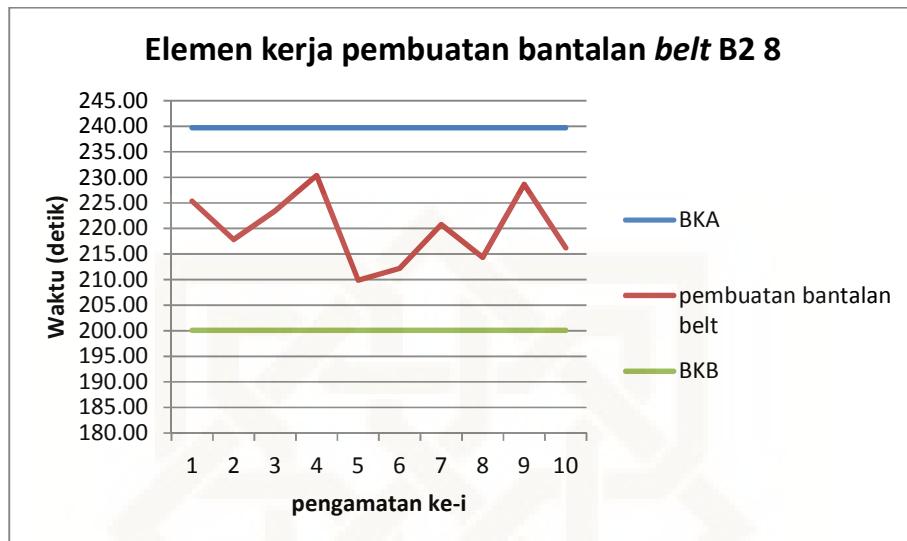
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembersihan Pulley B2 8



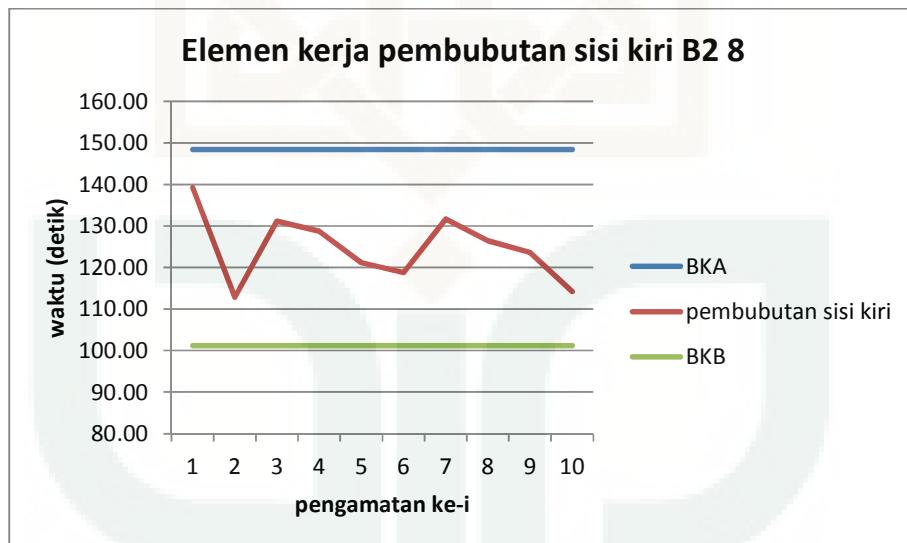
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kanan Pulley B2 8



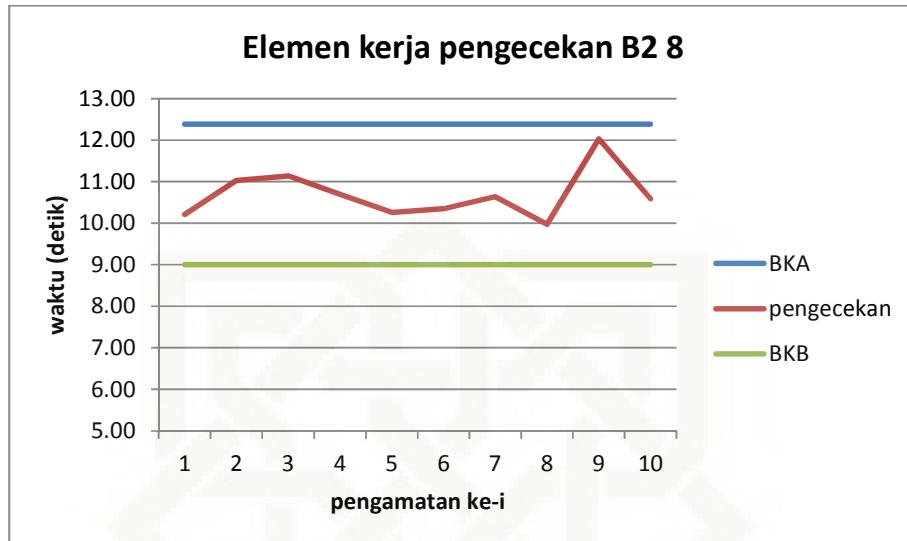
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembutan bantalan *belt* Pulley B2 8



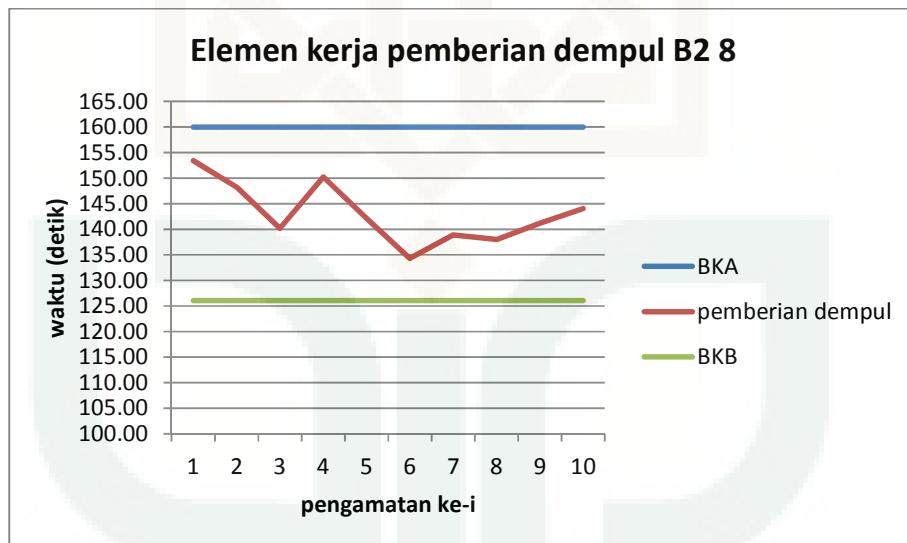
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kiri Pulley B2 8



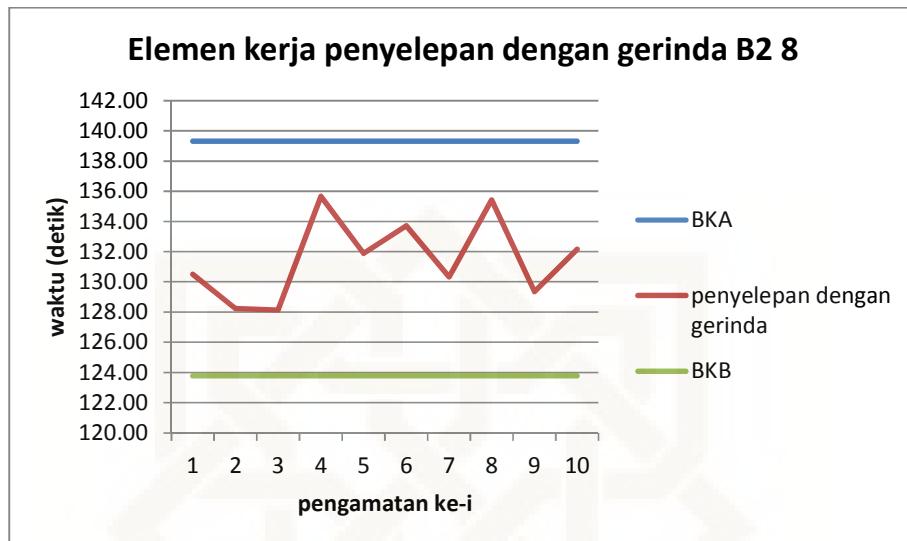
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengecekan Pulley B2 8



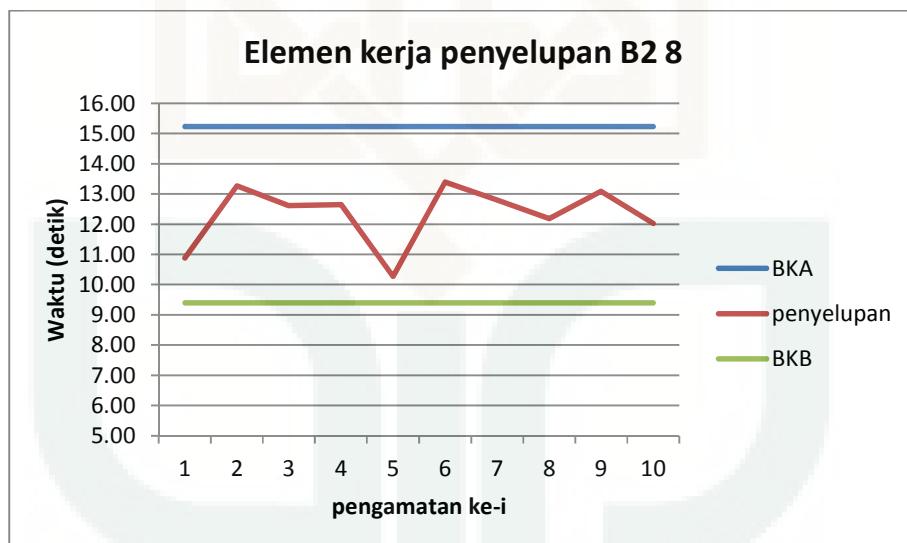
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian dempul Pulley B2 8



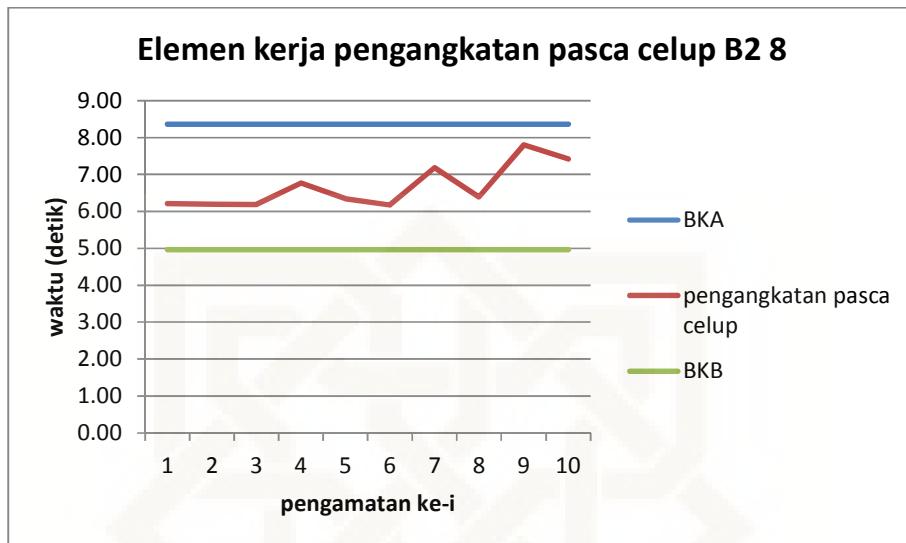
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelepan dengan gerinda *Pulley B2 8*



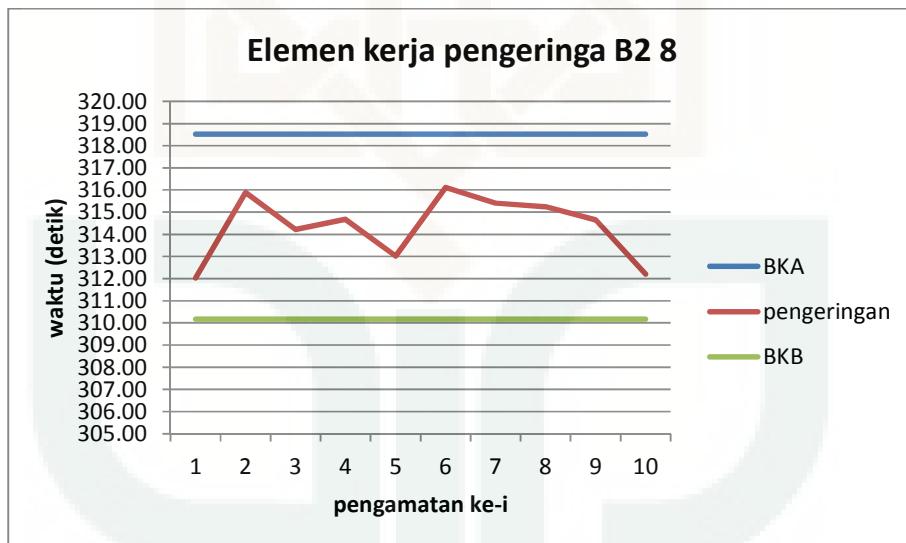
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelupan *Pulley B2 8*



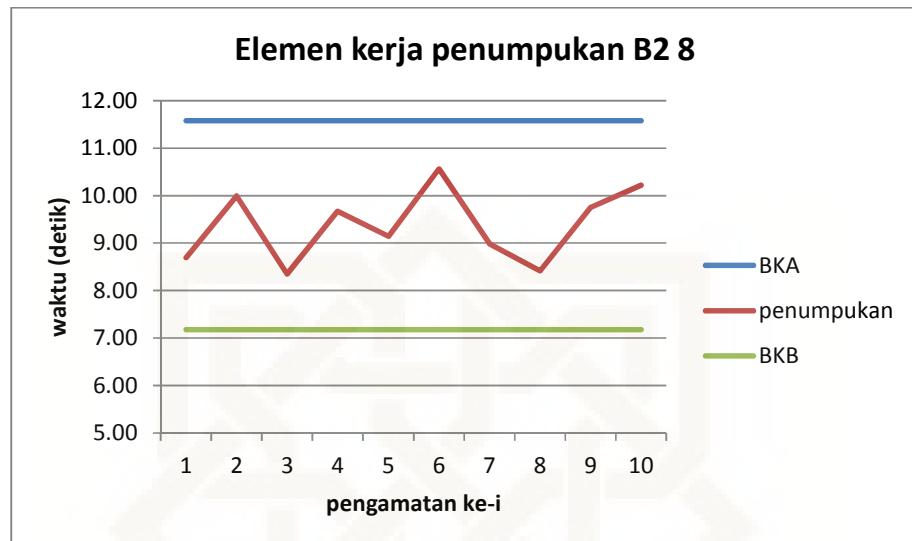
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca celup Pulley B2 8



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengeringan Pulley B2 8



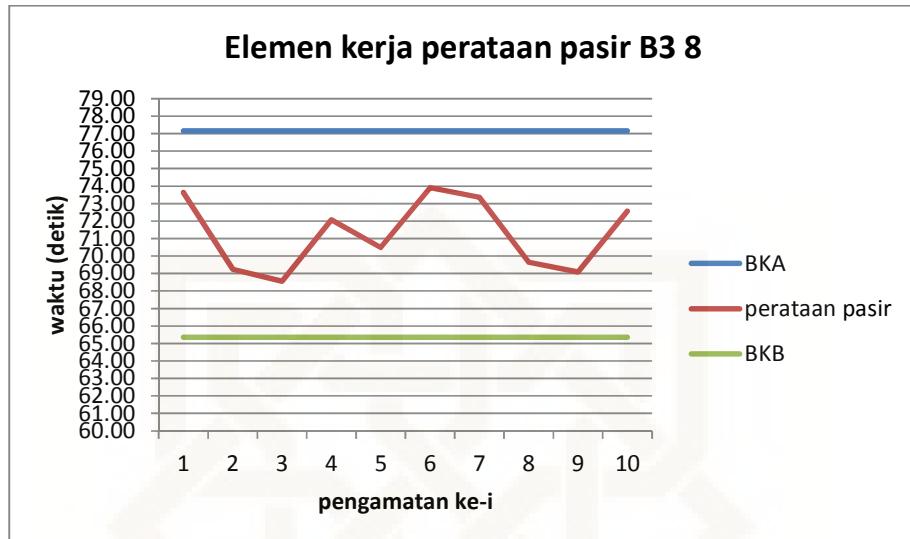
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penumpukan Pulley B2 8



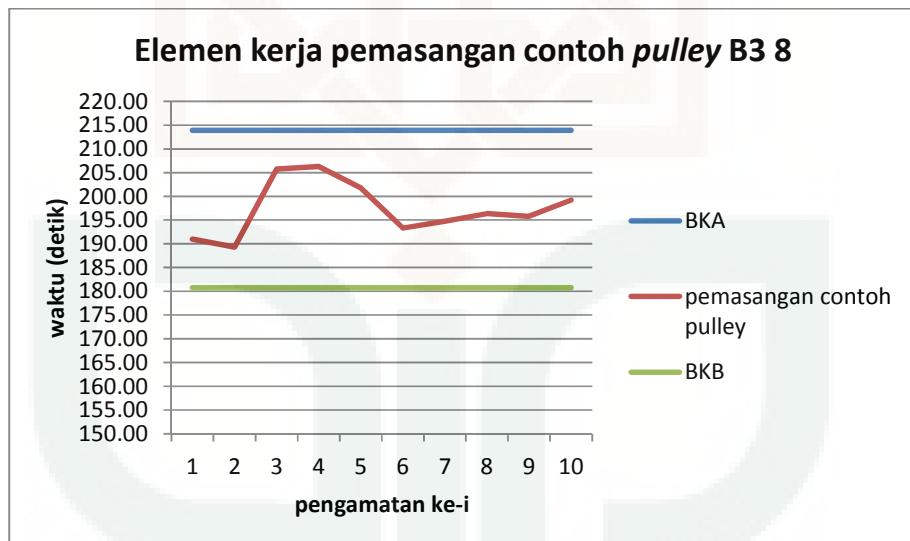
Hasil Perhitungan Uji Keseragaman Data Produk pulley B3 8

		$\sum Xi$	rata-rata	σ	BKA	BKB	N
Pembuatan cetakan	Perataan Pasir	712.55	71.26	1.97	77.16	65.35	10.00
	Pemasangan contoh pulley	1973.51	197.35	5.52	213.91	180.79	10.00
	Pemberian bubuk pemisah	462.25	46.23	1.46	50.60	41.85	10.00
	Pemasangan kotak cetakan	3679.73	367.97	3.42	378.22	357.72	10.00
	Pemberian air	502.15	50.22	1.31	54.15	46.28	10.00
	Pelepasan contoh pulley	239.39	23.94	1.34	27.95	19.92	10.00
Pengecoran	Penuangan baja ke ember tuang	144.95	14.50	0.88	17.13	11.86	10.00
	Penuangan ke cetakan	97.74	9.77	0.75	12.02	7.53	10.00
	Pengerasan produk	228120.00	22812.00	1893.91	28493.73	17130.27	10.00
	Pengangkatan pasca cor	486.62	48.66	1.07	51.87	45.45	10.00
	Pembersihan	419.22	41.92	0.90	44.62	39.22	10.00
Pembubutan	Pembubutan sisi kanan	947.51	94.75	3.40	104.94	84.56	10.00
	Pembuatan bantalan belt	1573.82	157.38	1.79	162.77	152.00	10.00
	Pembubutan sisi kiri	967.81	96.78	2.55	104.42	89.15	10.00
Pendempulan	Pengecekan	95.06	9.51	0.78	11.85	7.16	10.00
	Pemberian dempul	1348.39	134.84	3.27	144.65	125.03	10.00
Penghalusan	Penyelepan	1242.37	124.24	3.48	134.69	113.79	10.00
Pengecatan	Penyelupan	126.97	12.70	0.84	15.23	10.17	10.00
	Pengangkatan pasca celup	58.57	5.86	0.43	7.14	4.58	10.00
	Pengeringan	3100.01	310.00	4.69	324.06	295.94	10.00
Penyimpanan	Penumpukan	111.74	11.17	0.87	13.77	8.58	10.00

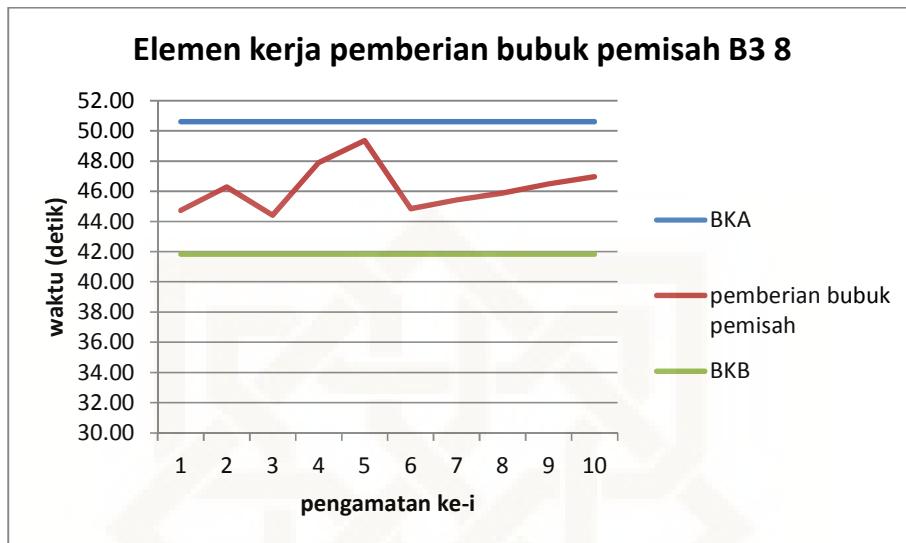
Grafik uji keseragaman data elemen kerja perataan pasir *Pulley* B3 8



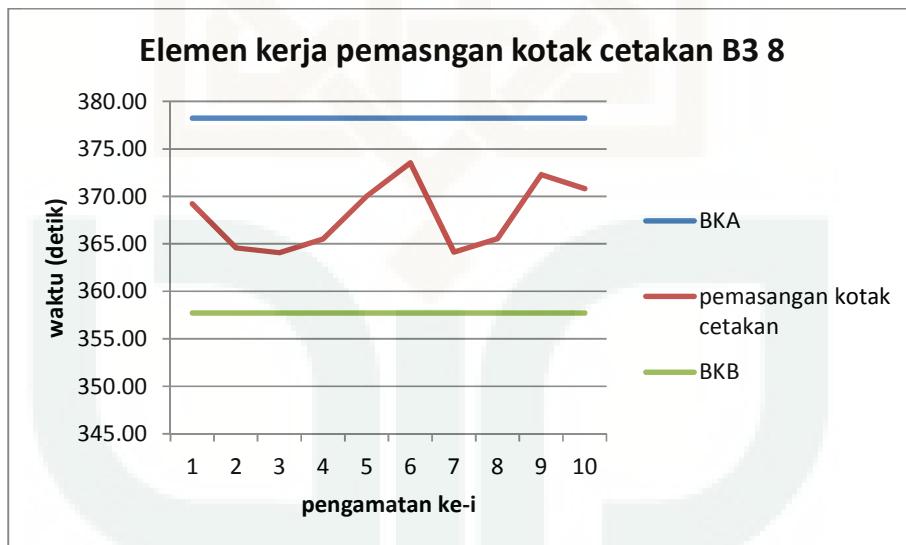
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan contoh *Pulley* B3 8



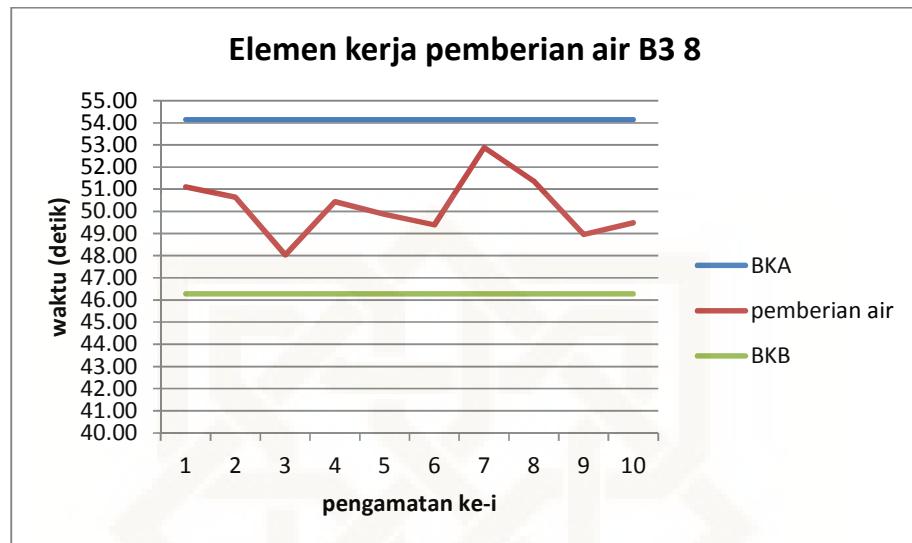
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian bubuk pemisah Pulley B3 8



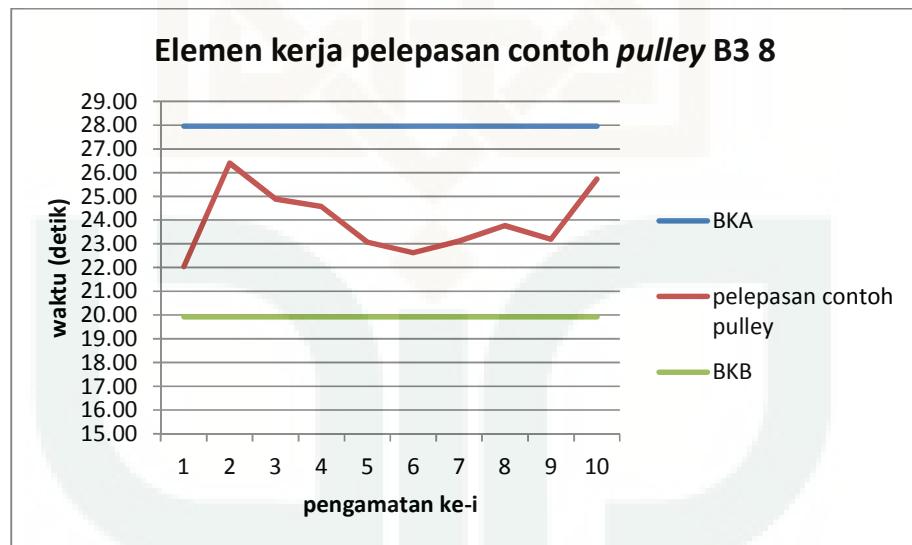
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan kotak cetakan Pulley B3 8



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian air *Pulley* B3 8

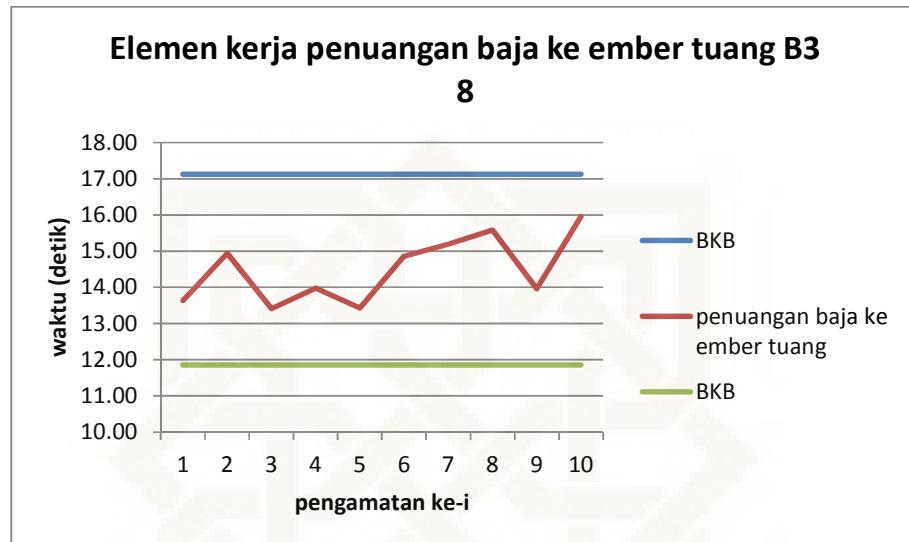


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pelepasan contoh *Pulley* B3 8

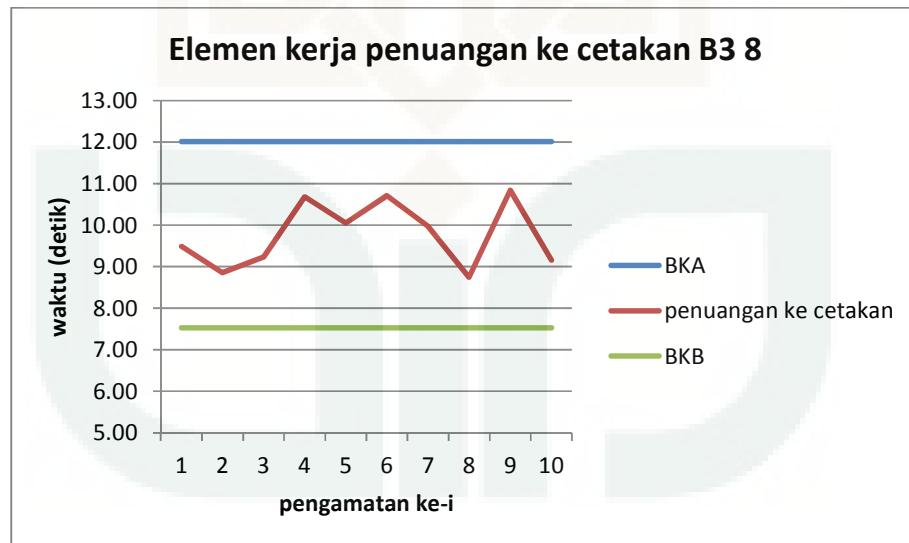


Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan baja ke ember tuang

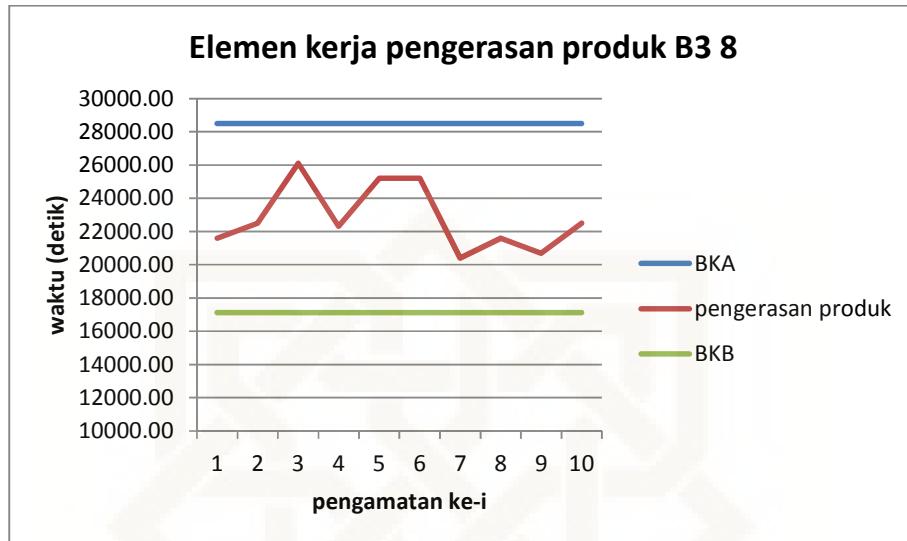
Pulley B3 8



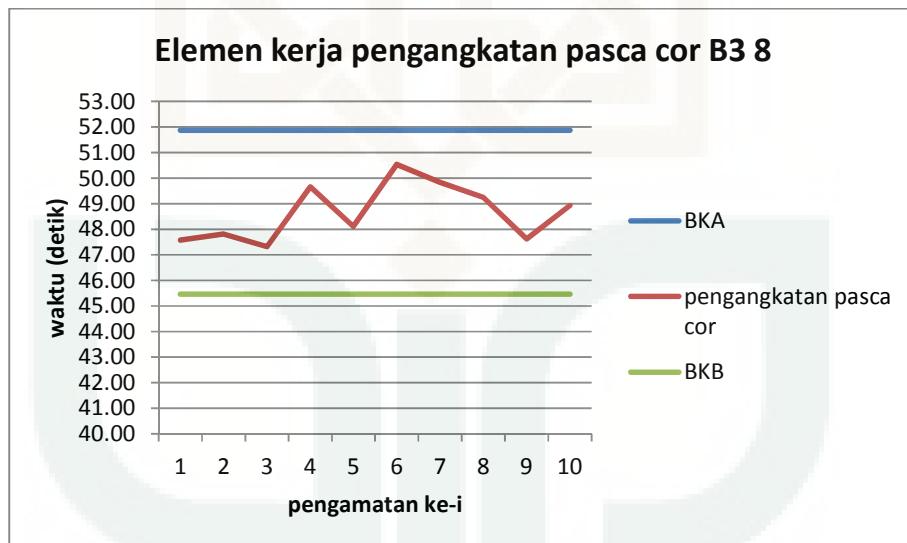
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan ke cetakan Pulley B3 8



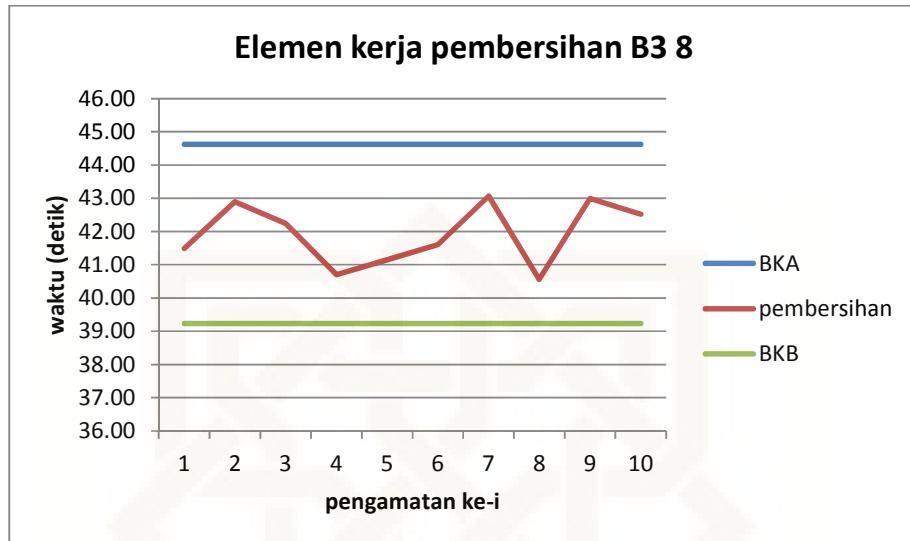
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengerasan produk *Pulley* B3 8



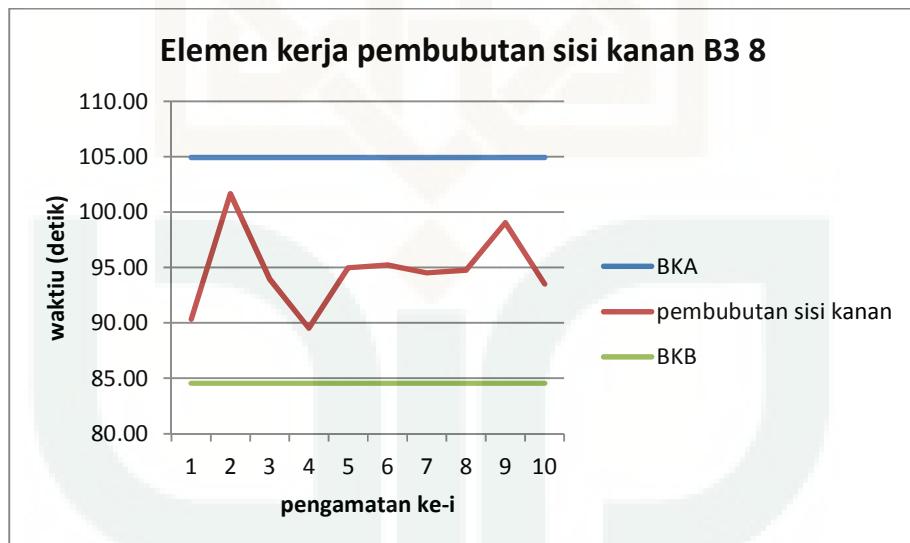
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca cor *Pulley* B3 8



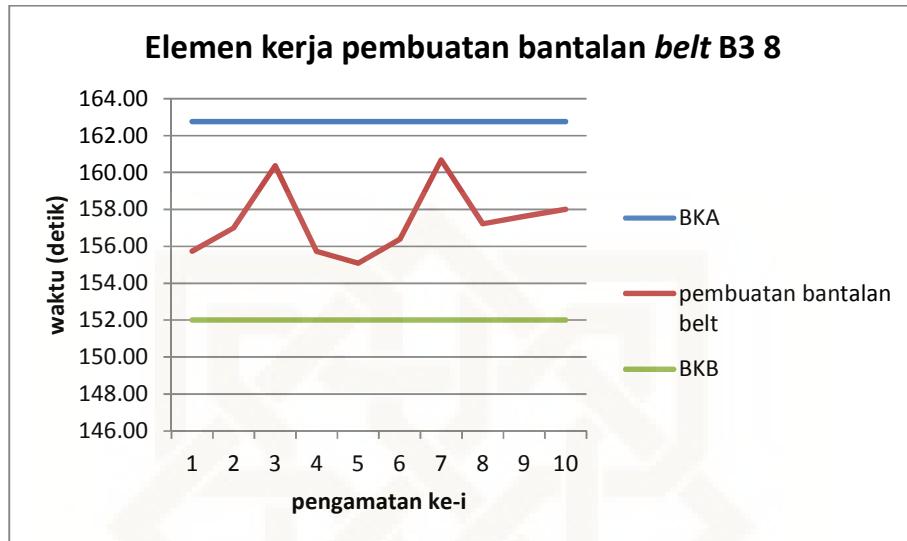
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembersihan Pulley B3 8



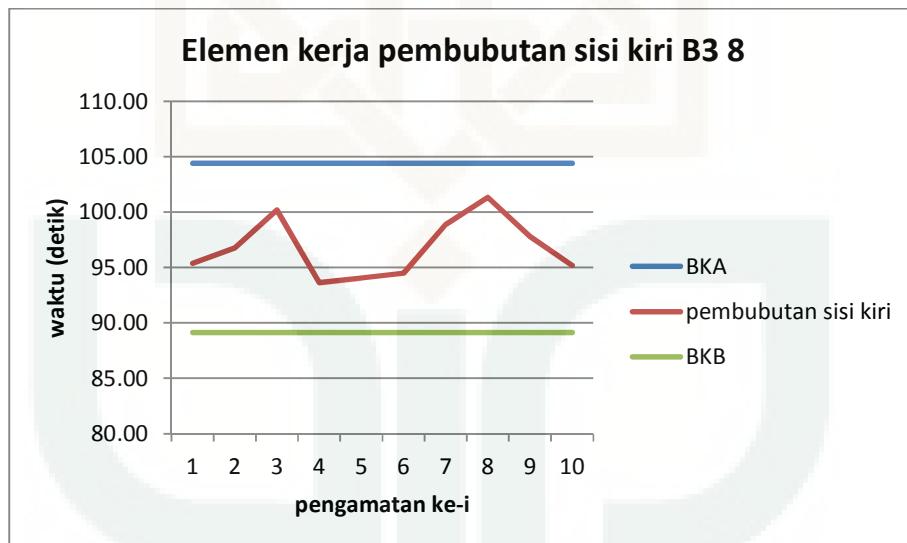
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kanan Pulley B3 8



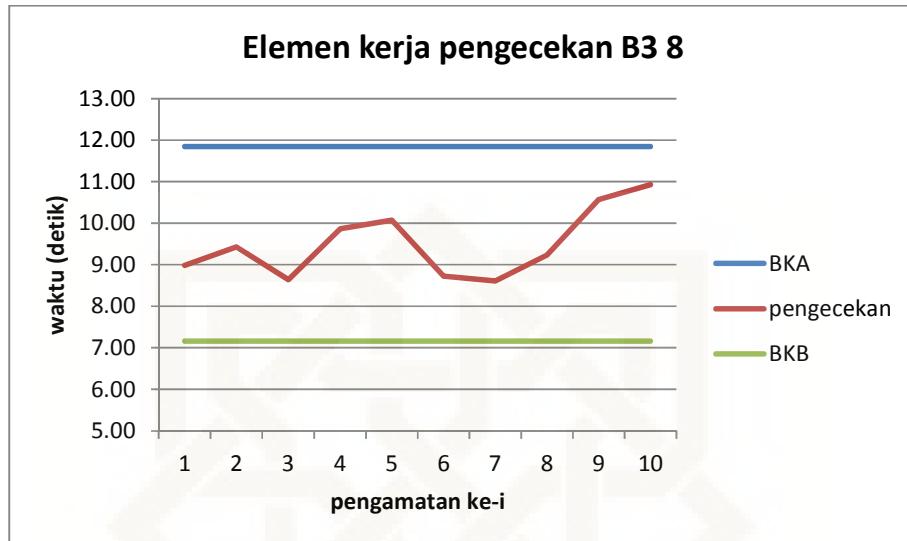
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembuatan bantalan *belt Pulley* B3 8



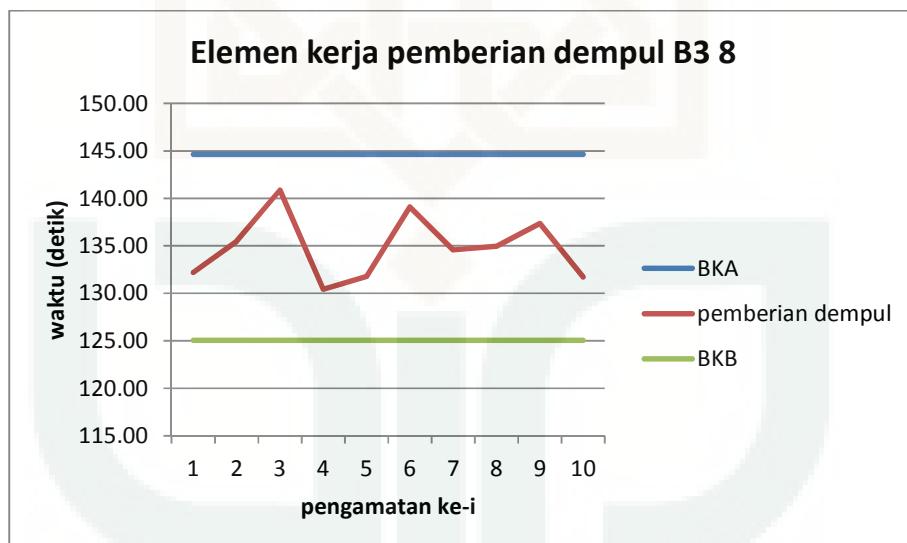
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kiri *Pulley* B3 8



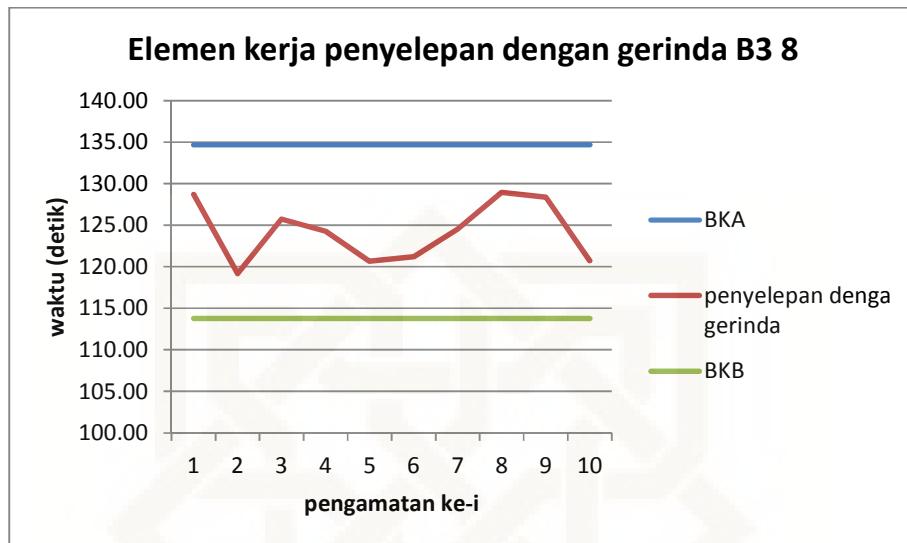
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengecekan Pulley B3 8



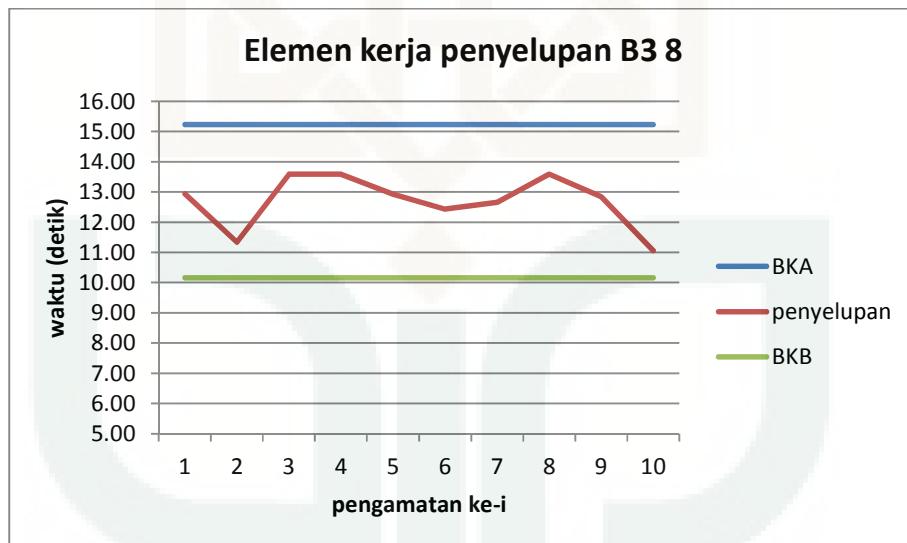
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian dempul Pulley B3 8



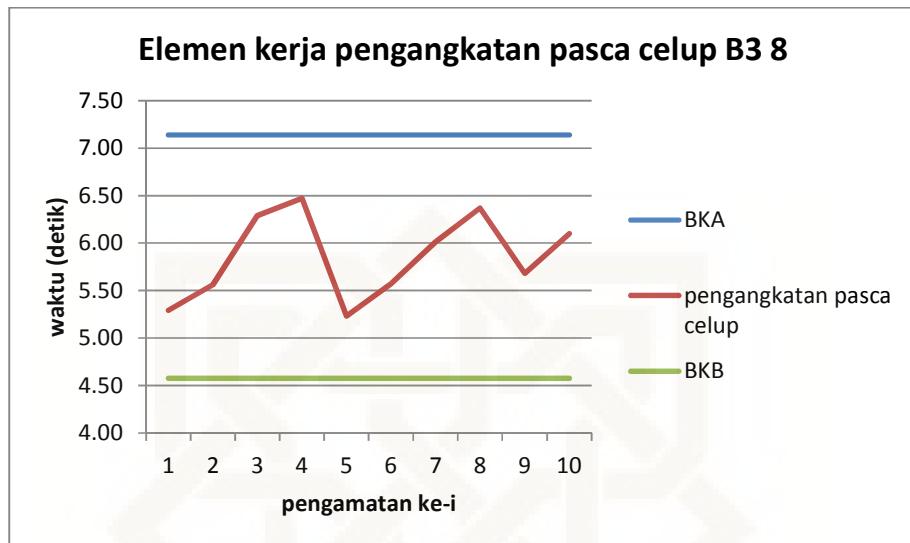
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelepan dengan gerinda *Pulley B3 8*



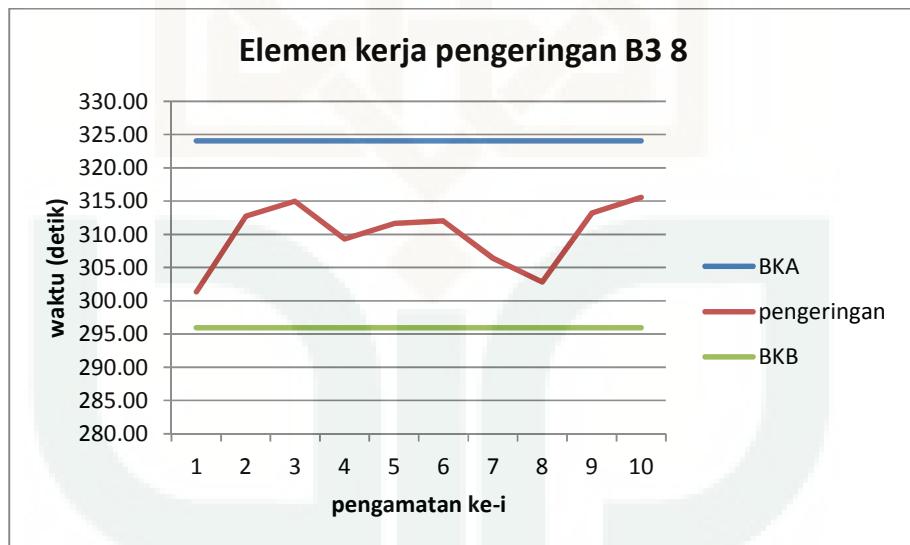
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelupan *Pulley B3 8*



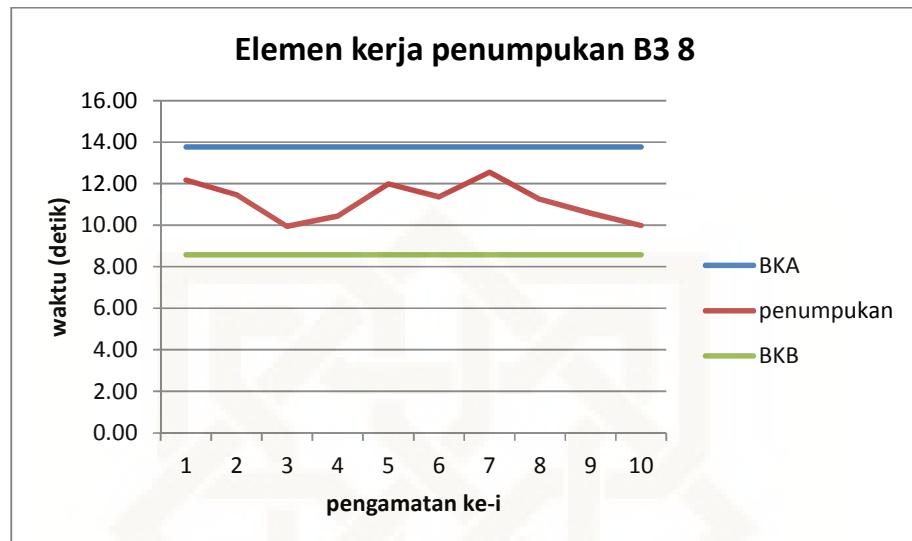
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca celup Pulley B3 8



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengeringan Pulley B3 8



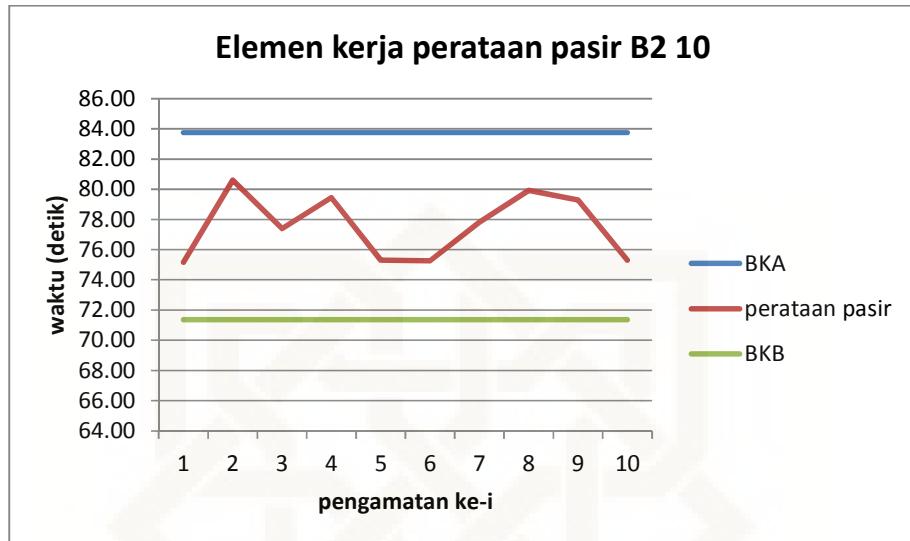
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penumpukan Pulley B3 8



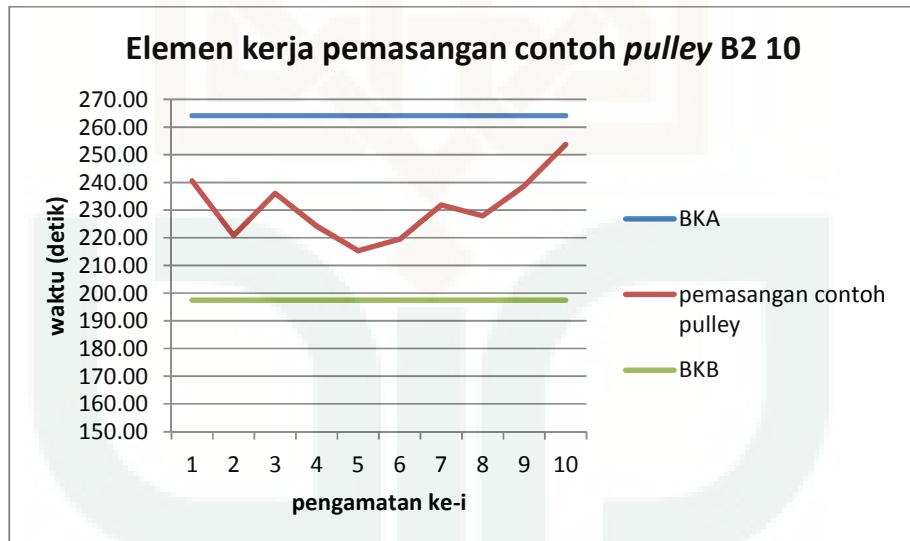
Hasil Perhitungan Uji Keseragaman Data Produk pulley B2 10

		$\sum Xi$	rata-rata	σ	BKA	BKB	N
Pembuatan cetakan	Perataan Pasir	775.50	77.55	2.07	83.75	71.35	10.00
	Pemasangan contoh pulley	2308.69	230.87	11.10	264.16	197.58	10.00
	Pemberian bubuk pemisah	494.50	49.45	1.25	53.21	45.69	10.00
	Pemasangan kotak cetakan	4266.18	426.62	16.24	475.34	377.89	10.00
	Pemberian air	507.42	50.74	1.13	54.12	47.36	10.00
	Pelepasan contoh pulley	287.59	28.76	1.51	33.30	24.22	10.00
Pengecoran	Penuangan baja ke ember tuang	146.15	14.62	0.74	16.85	12.38	10.00
	Penuangan ke cetakan	105.48	10.55	0.59	12.31	8.79	10.00
	Pengerasan produk	228120.00	22812.00	1893.91	28493.73	17130.27	10.00
	Pengangkatan pasca cor	488.90	48.89	1.21	52.51	45.27	10.00
	Pembersihan	422.24	42.22	1.30	46.11	38.34	10.00
Pembubutan	Pembubutan sisi kanan	1178.20	117.82	6.01	135.86	99.78	10.00
	Pembuatan bantalan belt	2310.69	231.07	4.62	244.92	217.21	10.00
	Pembubutan sisi kiri	1334.98	133.50	6.05	151.66	115.34	10.00
Pendempulan	Pengecekan	98.67	9.87	0.73	12.05	7.69	10.00
	Pemberian dempul	1395.37	139.54	6.77	159.83	119.24	10.00
Penghalusan	Penyelepan	1340.63	134.06	4.02	146.11	122.01	10.00
Pengecatan	Penyelupan	134.93	13.49	0.66	15.46	11.53	10.00
	Pengangkatan pasca celup	57.33	5.73	0.44	7.06	4.40	10.00
	Pengeringan	3162.78	316.28	3.11	325.61	306.94	10.00
Penyimpanan	Penumpukan	103.07	10.31	0.89	12.99	7.62	10.00

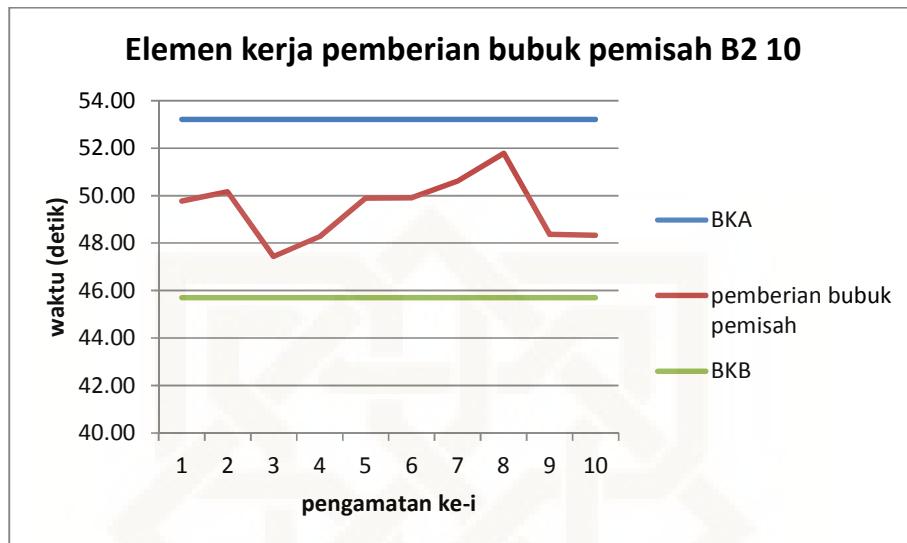
Grafik uji keseragaman data elemen kerja perataan pasir *Pulley* B2 10



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan contoh *Pulley* B2 10

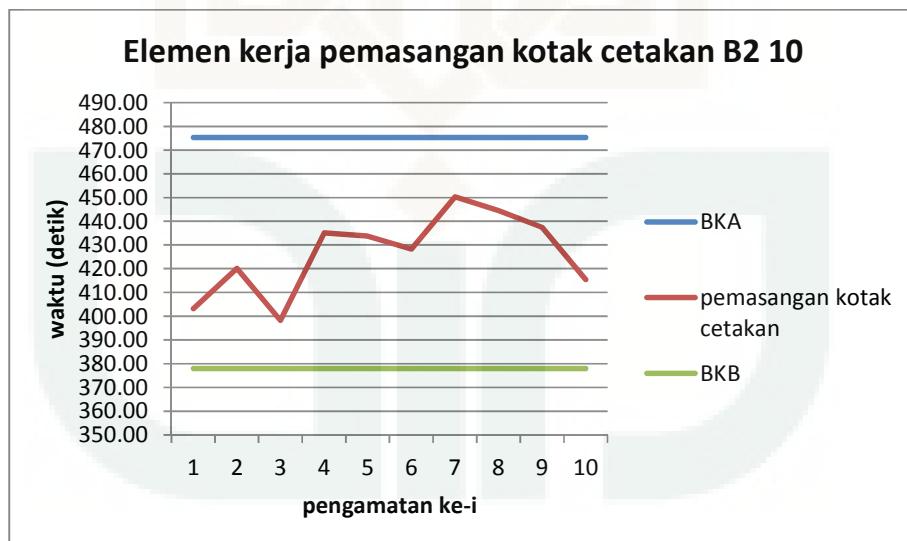


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian bubuk pemisah *Pulley B2 10*

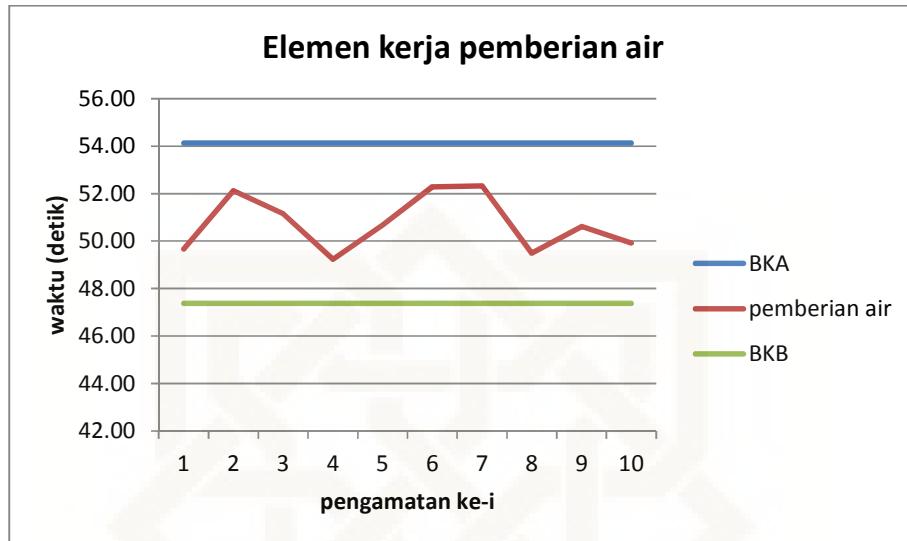


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan kotak cetakan

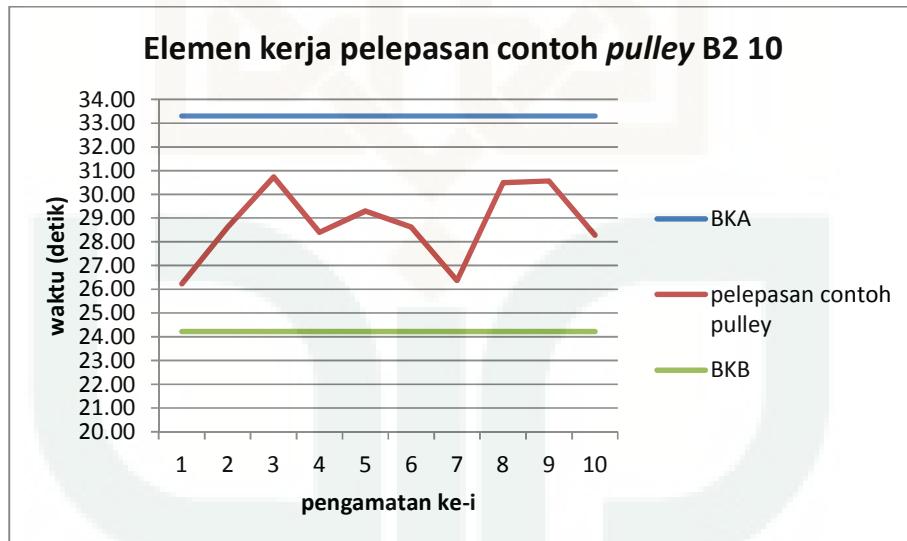
Pulley B2 10



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian air *Pulley B2 10*

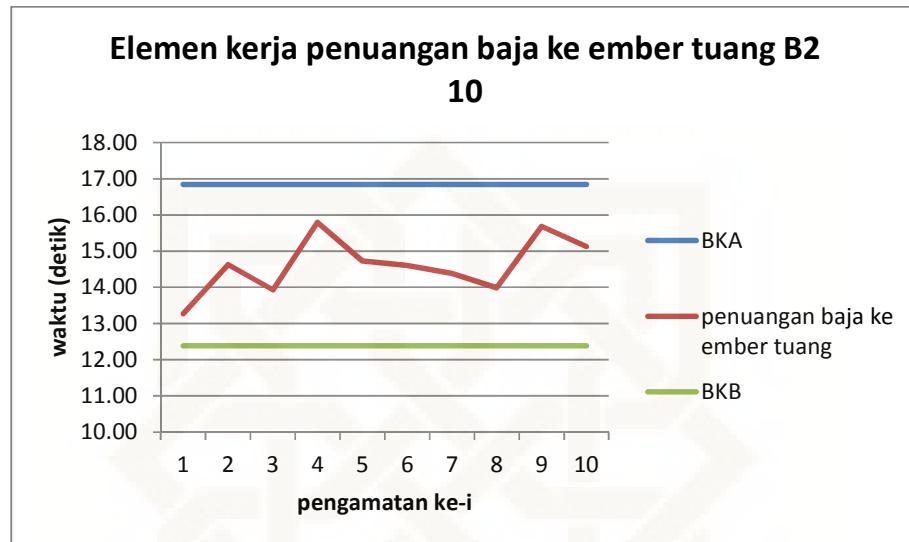


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pelepasan contoh *Pulley B2 10*

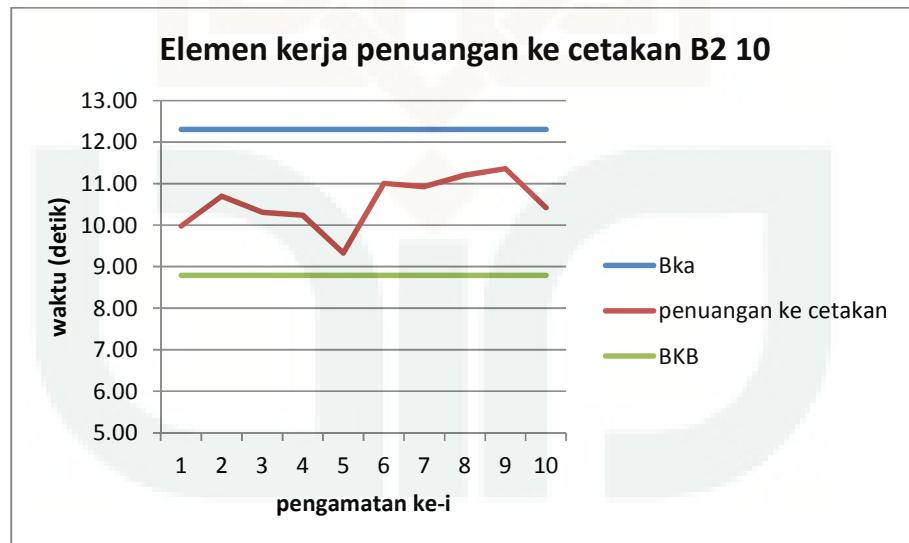


Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan baja ke ember tuang

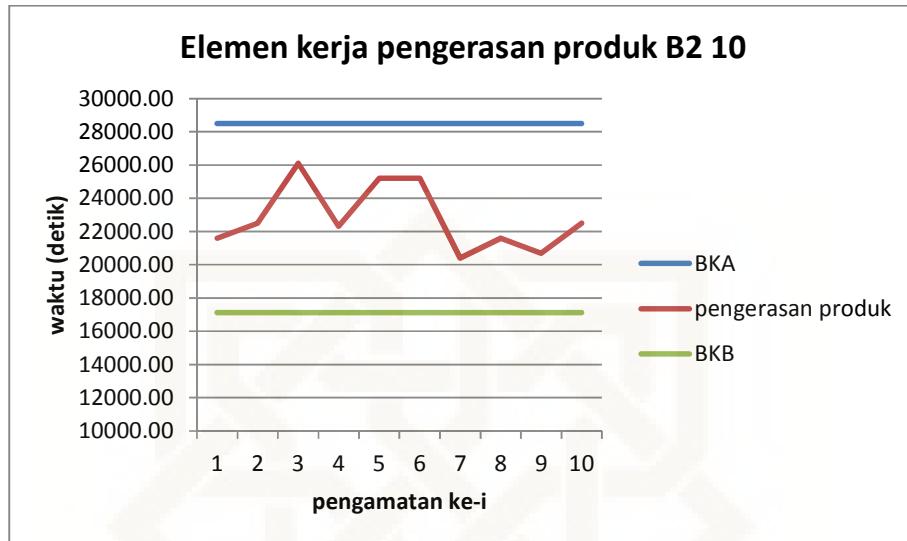
Pulley B2 10



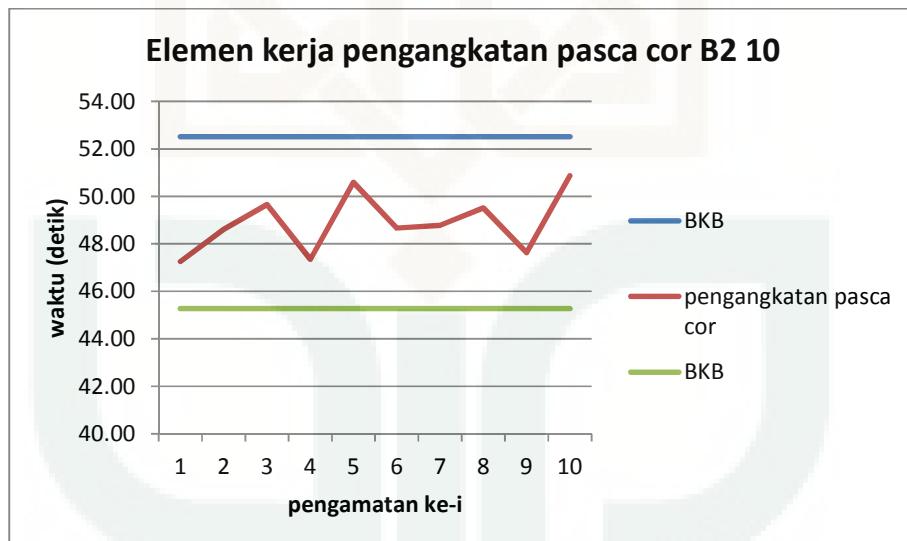
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan ke cetakan Pulley B2 10



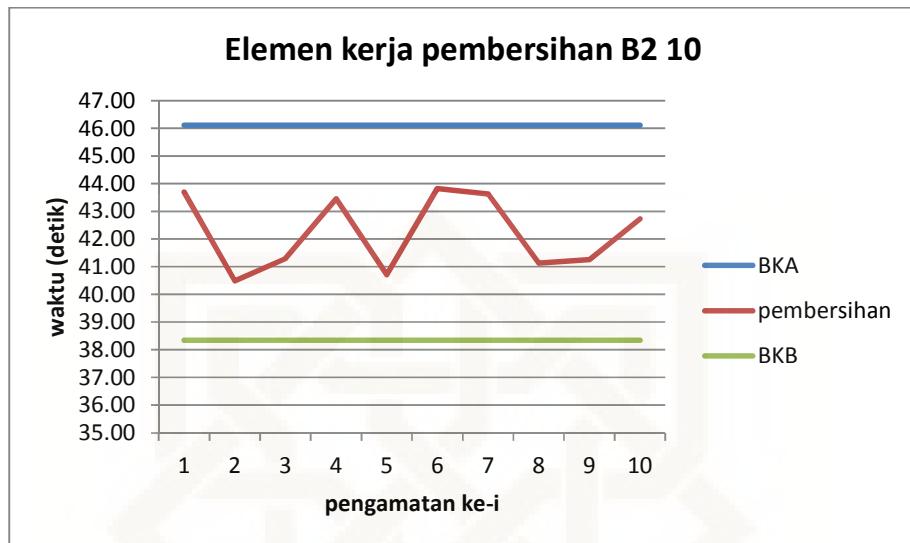
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengerasan produk *Pulley B2 10*



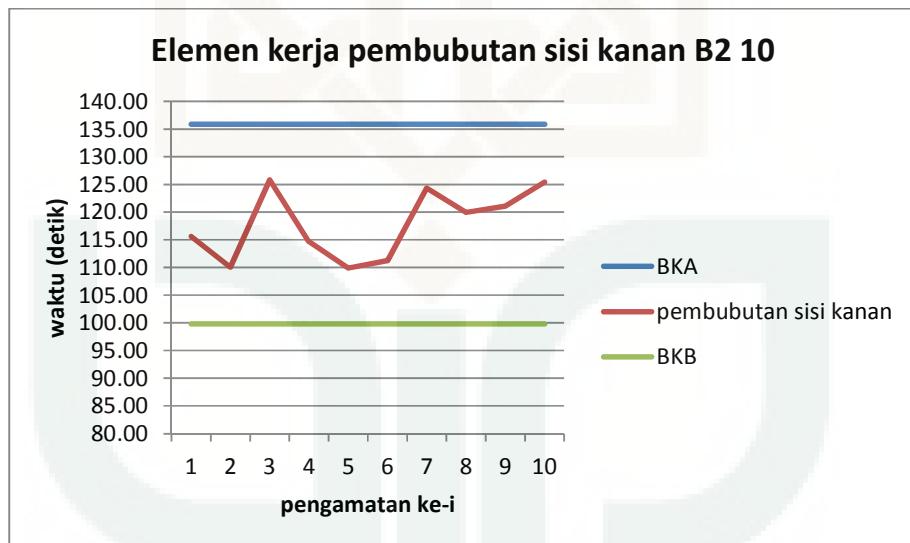
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca cor *Pulley B2 10*



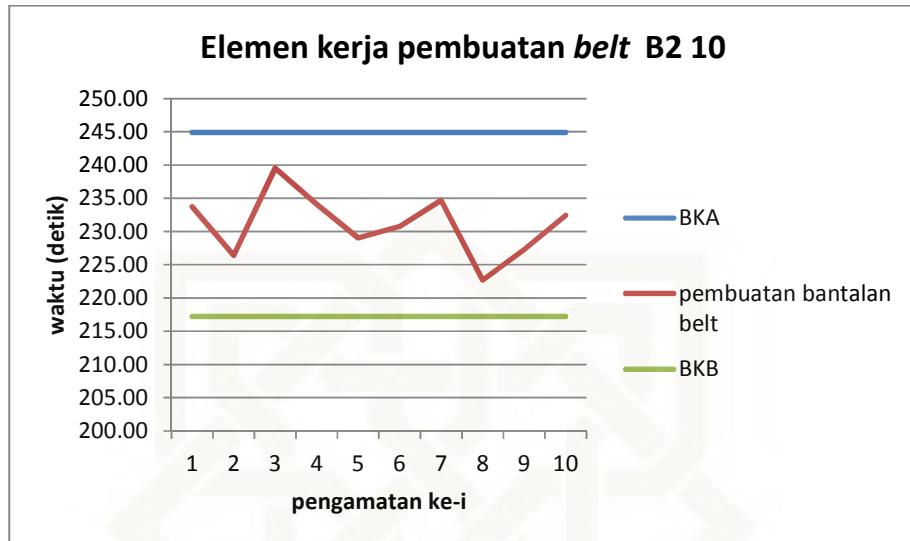
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembersihan Pulley B2 10



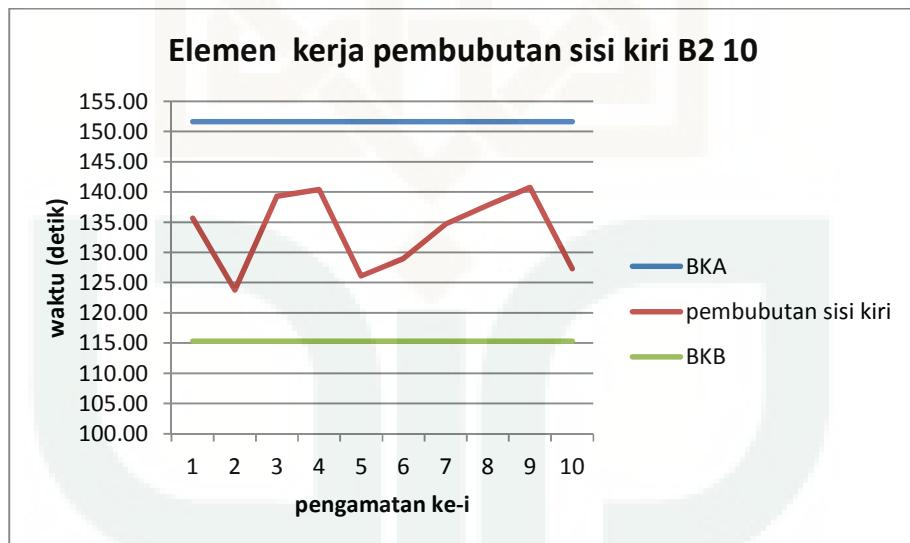
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kanan Pulley B2 10



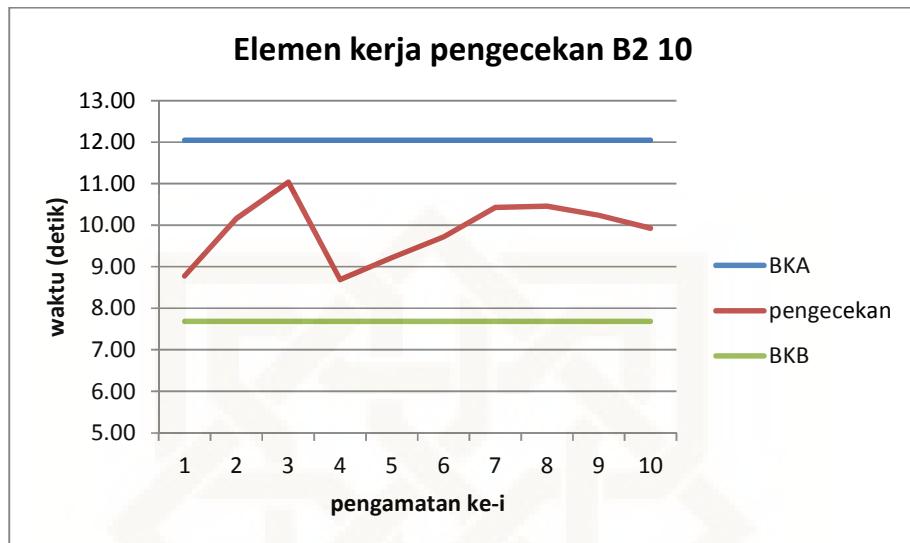
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembuatan *belt Pulley* B2 10



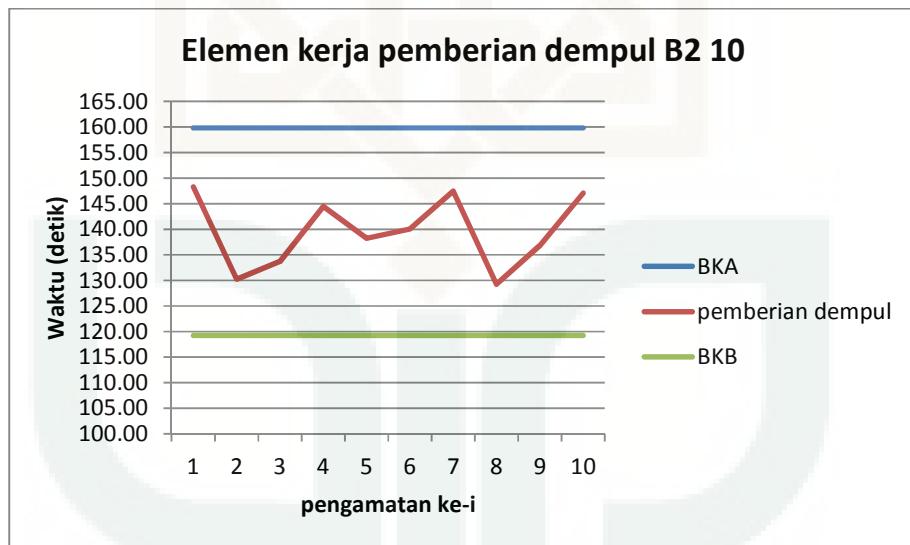
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembuatan sisi kiri *Pulley* B2 10



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengecekan Pulley B2 10

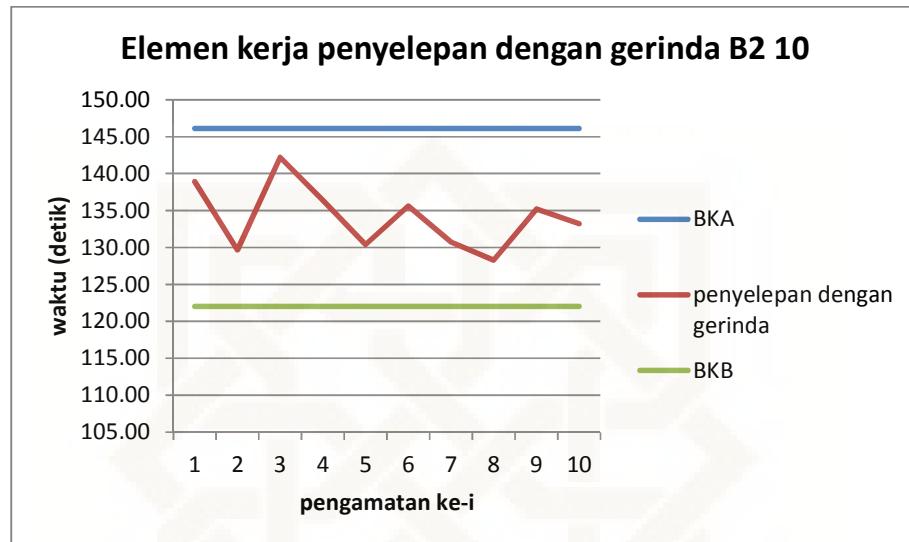


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian dempul Pulley B2 10

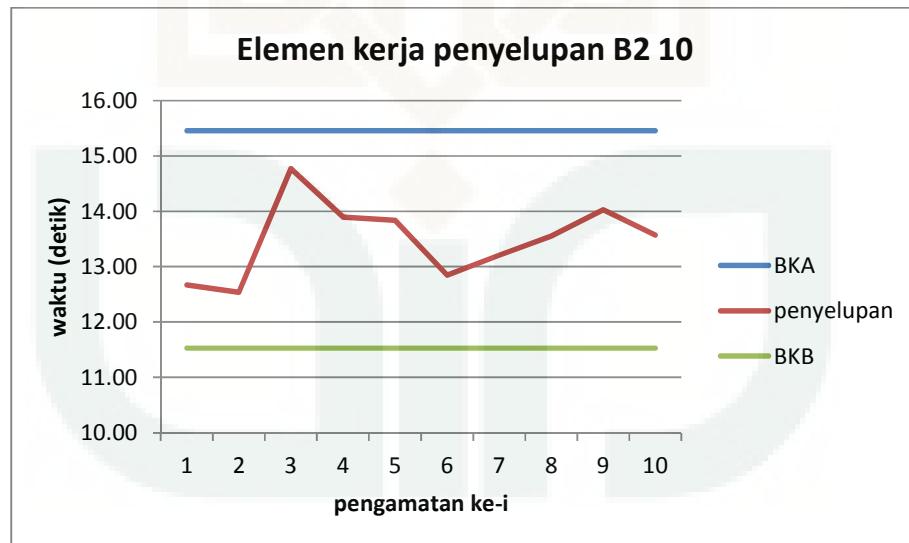


Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelepan dengan gerinda

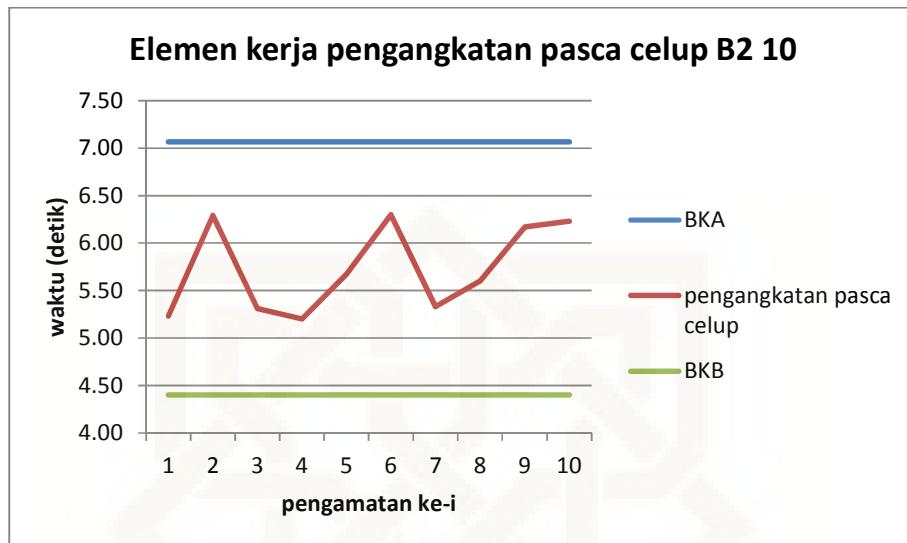
Pulley B2 10



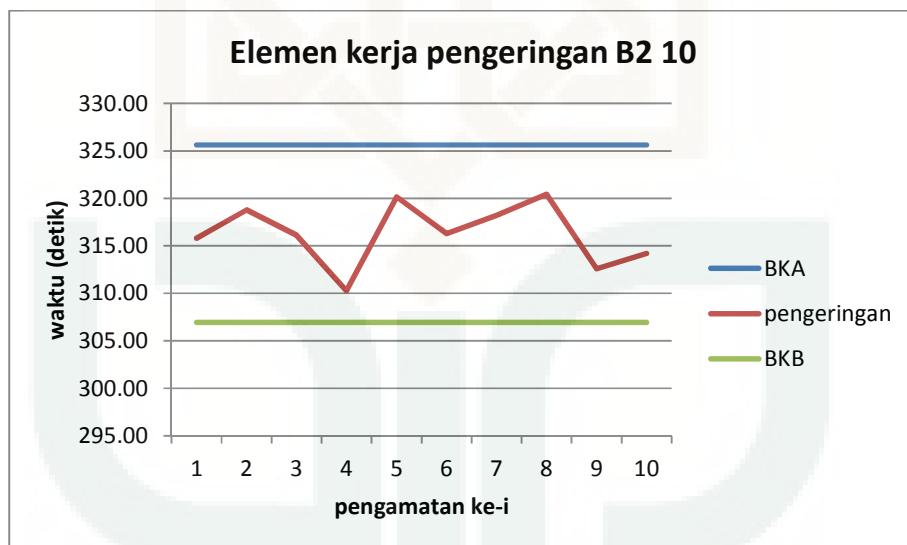
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelupan Pulley B2 10



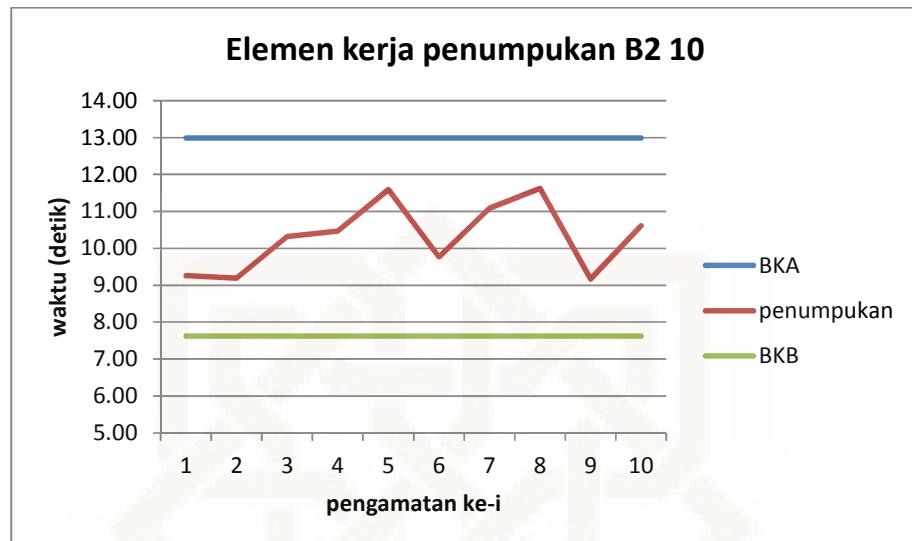
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca celup Pulley B2 10



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengeringan Pulley B2 10



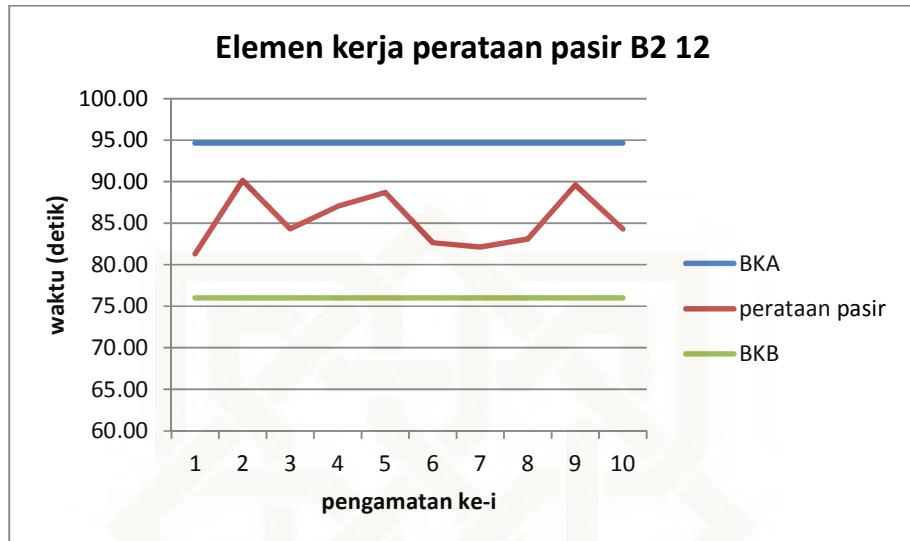
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penumpukan Pulley B2 10



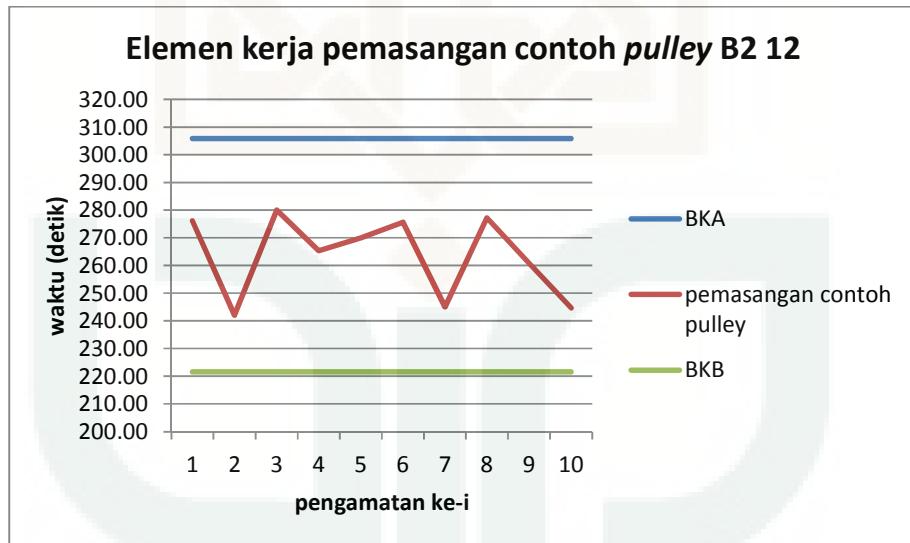
Hasil Perhitungan Uji Keseragaman Data Produk pulley B2 12

		$\sum Xi$	rata-rata	σ	BKA	BKB	N
Pembuatan cetakan	Perataan Pasir	853.33	85.33	3.10	94.64	76.03	10.00
	Pemasangan contoh pulley	2637.15	263.72	14.04	305.84	221.59	10.00
	Pemberian bubuk pemisah	529.75	52.98	1.84	58.48	47.47	10.00
	Pemasangan kotak cetakan	5049.34	504.93	13.02	544.01	465.86	10.00
	Pemberian air	527.90	52.79	2.18	59.33	46.25	10.00
	Pelepasan contoh pulley	285.93	28.59	1.60	33.39	23.80	10.00
Pengecoran	Penuangan baja ke ember tuang	147.38	14.74	0.45	16.07	13.40	10.00
	Penuangan ke cetakan	116.12	11.61	0.67	13.61	9.61	10.00
	Pengerasan produk	228120.00	22812.00	1893.91	28493.73	17130.27	10.00
	Pengangkatan pasca cor	495.92	49.59	0.94	52.40	46.78	10.00
	Pembersihan	444.99	44.50	0.67	46.52	42.48	10.00
Pembubutan	Pembubutan sisi kanan	1217.52	121.75	5.07	136.95	106.55	10.00
	Pembuatan bantalan belt	2406.11	240.61	5.59	257.37	223.85	10.00
	Pembubutan sisi kiri	1292.65	129.27	4.13	141.64	116.89	10.00
Pendempulan	Pengecekan	106.13	10.61	0.68	12.66	8.56	10.00
	Pemberian dempul	1546.03	154.60	3.47	165.01	144.20	10.00
Penghalusan	Penyelepan	1428.91	142.89	9.50	171.39	114.39	10.00
Pengecatan	Penyelupan	136.27	13.63	0.71	15.76	11.49	10.00
	Pengangkatan pasca celup	67.63	6.76	0.63	8.66	4.87	10.00
	Pengeringan	3517.02	351.70	4.51	365.25	338.16	10.00
Penyimpanan	Penumpukan	114.61	11.46	0.83	13.95	8.97	10.00

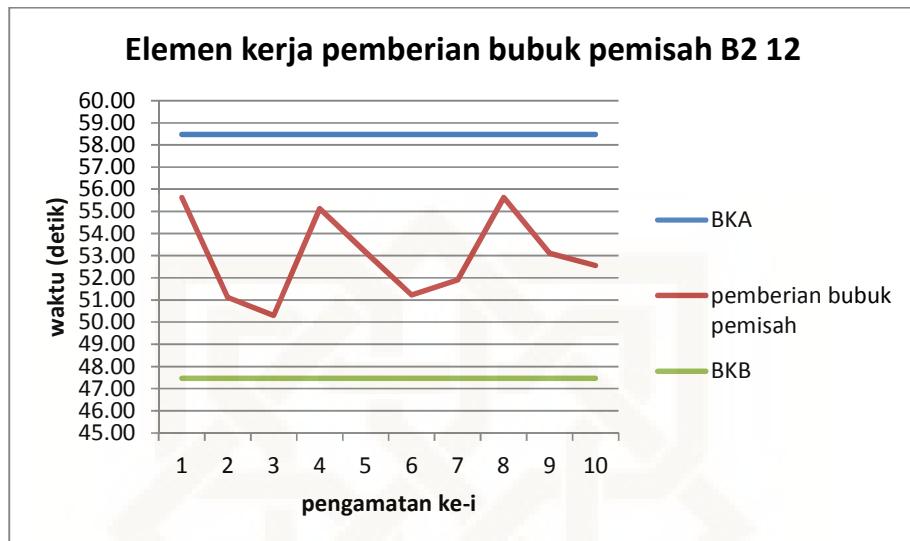
Grafik uji keseragaman data elemen kerja perataan pasir *Pulley* B2 12



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan contoh *Pulley* B2 12

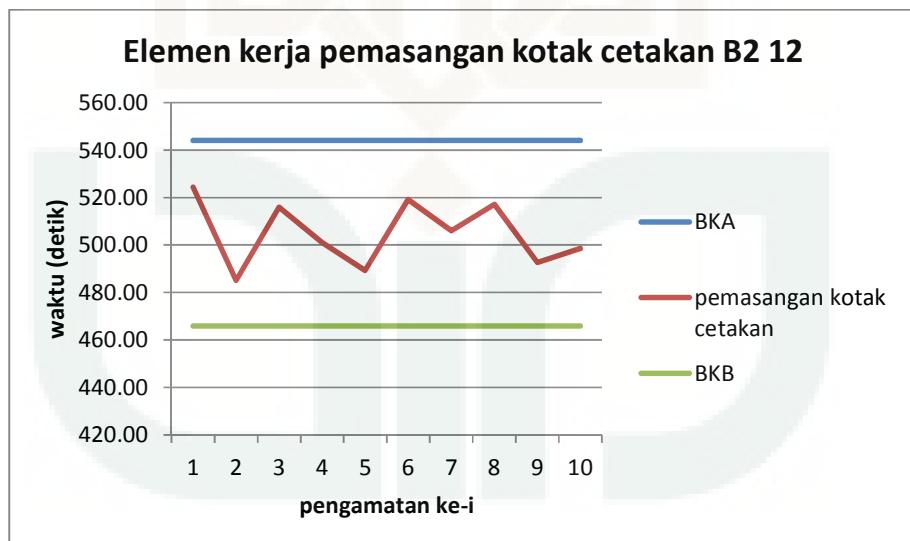


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian bubuk pasir Pulley B2 12

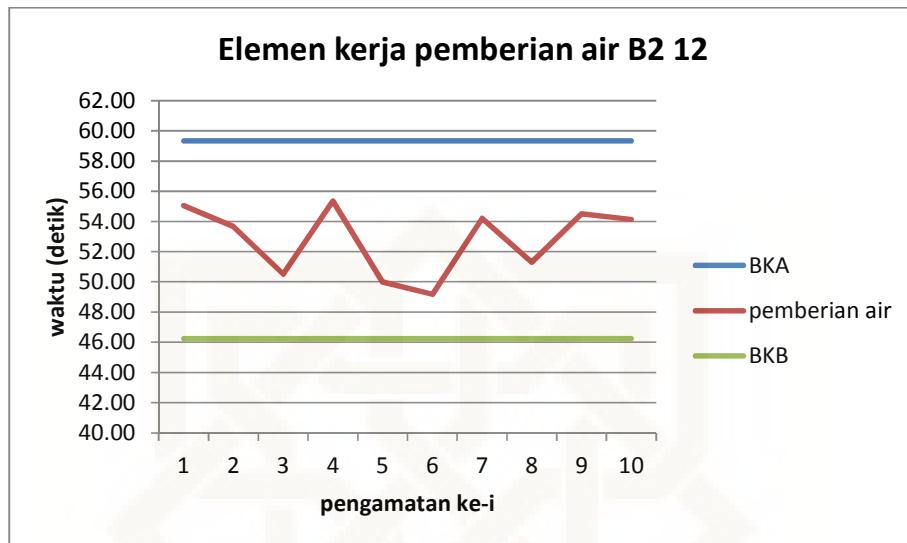


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan kotak cetakan

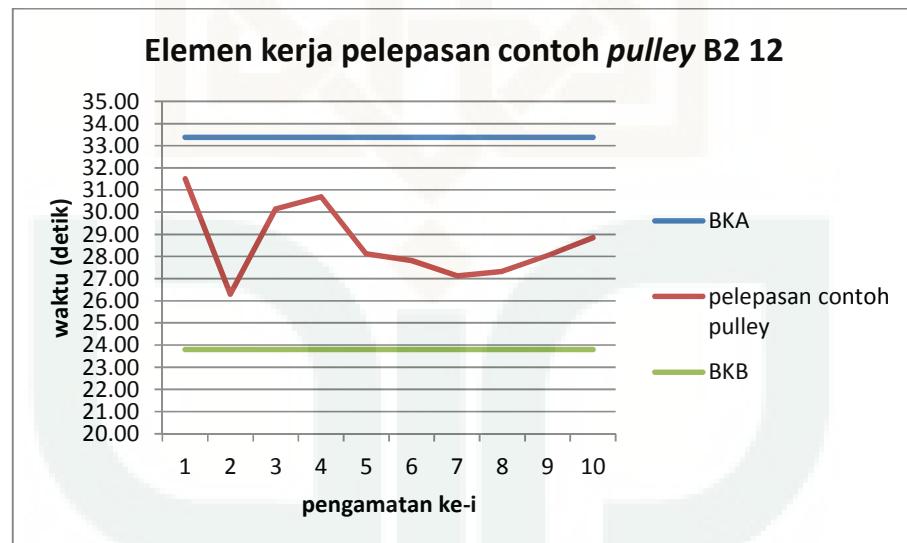
Pulley B2 12



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian air *Pulley B2 12*

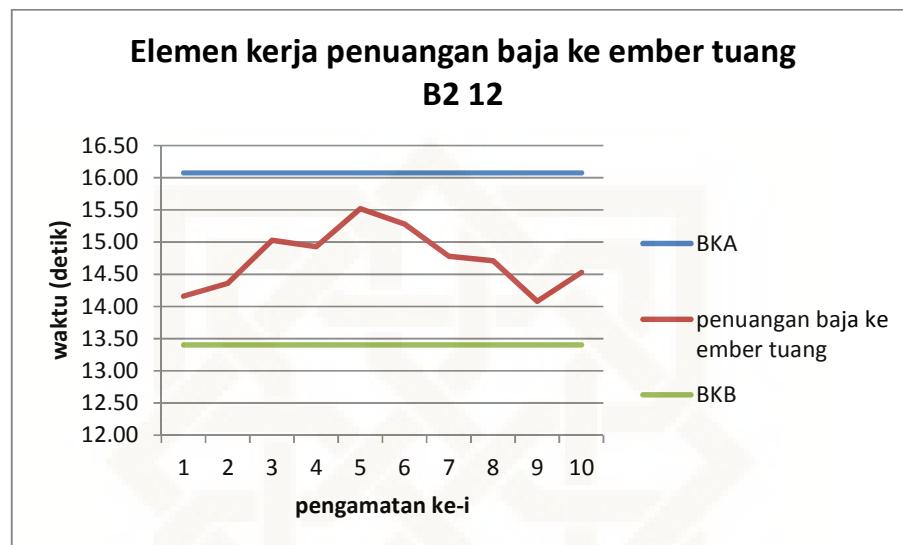


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pelepasan contoh *Pulley B2 12*

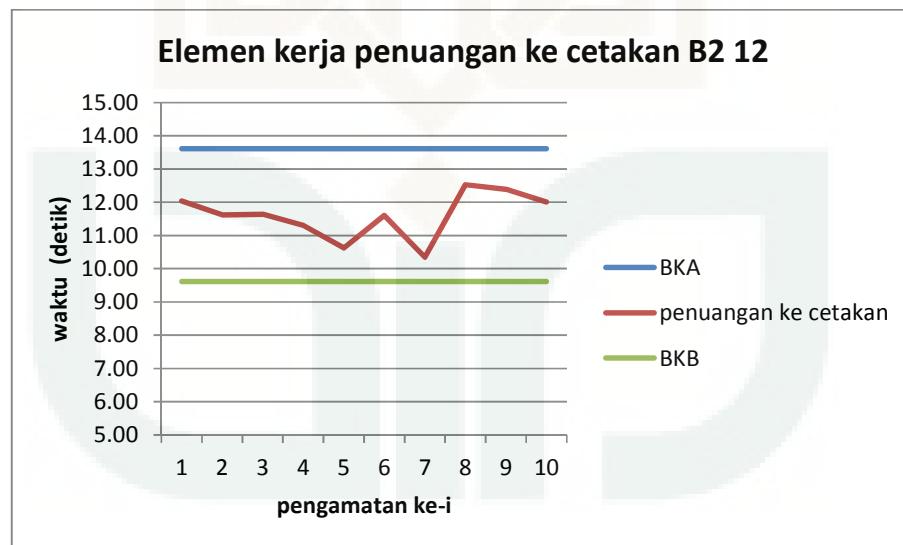


Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan baja ke ember tuang

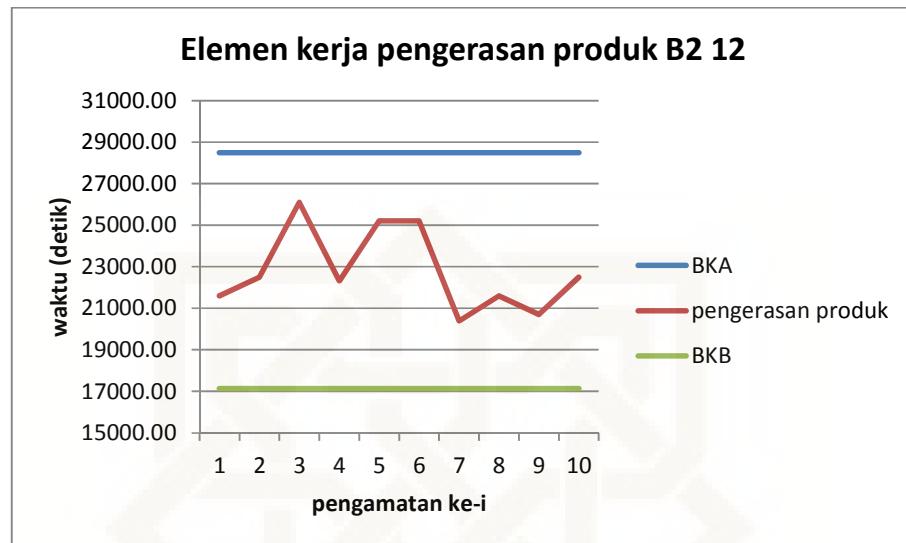
Pulley B2 12



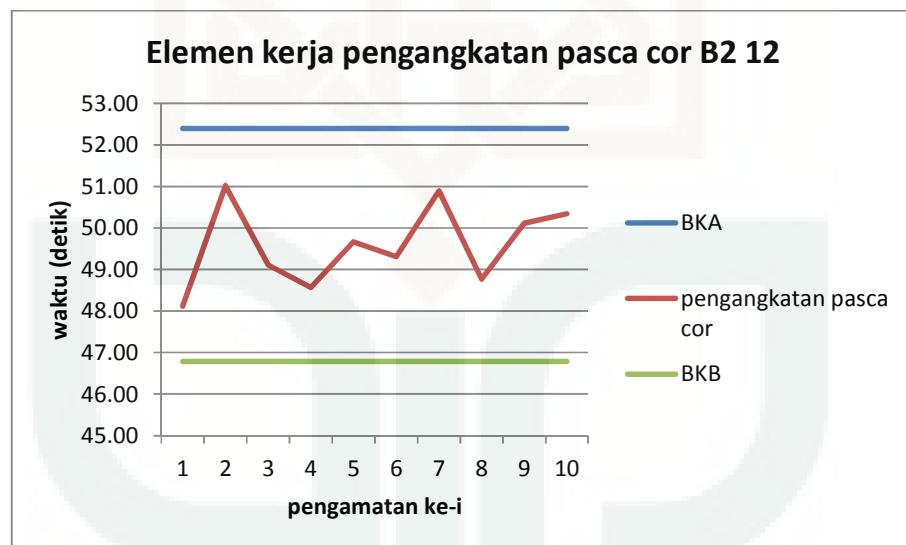
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan ke cetakan Pulley B2 12



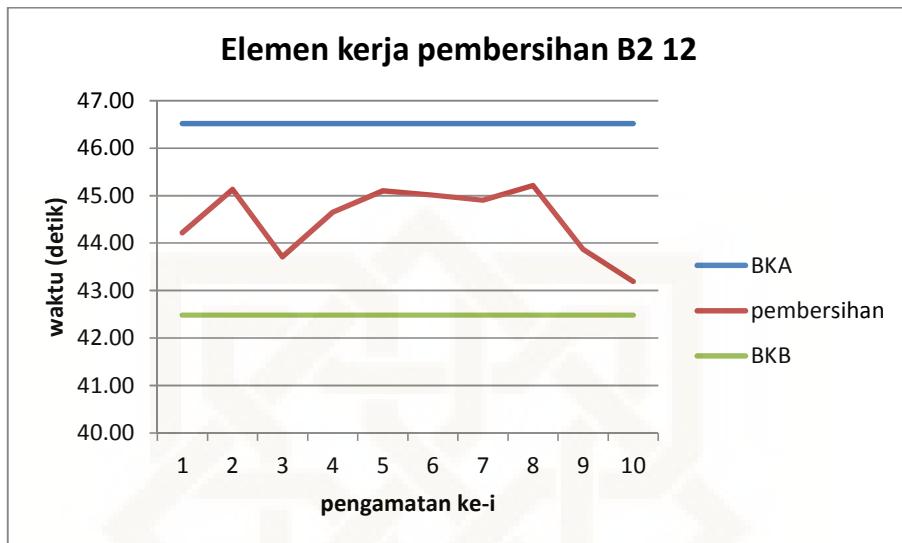
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengerasan produk *Pulley B2 12*



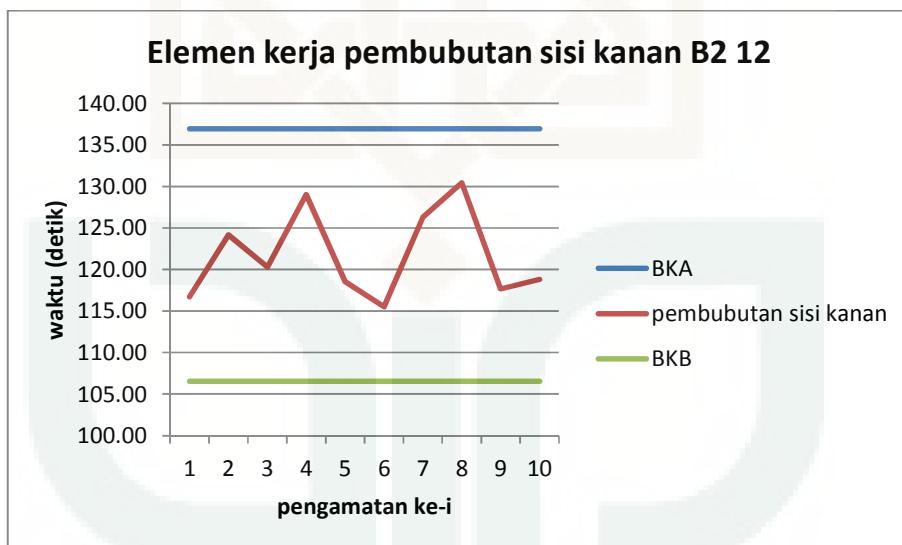
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca cor *Pulley B2 12*



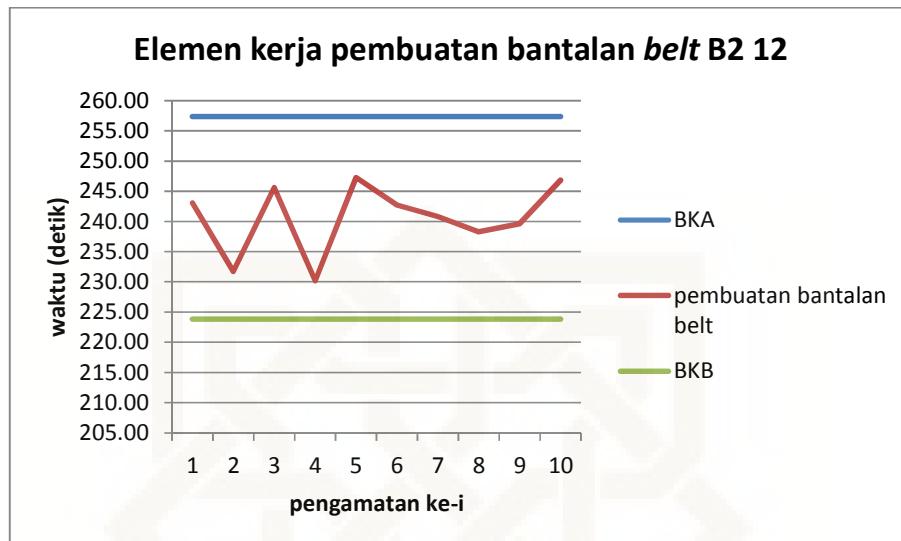
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembersihan Pulley B2 12



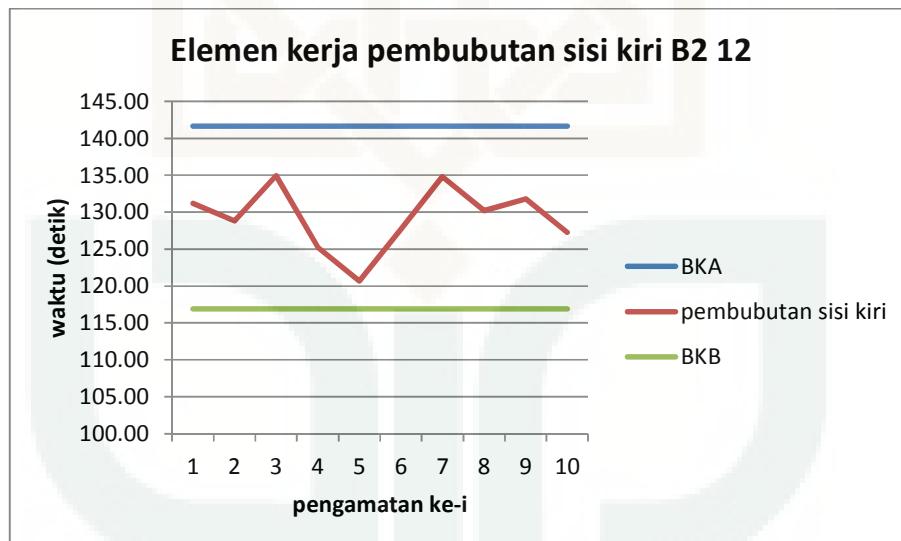
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kanan Pulley B2 12



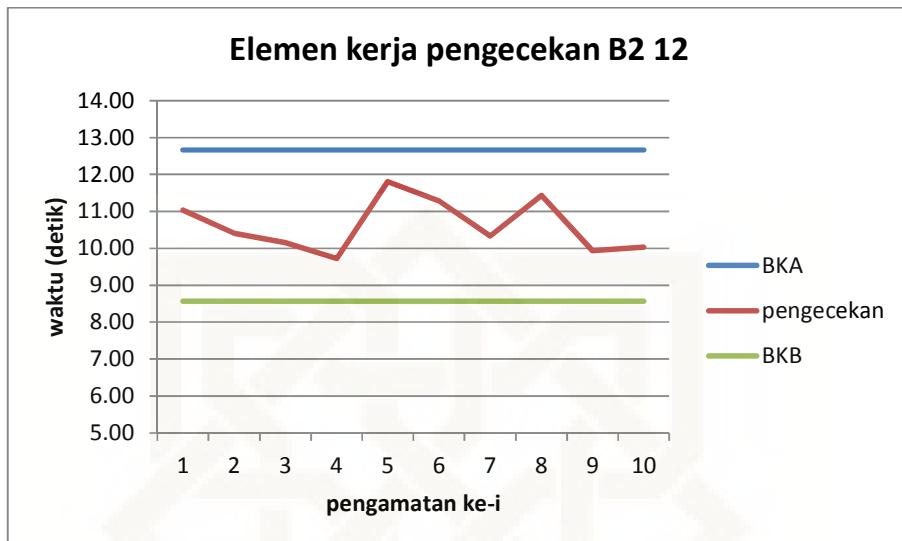
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembuatan bantalan *belt Pulley* B2 12



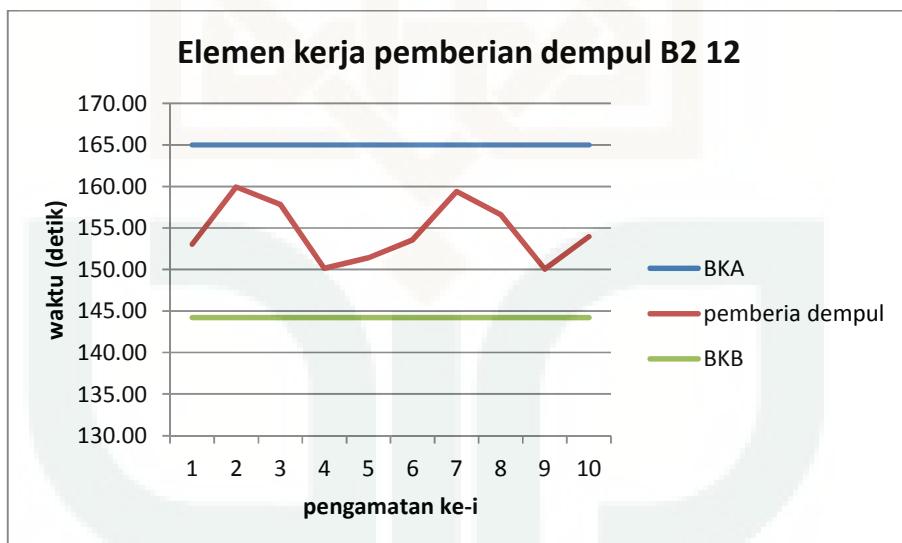
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kiri *Pulley* B2 12



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengecekan Pulley B2 12

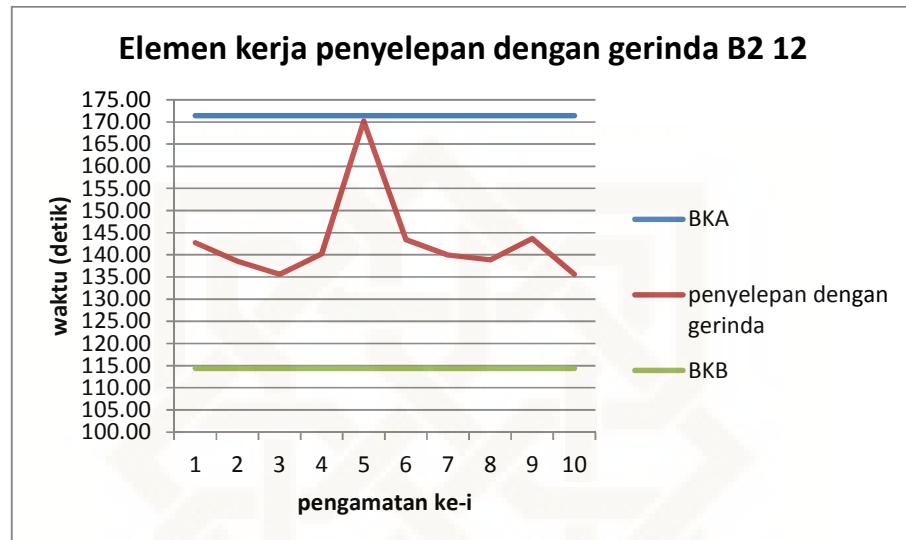


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian dempul Pulley B2 12

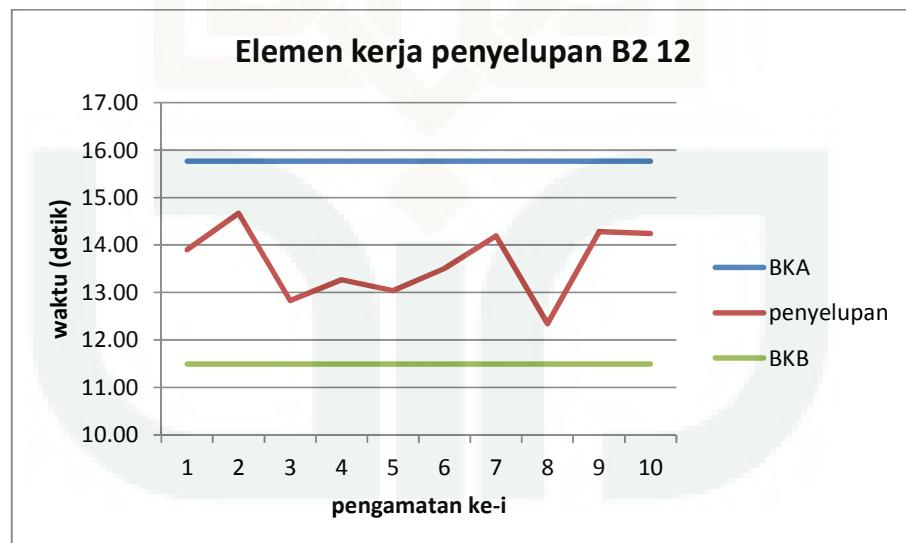


Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelepan dengan gerinda

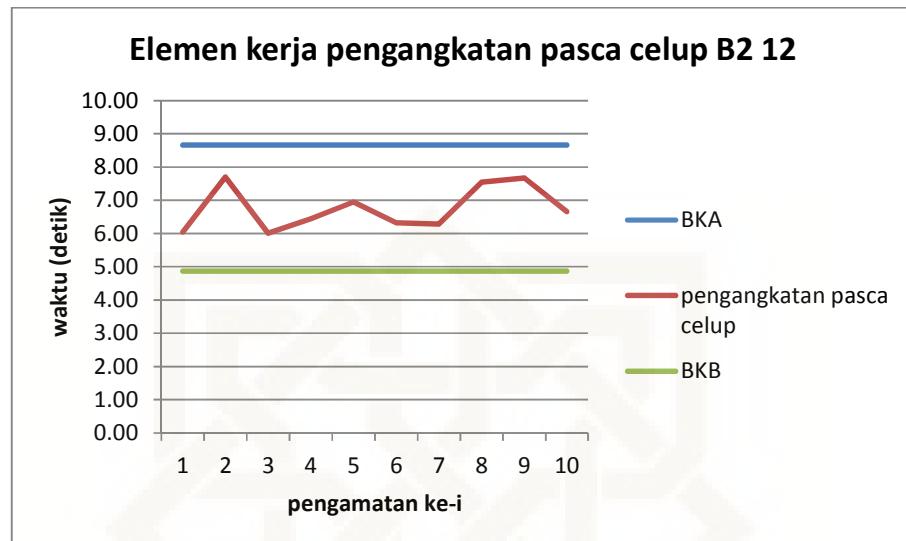
Pulley B2 12



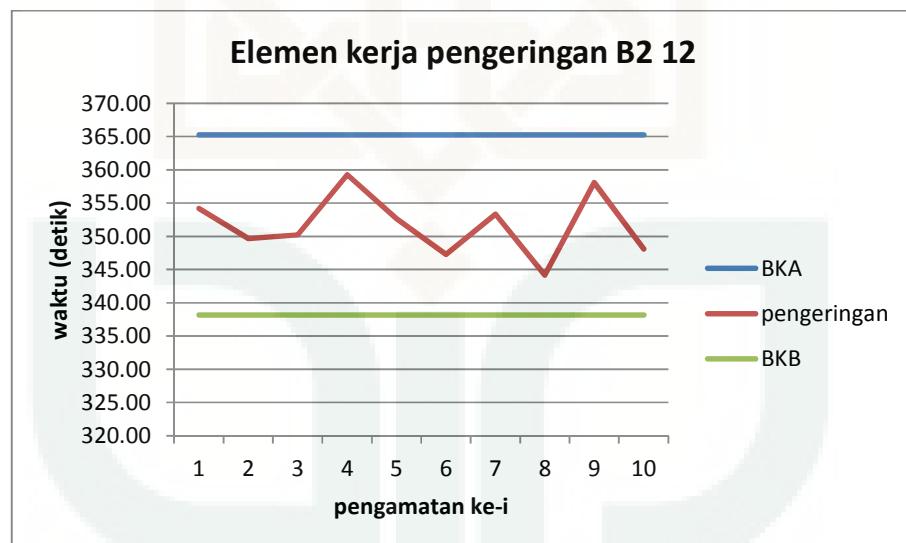
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelupan Pulley B2 12



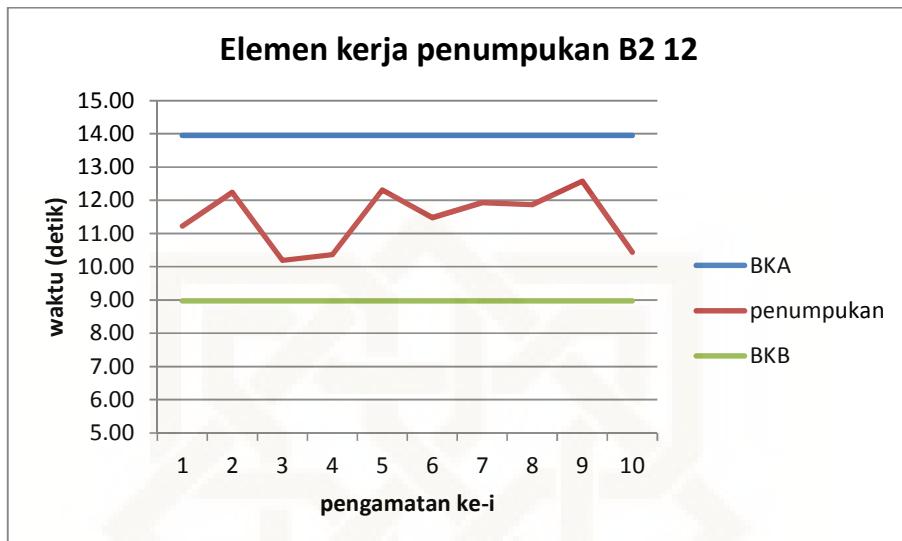
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca celup Pulley B2 12



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengeringan Pulley B2 12



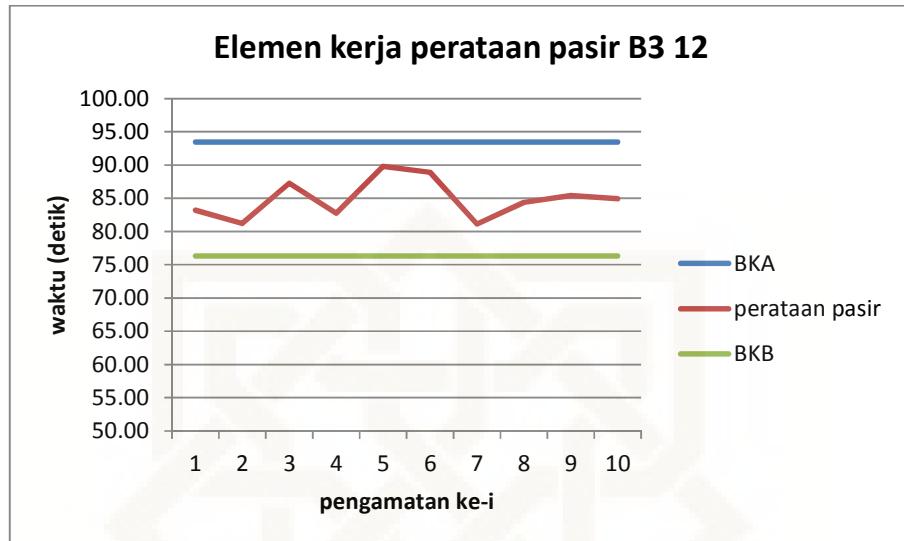
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penumpukan Pulley B2 12



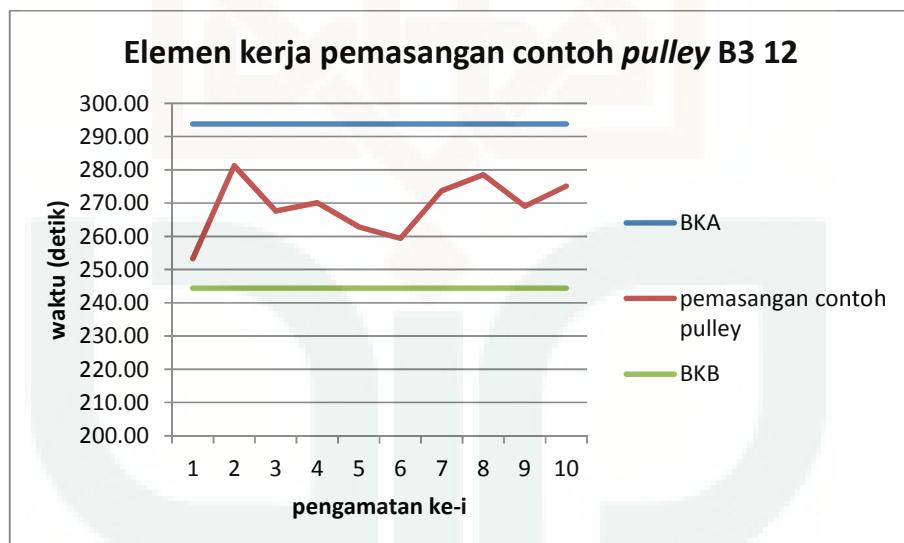
Hasil Perhitungan Uji Keseragaman Data Produk pulley B3 12

		$\sum Xi$	rata-rata	σ	BKA	BKB	N
Pembuatan cetakan	Perataan Pasir	848.99	84.90	2.86	93.49	76.30	10.00
	Pemasangan contoh pulley	2690.93	269.09	8.24	293.82	244.36	10.00
	Pemberian bubuk pemisah	569.14	56.91	1.87	62.53	51.30	10.00
	Pemasangan kotak cetakan	5194.11	519.41	9.22	547.07	491.76	10.00
	Pemberian air	517.91	51.79	1.96	57.68	45.90	10.00
	Pelepasan contoh pulley	310.74	31.07	0.99	34.04	28.11	10.00
Pengecoran	Penuangan baja ke ember tuang	145.96	14.60	0.87	17.22	11.98	10.00
	Penuangan ke cetakan	127.06	12.71	0.79	15.08	10.33	10.00
	Pengerasan produk	228120.00	22812.00	1893.91	28493.73	17130.27	10.00
	Pengangkatan pasca cor	520.09	52.01	1.45	56.37	47.65	10.00
	Pembersihan	436.82	43.68	1.92	49.45	37.91	10.00
Pembubutan	Pembubutan sisi kanan	1288.70	128.87	3.89	140.55	117.19	10.00
	Pembuatan bantalan belt	2712.35	271.24	4.63	285.13	257.34	10.00
	Pembubutan sisi kiri	1304.74	130.47	2.36	137.55	123.39	10.00
Pendempulan	Pengecekan	118.75	11.88	0.76	14.16	9.59	10.00
	Pemberian dempul	1735.36	173.54	3.77	184.84	162.23	10.00
Penghalusan	Penyelepan	1504.48	150.45	3.19	160.01	140.89	10.00
Pengecatan	Penyelupan	146.55	14.66	0.58	16.40	12.91	10.00
	Pengangkatan pasca celup	68.79	6.88	0.60	8.67	5.09	10.00
	Pengeringan	3551.02	355.10	5.94	372.92	337.29	10.00
Penyimpanan	Penumpukan	124.51	12.45	0.87	15.06	9.84	10.00

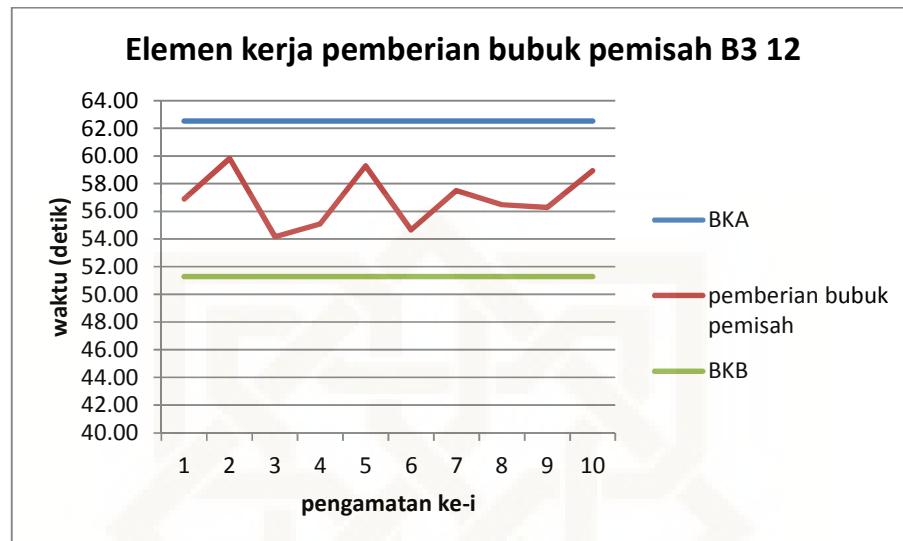
Grafik uji keseragaman data elemen kerja perataaan pasir *Pulley* B3 12



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan contoh *Pulley* B3 12

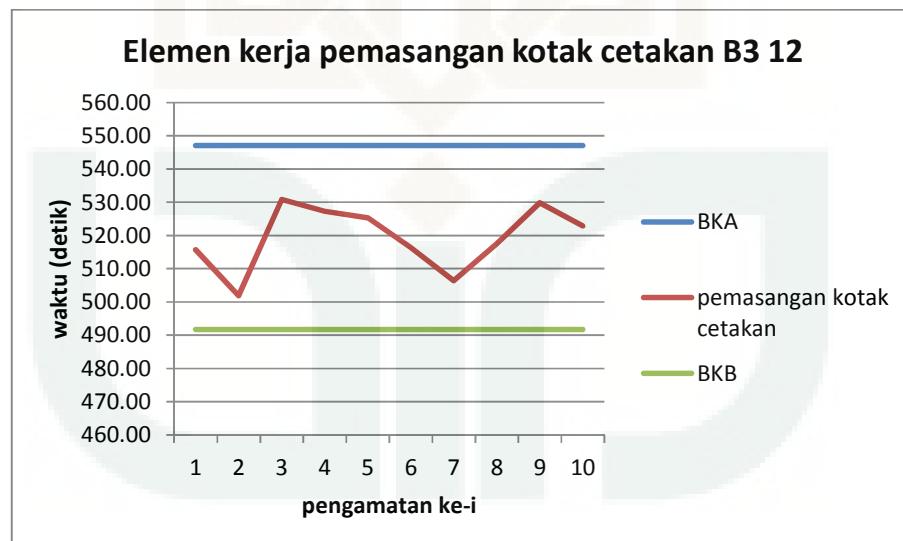


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian bubuk pemisah *Pulley B3 12*

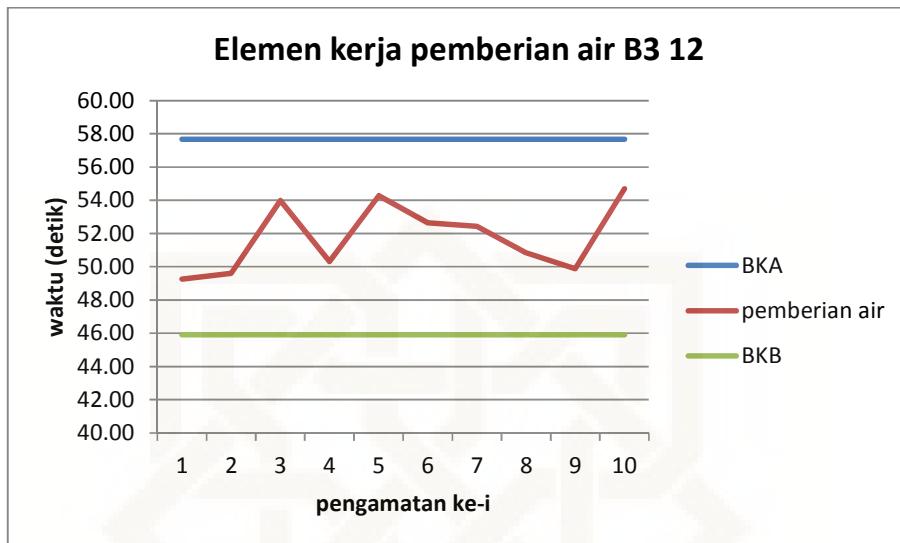


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemasangan kotak cetakan

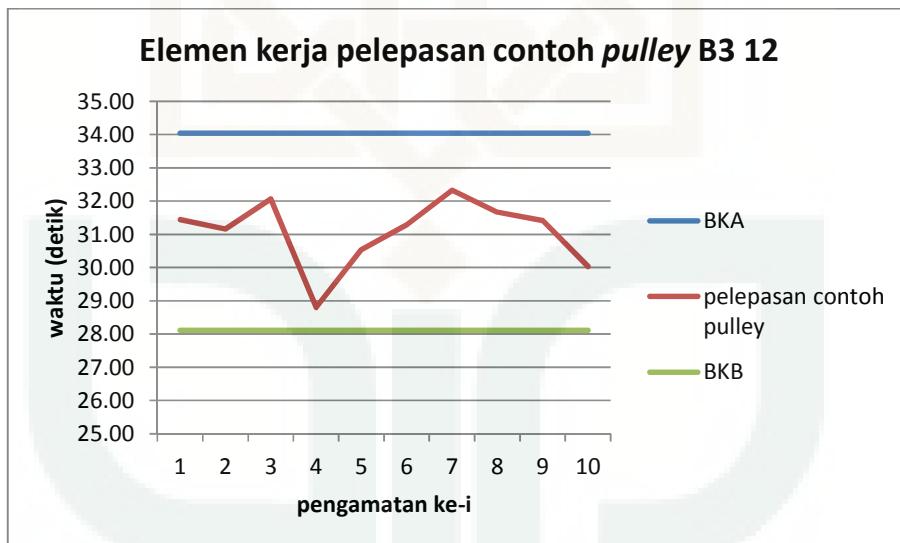
Pulley B3 12



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian air *Pulley B3 12*

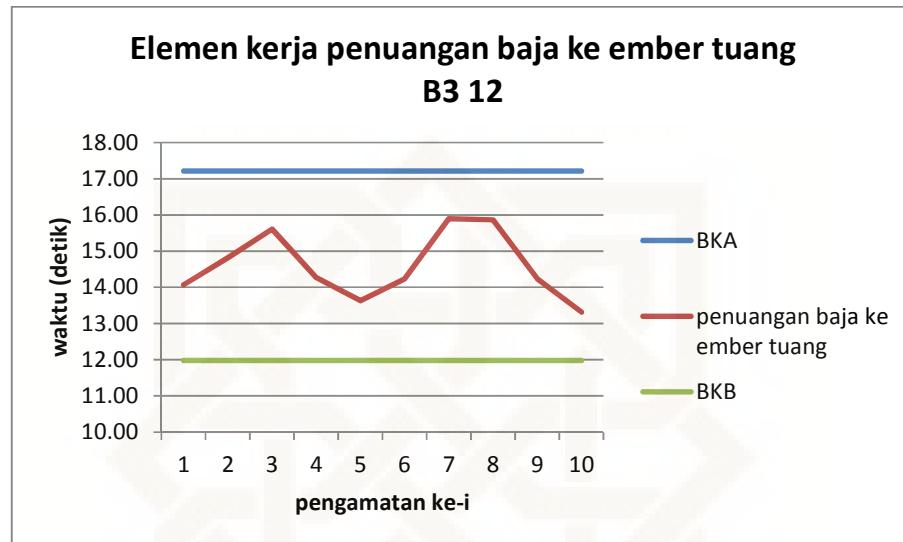


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pelepasan contoh *Pulley B3 12*

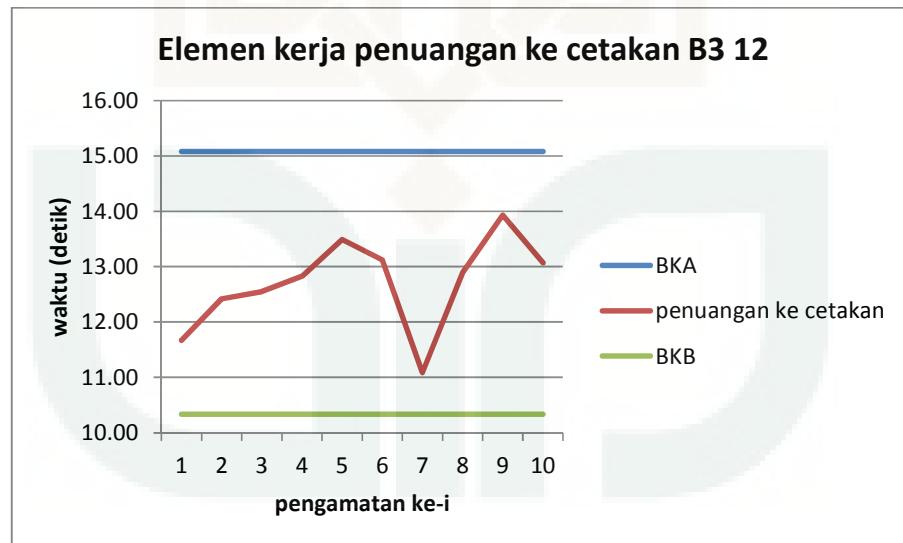


Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan baja ke ember tuang

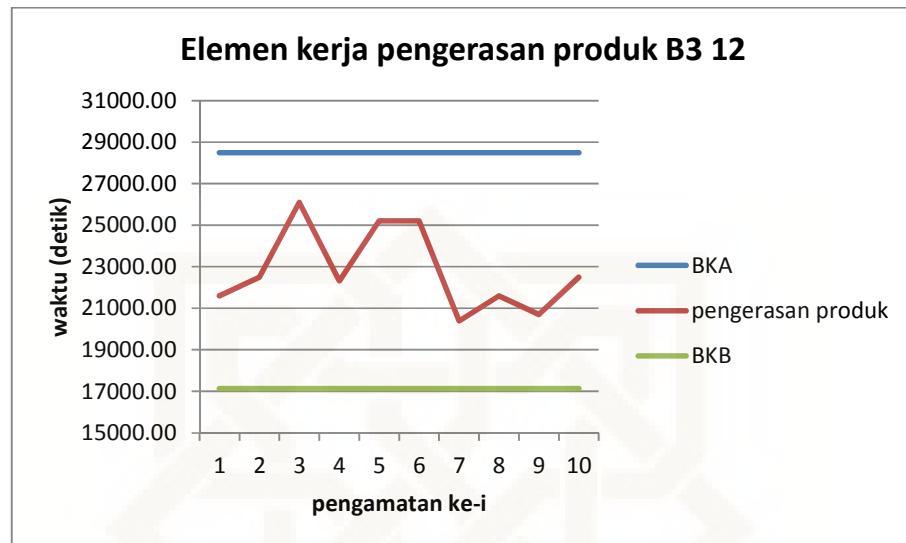
Pulley B3 12



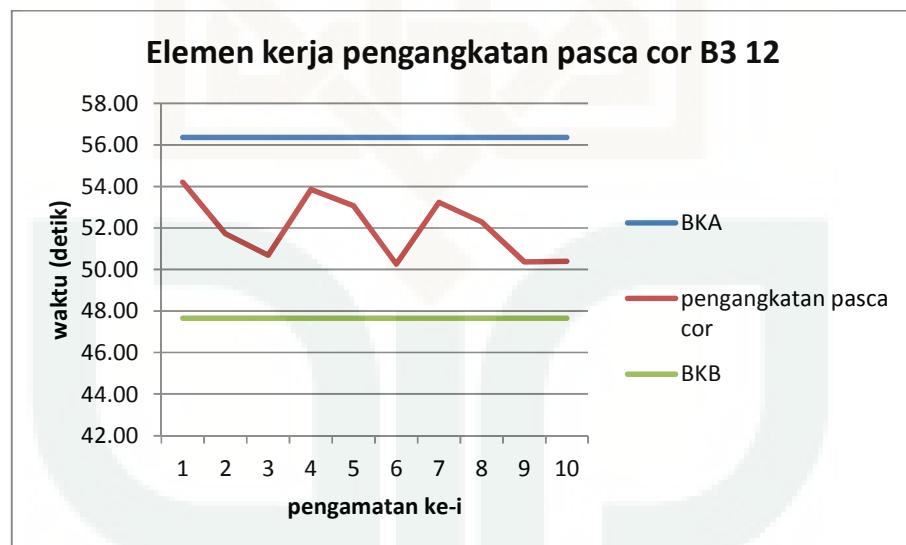
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penuangan ke cetakan Pulley B3 12



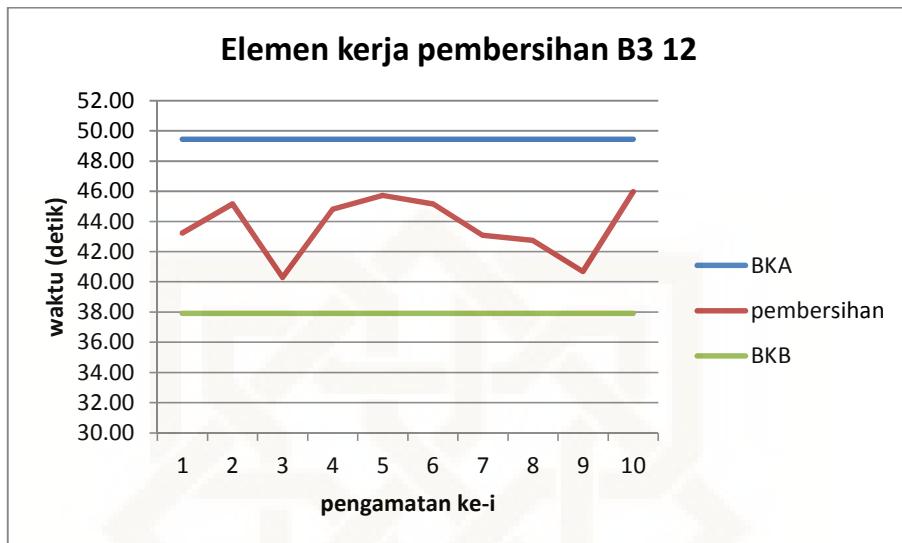
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengerasan produk *Pulley* B3 12



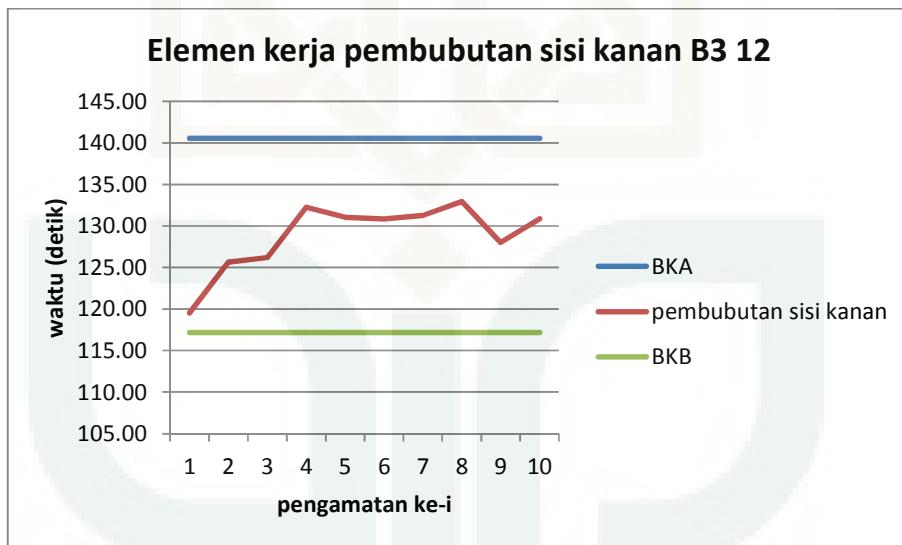
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca cor *Pulley* B3 12



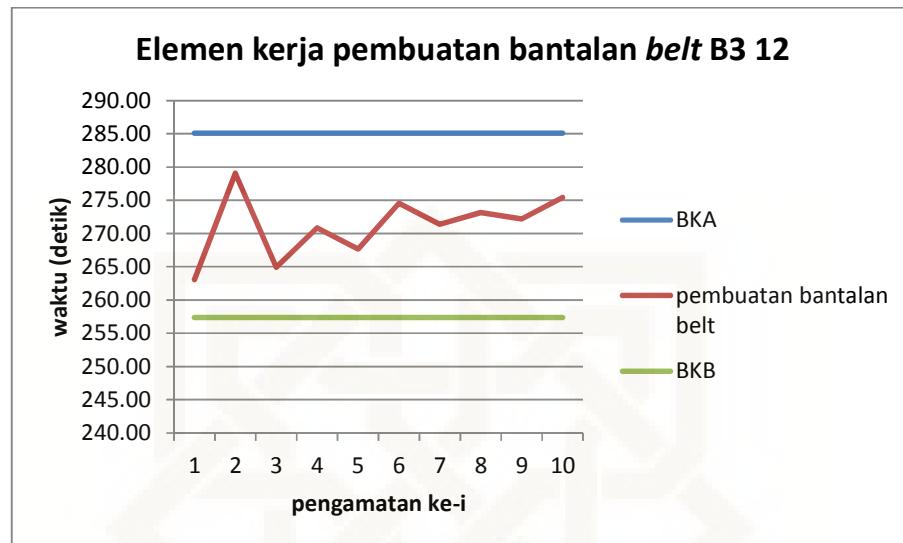
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembersihan Pulley B3 12



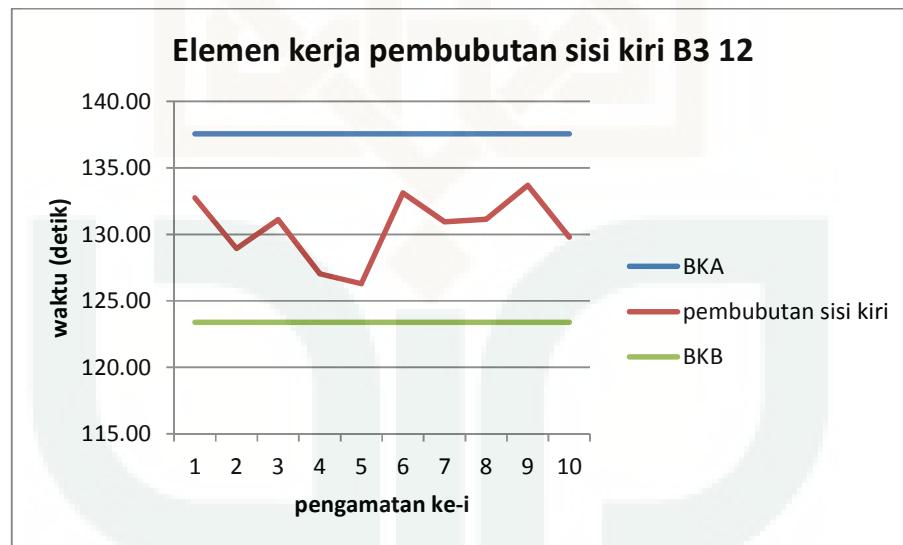
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kanan Pulley B3 12



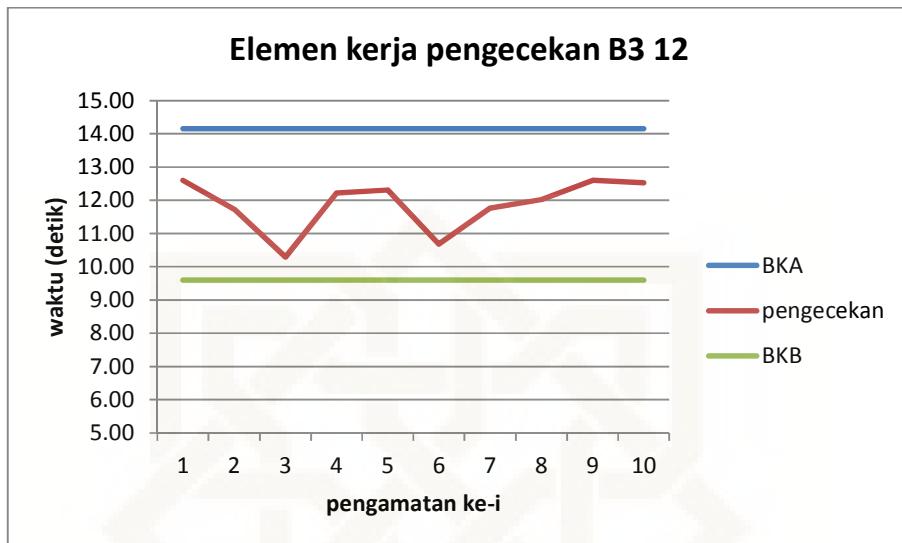
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembuatan bantalan *belt Pulley* B3 12



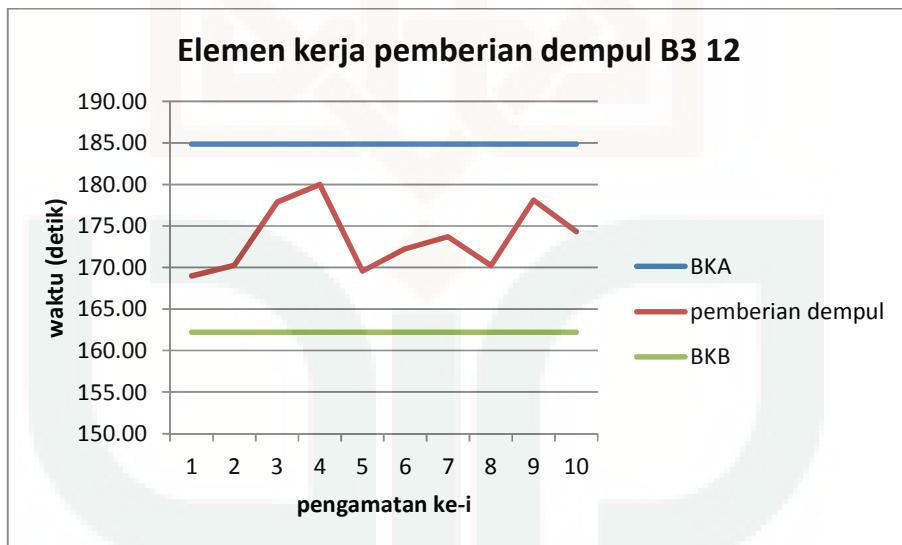
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pembubutan sisi kiri *Pulley* B3 12



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengecekan Pulley B3 12

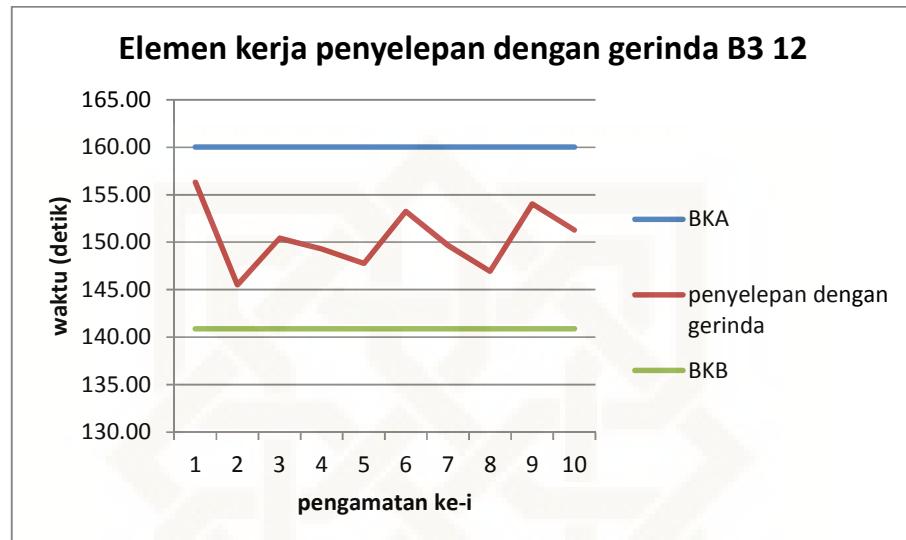


Grafik uji keseragaman data elemen kerja pemberian dempul Pulley B3 12

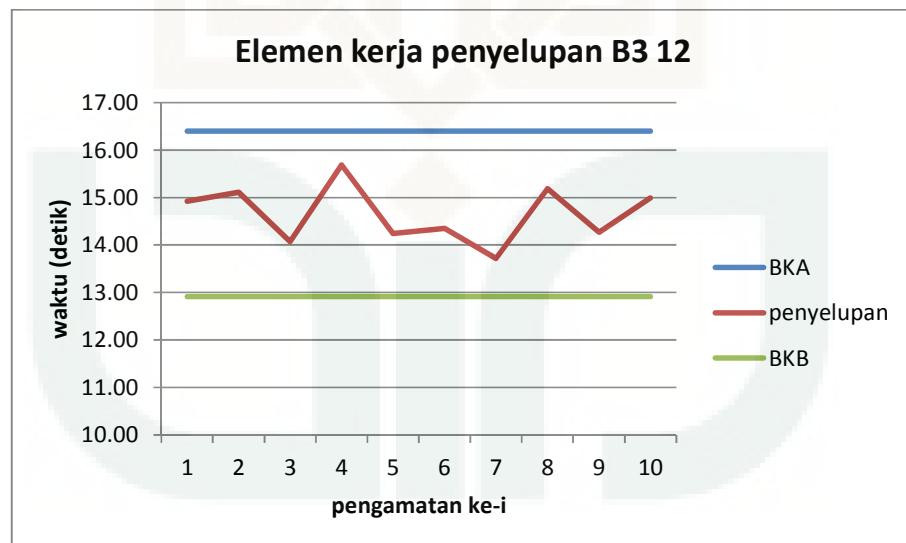


Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelepan dengan gerinda

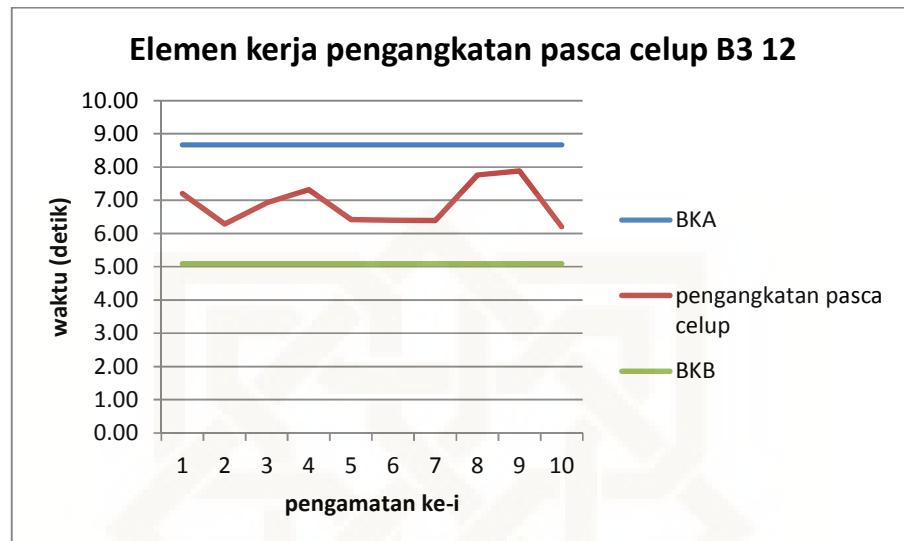
Pulley B3 12



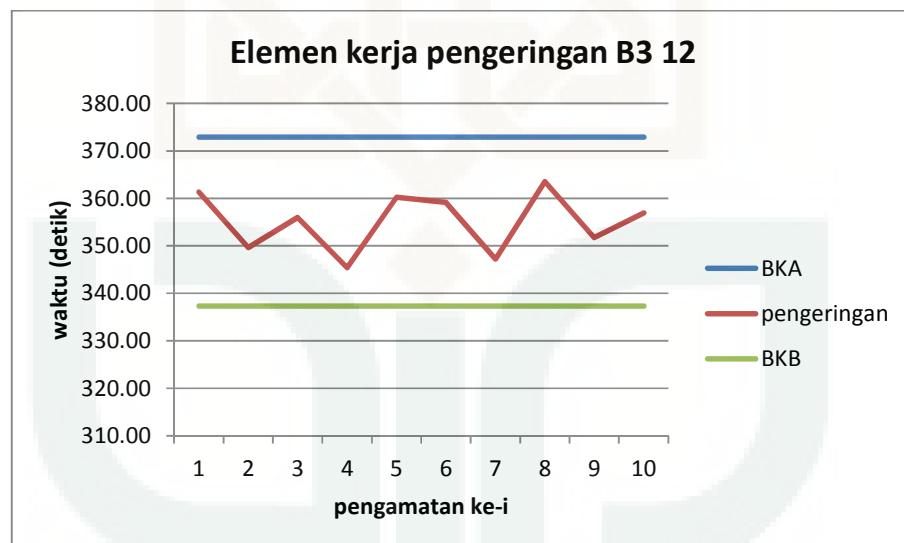
Grafik uji keseragaman data elemen kerja penyelupan Pulley B3 12



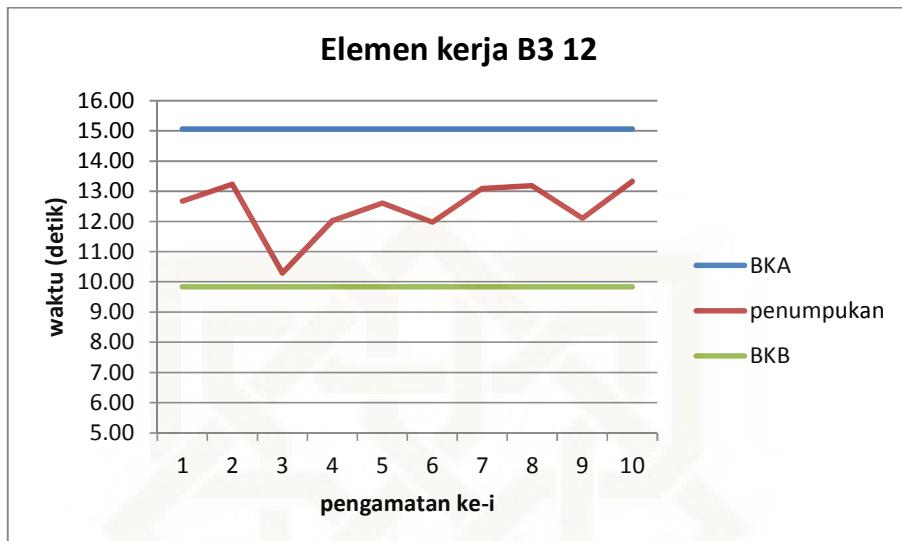
Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengangkatan pasca celup Pulley B3 12



Grafik uji keseragaman data elemen kerja pengeringan Pulley B3 12



Grafik uji keseragaman data elemen kerja penumpukan Pulley B3 12



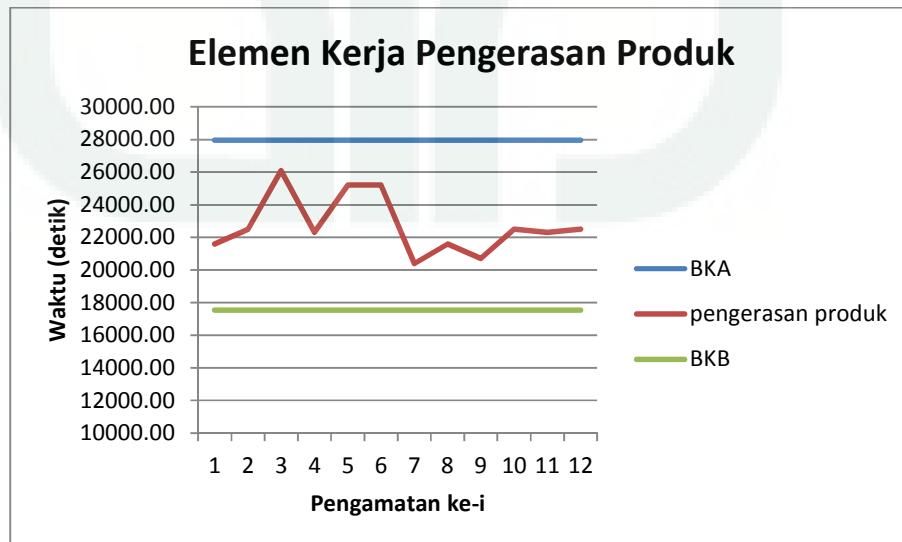
LAMPIRAN 6

DATA PENGAMATAN TAMBAHAN DAN UJI KESERAGAMAN

DATANYA

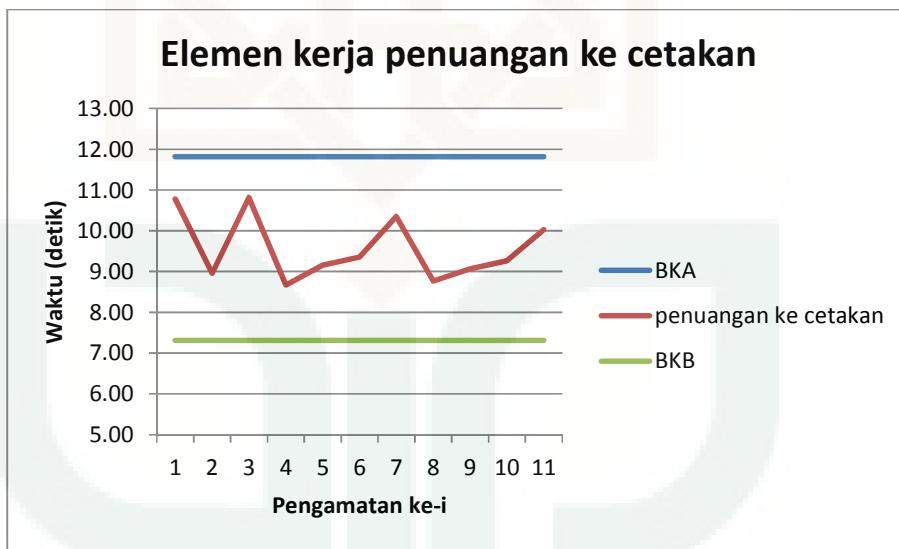
- Elemen Kerja Pengerasan Produk untuk *job Pulley B1 8, B2 8, B3, B2 10, B2 12, dan B3 12*

BKA	Pengerasan Produk	BKB
27952.29	21600	17537.71
27952.29	22500	17537.71
27952.29	26100	17537.71
27952.29	22320	17537.71
27952.29	25200	17537.71
27952.29	25200	17537.71
27952.29	20400	17537.71
27952.29	21600	17537.71
27952.29	20700	17537.71
27952.29	22500	17537.71
27952.29	22320	17537.71
27952.29	22500	17537.71
Rata-Rata		22745
Std		1735.76



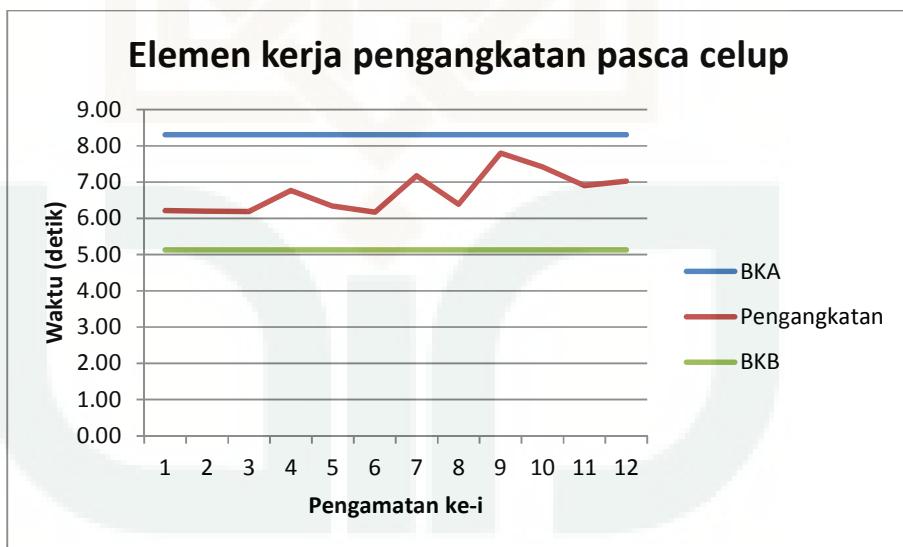
2. Elemen Kerja Penuangan ke Cetakan untuk job Pulley B1 8

BKA	Penuangan ke Cetakan	BKB
11.82	10.78	7.31
11.82	8.96	7.31
11.82	10.82	7.31
11.82	8.67	7.31
11.82	9.16	7.31
11.82	9.36	7.31
11.82	10.35	7.31
11.82	8.77	7.31
11.82	9.07	7.31
11.82	9.27	7.31
11.82	10.03	7.31
Rata-Rata	9.57	
Std		0.75



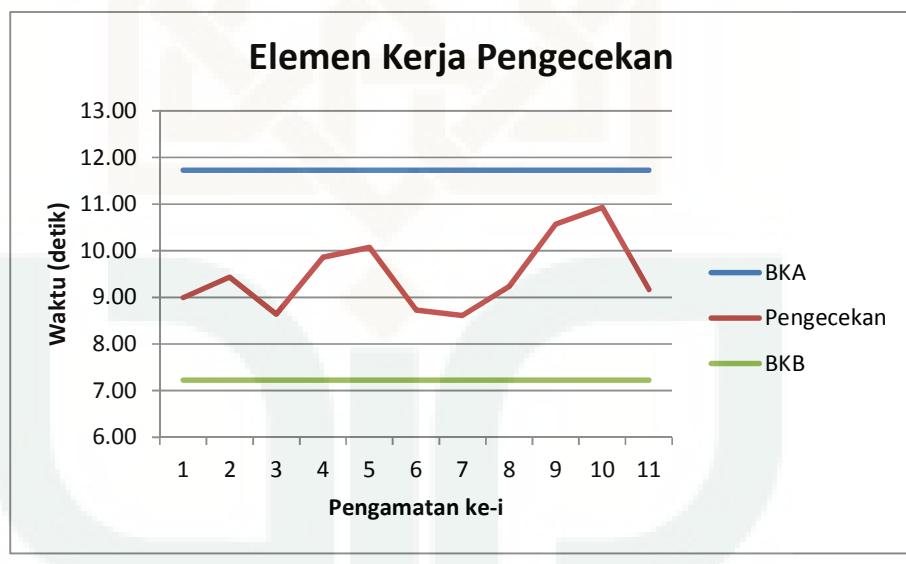
3. Elemen Kerja Pengangkatan untuk job Pulley B2 8

BKA	Pengangkatan pasca celup	BKB
8.31	6.21	5.13
8.31	6.20	5.13
8.31	6.19	5.13
8.31	6.77	5.13
8.31	6.34	5.13
8.31	6.17	5.13
8.31	7.18	5.13
8.31	6.39	5.13
8.31	7.80	5.13
8.31	7.42	5.13
8.31	6.90	5.13
8.31	7.03	5.13
Rata-Rata		6.72
Std		0.53



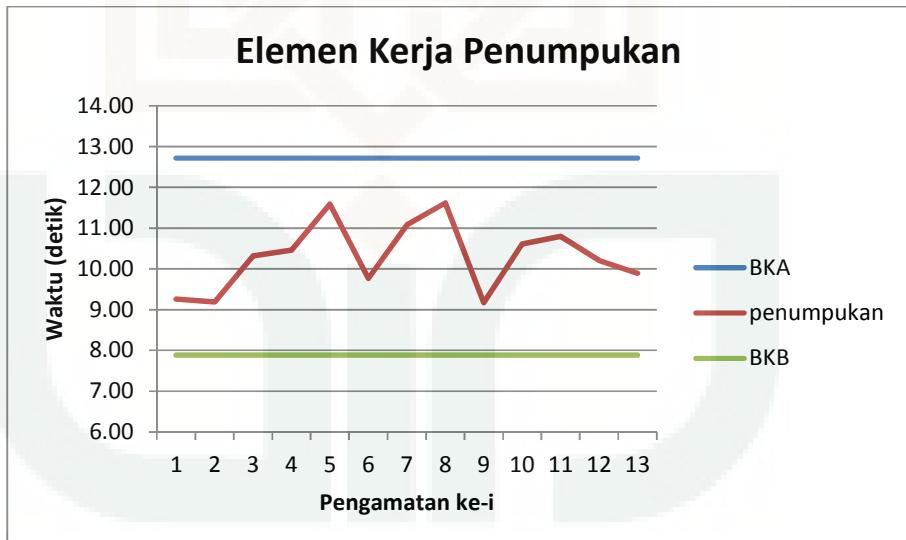
4. Elemen Kerja Pengecekan untuk *job Pulley B3 8*

BKA	Pengecekan	BKB
11.73	8.99	7.22
11.73	9.43	7.22
11.73	8.64	7.22
11.73	9.86	7.22
11.73	10.07	7.22
11.73	8.73	7.22
11.73	8.61	7.22
11.73	9.23	7.22
11.73	10.57	7.22
11.73	10.93	7.22
11.73	9.17	7.22
Rata-Rata		9.48
Std		0.75



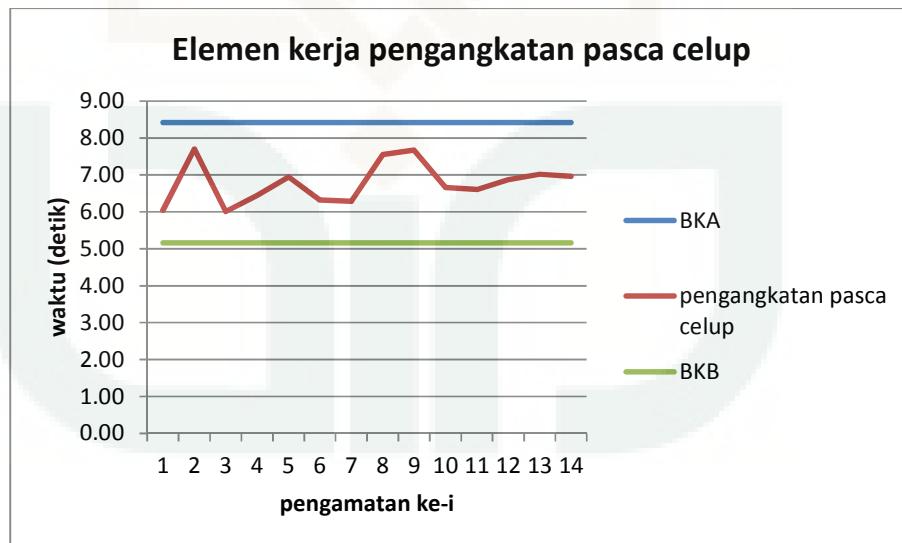
5. Elemen Kerja Penumpukan untuk *job Pulley B2 10*

BKA	Penumpukan	BKB
12.72	9.26	7.89
12.72	9.19	7.89
12.72	10.32	7.89
12.72	10.46	7.89
12.72	11.59	7.89
12.72	9.77	7.89
12.72	11.08	7.89
12.72	11.62	7.89
12.72	9.17	7.89
12.72	10.61	7.89
12.72	10.80	7.89
12.72	10.21	7.89
12.72	9.89	7.89
Rata-Rata		10.31
Std		0.81



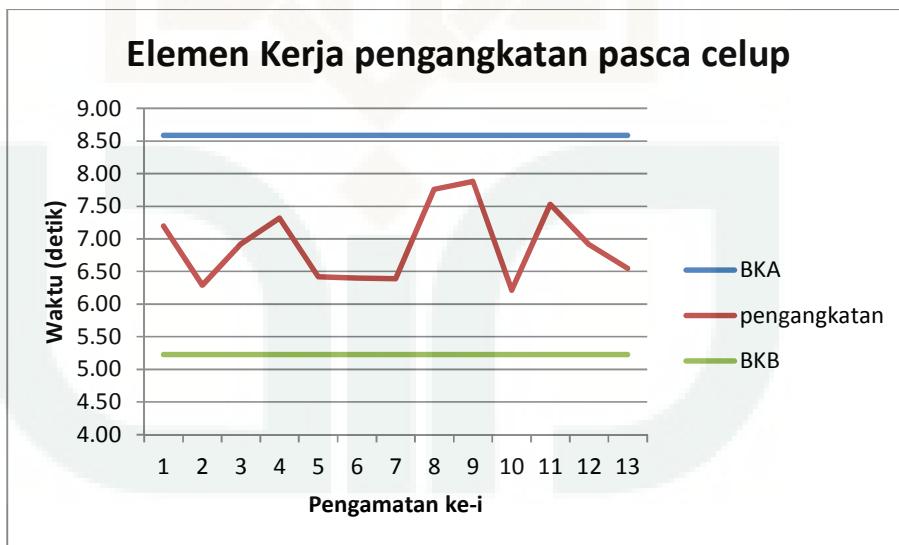
6. Elemen Kerja Pengangkatan untuk job Pulley B2 12

BKA	Pengangkatan pasca celup	BKB
8.42	6.04	5.17
8.42	7.7	5.17
8.42	6.01	5.17
8.42	6.44	5.17
8.42	6.95	5.17
8.42	6.32	5.17
8.42	6.29	5.17
8.42	7.55	5.17
8.42	7.67	5.17
8.42	6.66	5.17
8.42	6.60	5.17
8.42	6.87	5.17
8.42	7.02	5.17
8.42	6.96	5.17
Rata-Rata		6.79
Std		0.54



7. Elemen Kerja Pengangkatan untuk job Pulley B3 12

BKA	Pengangkatan pasca celup	BKB
8.59	7.20	5.23
8.59	6.29	5.23
8.59	6.92	5.23
8.59	7.32	5.23
8.59	6.42	5.23
8.59	6.40	5.23
8.59	6.39	5.23
8.59	7.76	5.23
8.59	7.88	5.23
8.59	6.21	5.23
8.59	7.53	5.23
8.59	6.91	5.23
8.59	6.55	5.23
Rata-Rata	6.91	
Std		0.56



LAMPIRAN 7

PERHITUNGAN RATING FACTOR DAN ALLOWANCE

		Rating Factor								
		Skill	Effort	Condition	Consistency	Skill	Effort	Condition	Consistency	Total
Pembuatan cetakan	Perataan Pasir	B2	C1	C	C	0.08	0.05	0.02	0.01	0.16
	Pemasangan contoh pulley	C1	C1	C	C	0.06	0.05	0.02	0.01	0.14
	Pemberian bubuk pemisah	B2	C1	C	C	0.08	0.05	0.02	0.01	0.16
	Pemasangan kotak cetakan	C1	C2	C	C	0.06	0.02	0.02	0.01	0.11
	Pemberian air	C1	C2	C	C	0.06	0.02	0.02	0.01	0.11
	Pelepasan contoh pulley	C1	B2	C	C	0.06	0.08	0.02	0.01	0.17
Pengecoran	Penuangan baja ke ember tuang	B2	B2	C	B	0.08	0.08	0.02	0.03	0.21
	Penuangan ke cetakan	B2	B2	C	C	0.08	0.08	0.02	0.01	0.19
	Pengerasan produk	D	D	D	D	0	0	0	0	0
	Pengangkatan pasca cor	C2	C2	C	C	0.03	0.02	0.02	0.01	0.08
	Pembersihan	C1	C2	C	C	0.06	0.02	0.02	0.01	0.11
Pembubutan	Pembubutan sisi kanan	B2	B2	C	B	0.08	0.08	0.02	0.03	0.21
	Pembuatan bantalanan belt	B2	B2	C	B	0.08	0.08	0.02	0.03	0.21
	Pembubutan sisi kiri	B2	B2	C	B	0.08	0.08	0.02	0.03	0.21
Pendempulan	Pengecekan	C2	C2	C	C	0.03	0.02	0.02	0.01	0.08
	Pemberian dempul	C1	C2	C	C	0.06	0.02	0.02	0.01	0.11
Penghalusan	Penyelepan	B2	C1	C	C	0.08	0.05	0.02	0.01	0.16
Pengecatan	Penyelupan	B2	C2	C	C	0.08	0.02	0.02	0.01	0.13
	Pengangkatan pasca celup	C1	C2	C	C	0.06	0.02	0.02	0.01	0.11
	Pengeringan	D	D	D	D	0	0	0	0	0
Penyimpanan	Penumpukan	C1	C1	C	C	0.06	0.05	0.02	0.01	0.14

		Allowance					
		Personal Allowance (Menit)	Fatigue Allowance (Menit)	Delay Allowance (Menit)	Total	Jam Kerja	Persen
Pembuatan cetakan	Perataan Pasir	20	20	50	90	480	18.75
	Pemasangan contoh pulley	20	30	50	100	480	20.83
	Pemberian bubuk pemisah	20	10	50	80	480	16.67
	Pemasangan kotak cetakan	20	30	50	100	480	20.83
	Pemberian air	20	10	50	80	480	16.67
	Pelepasan contoh pulley	20	30	50	100	480	20.83
Pengecoran	Penuangan baja ke ember tuang	30	20	60	110	480	22.92
	Penuangan ke cetakan	30	30	60	120	480	25.00
	Pengerasan produk	0	0	0	0	480	0.00
	Pengangkatan pasca cor	20	25	60	105	480	21.88
	Pembersihan	20	30	60	110	480	22.92
Pembubutan	Pembubutan sisi kanan	30	30	30	90	480	18.75
	Pembuatan bantalan belt	30	30	30	90	480	18.75
	Pembubutan sisi kiri	30	30	30	90	480	18.75
Pendempulan	Pengecekan	20	10	30	60	480	12.50
	Pemberian dempul	20	20	30	70	480	14.58
Penghalusan	Penyelepan	30	30	45	105	480	21.88
Pengecatan	Penyelupan	30	20	60	110	480	22.92
	Pengangkatan pasca celup	30	20	60	110	480	22.92
	Pengeringan	0	0	0	0	480	0.00
Penyimpanan	Penumpukan	30	30	45	105	480	21.88

LAMPIRAN 8

PERHITUNGAN IDLE TIME DAN MAKESPAN UNTUK URUTAN

JOB 1-3-2-4-5-6

Posisi deret	Urutan job	($t_{i,1}$) (detik)	($t_{i,2}$) (detik)
1	1	1080.34	22904.46
2	3	1068.46	22910.9
3	2	1082.07	22904.49
4	4	1220.26	22913.07
5	5	1395.86	22919.19
6	6	1431.11	22922.87

$$I_{[1],2} = t_{(1),1}$$

$$I_{[1],2} = 1080.34 \text{ detik}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} - t_{(1),2} - I_{(1),2})\}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, (1080.34 + 1068.46 - 22904.46 - 1080.34)\}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, -21836\}$$

$$I_{[2],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2})\}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, (1080.34 + 1068.46 + 1082.07 - 22904.46 - 22910.9 - 1080.34 - 0)\}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, -44664.83\}$$

$$I_{[3],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - t_{(3),2} - I_{(1),2} -$$

$$I_{(2),2} - I_{(3),2})\}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, (1080.34 + 1068.46 + 1082.07 + 1220.26 - 22904.46 -$$

$$22910.9 - 22904.49 - 1080.34 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, -65349.06\}$$

$$I_{[4],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} + t_{(5),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - t_{(3),2} -$$

$$t_{(4),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2} - I_{(3),2} - I_{(4),2})\}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, (1080.34 + 1068.46 + 1082.07 + 1220.26 + 1395.86 -$$

$$22904.46 - 22910.9 - 22904.49 - 22913.07 - 1080.34 - 0 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, -86866.27\}$$

$$I_{[5],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} + t_{(5),1} + t_{(6),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} -$$

$$t_{(3),2} - t_{(4),2} - t_{(5),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2} - I_{(3),2} - I_{(4),2} - I_{(5),2})\}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, (1080.34 + 1068.46 + 1082.07 + 1220.26 + 1395.86 +$$

$$1431.11 - 22904.46 - 22910.9 - 22904.49 - 22913.07 - 22919.19 -$$

$$1080.34 - 0 - 0 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, -108354.35\}$$

$$I_{[6],2} = 0 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),2}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),2} &= t_{(1),2} + I_{(1),2} \\ &= 22904.46 + 1080.34 = 23984.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),2} &= t_{(2),2} + I_{(2),2} \\ &= 22910.9 + 0 = 22910.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),2} &= t_{(3),2} + I_{(3),2} \\ &= 22904.49 + 0 = 22904.49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),2} &= t_{(4),2} + I_{(4),2} \\ &= 22913.07 + 0 = 22913.07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(5),2} &= t_{(5),2} + I_{(5),2} \\ &= 22919.19 + 0 = 22919.19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(6),2} &= t_{(6),2} + I_{(6),2} \\ &= 22922.87 + 0 = 22922.87 \end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),2})$ (detik)	$(t_{i,3})$ (detik)
1	1	23984.8	447.45
2	3	22910.9	519.61
3	2	22904.49	702.39
4	4	22913.07	718.39
5	5	22919.19	732.15
6	6	22922.87	790.15

$$I_{[1],3} = t_{(1),2}$$

$$I_{[1],3} = 23984.8 \text{ detik}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} - t_{(1),3} - I_{(1),3})\}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, (23984.8 + 22910.9 - 447.45 - 23984.8)\}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, 22463.45\}$$

$$I_{[2],3} = 22463.45 \text{ detik}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3})\}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, (23984.8 + 22910.9 + 22904.49 - 447.45 - 519.61 - 23984.8 - 22463.45)\}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, 22384.88\}$$

$$I_{[3],3} = 22384.88 \text{ detik}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3})\}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, (23984.8 + 22910.9 + 22904.49 + 22913.07 - 447.45 - 519.61 - 702.39 - 23984.8 - 22463.45 - 22384.88)\}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, 22210.68\}$$

$$I_{[4],3} = 22210.68 \text{ detik}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} + t_{(5),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - t_{(4),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3} - I_{(4),3})\}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, (-23984.8 + 22910.9 + 22904.49 + 22913.07 + 22919.19 - 447.45 - 519.61 - 702.39 - 718.39 - 23984.8 - 22463.45 - 22384.88 - 22210.68)\}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, 22200.8\}$$

$$I_{[5],3} = 22200.8 \text{ detik}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} + t_{(5),2} + t_{(6),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - t_{(4),3} - t_{(5),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3} - I_{(4),3} - I_{(5),3})\}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, (-23984.8 + 22910.9 + 22904.49 + 22913.07 + 22919.19 + 22922.87 - 447.45 - 519.61 - 702.39 - 718.39 - 732.15 - 23984.8 - 22463.45 - 22384.88 - 22210.68 - 22200.8)\}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, 22190.72\}$$

$$I_{[6],3} = 22190.72 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),3}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),3} &= t_{(1),3} + I_{(1),3} \\ &= 447.45 + 23984.8 = 24432.25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),3} &= t_{(2),3} + I_{(2),3} \\ &= 519.61 + 22463.45 = 22983.06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),3} &= t_{(3),3} + I_{(3),3} \\ &= 702.39 + 22384.88 = 23087.27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),3} &= t_{(4),3} + I_{(4),3} \\ &= 718.39 + 22210.68 = 22929.07 \end{aligned}$$

$$t_{\text{new}(5),3} = t_{(5),3} + I_{(5),3}$$

$$= 732.15 + 22200.8 = 22932.95$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(6),3} &= t_{(6),3} + I_{(6),3} \\ &= 790.15 + 22190.72 = 22980.87 \end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),3})$ (detik)	$(t_{i,4})$ (detik)
1	1	24432.25	186.71
2	3	22983.06	186.92
3	2	23087.27	199.09
4	4	22929.07	193.51
5	5	22932.95	214.01
6	6	22980.87	240.17

$$I_{[1],4} = t_{(1),3}$$

$$I_{[1],4} = 24432.25 \text{ detik}$$

$$I_{[2],4} = \max \{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} - t_{(1),4} - I_{(1),4})\}$$

$$I_{[2],4} = \max \{0, (24432.25 + 22983.06 - 186.71 - 24432.25)\}$$

$$I_{[2],4} = \max \{0, 22796.35\}$$

$$I_{[2],4} = 22796.35 \text{ detik}$$

$$I_{[3],4} = \max \{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4})\}$$

$$\begin{aligned} I_{[3],4} &= \max \{0, (24432.25 + 22983.06 + 23087.27 - 186.71 - 186.92 \\ &\quad - 24432.25 - 22796.35)\} \end{aligned}$$

$$I_{[3],4} = \max\{0, 22900.35\}$$

$$I_{[3],4} = 22900.35 \text{ detik}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} - I_{(1),3} - I_{(2),4} - I_{(3),4})\}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, (24432.25 + 22983.06 + 23087.27 + 22929.07 - 186.71 - 186.92 - 199.09 - 24432.25 - 22796.35 - 22900.35)\}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, 22729.98\}$$

$$I_{[4],4} = 22729.98 \text{ detik}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} + t_{(5),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} - t_{(4),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4} - I_{(3),4} - I_{(4),4})\}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, (24432.25 + 22983.06 + 23087.27 + 22929.07 + 22932.95 - 186.71 - 186.92 - 199.09 - 193.51 - 24432.25 - 22796.35 - 22900.35 - 22729.98)\}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, 22739.44\}$$

$$I_{[5],4} = 22739.44 \text{ detik}$$

$$I_{[6],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} + t_{(5),3} + t_{(6),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} - t_{(4),4} - t_{(5),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4} - I_{(3),4} - I_{(4),4} - I_{(5),4})\}$$

$$I_{[6],4} = \max\{0, (24432.25 + 22983.06 + 23087.27 + 22929.07 + 22932.95 + 22980.87 - 186.71 - 186.92 - 199.09 - 193.51 - 214.01 - 24432.25 - 22796.35 - 22900.35 - 22729.98 - 22739.44)\}$$

$$I_{[6],4} = \max \{0, 22766.86\}$$

$$I_{[6],4} = 22766.86 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),4}$)

$$t_{\text{new}(1),4} = t_{(1),4} + I_{(1),4}$$

$$= 186.71 + 24432.25 = 24618.96$$

$$t_{\text{new}(2),4} = t_{(2),4} + I_{(2),4}$$

$$= 186.92 + 22796.35 = 22983.27$$

$$t_{\text{new}(3),4} = t_{(3),4} + I_{(3),4}$$

$$= 199.09 + 22900.35 = 23099.44$$

$$t_{\text{new}(4),4} = t_{(4),4} + I_{(4),4}$$

$$= 193.51 + 22729.98 = 22923.49$$

$$t_{\text{new}(5),4} = t_{(5),4} + I_{(5),4}$$

$$= 214.01 + 22739.44 = 22953.45$$

$$t_{\text{new}(6),4} = t_{(6),4} + I_{(6),4}$$

$$= 240.17 + 22766.86 = 23007.03$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),4})$ (detik)	$(t_{i,5})$ (detik)
1	1	24618.96	185.49
2	3	22983.27	184.47
3	2	23099.44	195.31
4	4	22923.49	199.06
5	5	22953.45	212.16
6	6	23007.03	223.39

$$I_{[1],5} = t_{(1),4}$$

$$I_{[1],5} = 24618.96 \text{ detik}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} - t_{(1),5} - I_{(1),5})\}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, (24618.96 + 22983.27 - 185.49 - 24618.96)\}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, 22797.78\}$$

$$I_{[2],5} = 22797.78 \text{ detik}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5})\}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, (24618.96 + 22983.27 + 23099.44 - 185.49 - 184.47 - 24618.96 - 22797.78)\}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, 22914.97\}$$

$$I_{[3],5} = 22914.97 \text{ detik}$$

$$I_{[4],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - t_{(3),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5} - I_{(3),5})\}$$

$$I_{[4],5} = \max\{0, (24618.96 + 22983.27 + 23099.44 + 22923.49 - 185.49 - 184.47 - 195.31 - 24618.96 - 22797.78 - 22914.97)\}$$

$$I_{[4],5} = \max\{0, 22728.18\}$$

$$I_{[4],5} = 22728.18 \text{ detik}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} + t_{(5),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - t_{(3),5} -$$

$$t_{(4),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5} - I_{(3),5} - I_{(4),5})\}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, (24618.96 + 22983.27 + 23099.44 + 22923.49 +$$

$$22953.45 - 185.49 - 184.47 - 195.31 - 199.06 - 24618.96 - 22797.78$$

$$- 22914.97 - 22728.18)\}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, 22754.39\}$$

$$I_{[5],5} = 22754.39 \text{ detik}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} + t_{(5),4} + t_{(6),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} -$$

$$t_{(3),5} - t_{(4),5} - t_{(5),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5} - I_{(3),5} - I_{(4),5} - I_{(5),5})\}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, (24618.96 + 22983.27 + 23099.44 + 22923.49 +$$

$$22953.45 + 23007.03 - 185.49 - 184.47 - 195.31 - 199.06 - 212.16 -$$

$$24618.96 - 22797.78 - 22914.97 - 22728.18 - 22754.39)\}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, 22794.87\}$$

$$I_{[6],5} = 22794.87 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),5}$)

$$t_{\text{new}(1),5} = t_{(1),5} + I_{(1),5}$$

$$= 185.49 + 24618.96 = 24804.45$$

$$t_{\text{new}(2),5} = t_{(2),5} + I_{(2),5}$$

$$= 184.47 + 22797.78 = 22982.25$$

$$t_{\text{new}(3),5} = t_{(3),5} + I_{(3),5}$$

$$= 195.31 + 22914.97 = 23110.28$$

$$t_{\text{new}(4),5} = t_{(4),5} + I_{(4),5}$$

$$= 199.06 + 22728.18 = 22927.24$$

$$t_{\text{new}(5),5} = t_{(5),5} + I_{(5),5}$$

$$= 212.16 + 22754.39 = 22966.55$$

$$t_{\text{new}(6),5} = t_{(6),5} + I_{(6),5}$$

$$= 223.39 + 22794.87 = 23018.26$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),5})$ (detik)	$(t_{i,6})$ (detik)
1	1	24804.45	340.85
2	3	22982.25	337.05
3	2	23110.28	342.08
4	4	22927.24	344.31
5	5	22966.55	381.46
6	6	23018.26	386.53

$$I_{[1],6} = t_{(1),5}$$

$$I_{[1],6} = 24804.45 \text{ detik}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} - t_{(1),6} - I_{(1),6})\}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, (24804.45 + 22982.25 - 340.85 - 24804.45)\}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, 22641.4\}$$

$$I_{[2],6} = 22641.4 \text{ detik}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6})\}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, (24804.45 + 22982.25 + 23110.28 - 340.85 - 337.05 - 24804.45 - 22641.4)\}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, 22773.23\}$$

$$I_{[3],6} = 22773.23 \text{ detik}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - t_{(3),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6} - I_{(3),6})\}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, (24804.45 + 22982.25 + 23110.28 + 22927.24 - 340.85 - 337.05 - 342.08 - 24804.45 - 22587.4 - 22773.23)\}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, 22585.16\}$$

$$I_{[4],6} = 22585.16 \text{ detik}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} + t_{(5),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - t_{(3),6} - t_{(4),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6} - I_{(3),6} - I_{(4),6})\}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, (24804.45 + 22982.25 + 23110.28 + 22927.24 + 22966.55 - 340.85 - 337.05 - 342.08 - 344.31 - 24804.45 - 22587.4 - 22773.23 - 22585.16)\}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, 22622.24\}$$

$$I_{[5],6} = 22622.24 \text{ detik}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} + t_{(5),5} + t_{(6),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - t_{(3),6} - t_{(4),6} - t_{(5),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6} - I_{(3),6} - I_{(4),6} - I_{(5),6})\}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, (24804.45 + 22982.25 + 23110.28 + 22927.24 + 22966.55 + 23018.26 - 340.85 - 337.05 - 342.08 - 344.31 - 381.46 - 24804.45 - 22587.4 - 22773.23 - 22585.16 - 22622.24)\}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, 22636.8\}$$

$$I_{[6],6} = 22636.8 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),6}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),6} &= t_{(1),6} + I_{(1),6} \\ &= 340.85 + 24804.45 = 25145.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),6} &= t_{(2),6} + I_{(2),6} \\ &= 337.05 + 22641.4 = 22978.45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),6} &= t_{(3),6} + I_{(3),6} \\ &= 342.08 + 22773.23 = 23115.31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),6} &= t_{(4),6} + I_{(4),6} \\ &= 344.31 + 22585.16 = 22929.47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(5),6} &= t_{(5),6} + I_{(5),6} \\ &= 381.46 + 22622.24 = 23003.7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(6),6} &= t_{(6),6} + I_{(6),6} \\ &= 386.53 + 22636.8 = 23023.33 \end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),6})$ (detik)	$(t_{i,7})$ (detik)
1	1	25145.3	13.33
2	3	22978.45	16.31
3	2	23115.31	13.68
4	4	22929.47	15.04

5	5	23003.7	16.72
6	6	23023.33	18.17

$$I_{[1],7} = t_{(1),6}$$

$$I_{[1],7} = 25145.3 \text{ detik}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} - t_{(1),7} - I_{(1),7})\}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, (25145.3 + 22978.45 - 13.33 - 25145.3)\}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, 22965.32\}$$

$$I_{[2],7} = 22965.32 \text{ detik}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7})\}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, (25145.3 + 22978.45 + 23115.31 - 13.33 - 16.31 - 25145.3 - 22965.32)\}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, 23099\}$$

$$I_{[3],7} = 23099 \text{ detik}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7})\}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, (25145.3 + 22978.45 + 23115.31 + 22929.47 - 13.33 - 16.31 - 13.68 - 25145.3 - 22965.32 - 23099)\}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, 22915.79\}$$

$$I_{[4],7} = 22915.79 \text{ detik}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} + t_{(5),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} - t_{(4),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7} - I_{(4),7})\}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, (25145.3 + 22978.45 + 23115.31 + 22929.47 + 23003.7 - 13.33 - 16.31 - 13.68 - 15.04 - 25145.3 - 22965.32 - 23099 - 22915.79)\}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, 22988.66\}$$

$$I_{[5],7} = 22988.66 \text{ detik}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} + t_{(5),6} + t_{(6),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} - t_{(4),7} - t_{(5),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7} - I_{(4),7} - I_{(5),7})\}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, (25145.3 + 22978.45 + 23115.31 + 22929.47 + 23003.7 + 23023.33 - 13.33 - 16.31 - 13.68 - 15.04 - 16.72 - 25145.3 - 22965.32 - 23099 - 22915.79 - 22988.66)\}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, 23006.61\}$$

$$I_{[6],7} = 23006.61 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),7}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),7} &= t_{(1),7} + I_{(1),7} \\ &= 13.33 + 25145.3 = 25158.63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),7} &= t_{(2),7} + I_{(2),7} \\ &= 16.31 + 22965.32 = 22981.63 \end{aligned}$$

$$t_{\text{new}(3),7} = t_{(3),7} + I_{(3),7}$$

$$= 13.68 + 23099 = 23112.68$$

$$t_{\text{new}(4),7} = t_{(4),7} + I_{(4),7}$$

$$= 15.04 + 22915.79 = 22930.83$$

$$t_{\text{new}(5),7} = t_{(5),7} + I_{(5),7}$$

$$= 16.72 + 22988.66 = 23005.38$$

$$t_{\text{new}(6),7} = t_{(6),7} + I_{(6),7}$$

$$= 18.17 + 23006.61 = 23024.78$$

Posisi deret	Urutan job	($t_{\text{new}(i),7}$) (detik)
1	1	25158.63
2	3	22981.63
3	2	23112.68
4	4	22930.83
5	5	23005.38
6	6	23024.78

LAMPIRAN 9

ITERASI-ITERASI UNTUK MELAKUKAN PENGURUTAN *JOB* PADA METODE CDS

1. Jenis *pulley* B2 8

- Iterasi *job* 2 untuk K = 1

$$t^*_{(i,1)} = t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{2,1}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1082.07 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,(7-1+1)}; t^*_{(i,2)} = t_{2,7}$$

$$t^*_{(i,2)} = 13.68 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 2 untuk K = 2

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{2,1} + t_{2,2}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1082.07 + 22904.49$$

$$t^*_{(i,1)} = 23986.56 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,(7-1+1)} + t_{2,(7-2+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,7} + t_{2,6}$$

$$t^*_{(i,2)} = 13.68 + 342.08 = 355.76 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 2 untuk K = 3

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{2,1} + t_{2,2} + t_{2,3}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1082.07 + 22904.49 + 702.39$$

$$t^*_{(i,1)} = 24688.95 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,(7-1+1)} + t_{2,(7-2+1)} + t_{2,(7-3+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,7} + t_{2,6} + t_{2,5}$$

$$t^*_{(i,2)} = 13.68 + 342.08 + 195.31 = 551.07 \text{ detik}$$

- Iterasi *job 2* untuk K = 4

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{2,1} + t_{2,2} + t_{2,3} + t_{2,4}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1082.07 + 22904.49 + 702.39 + 199.09$$

$$t^*_{(i,1)} = 24888.04 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,(7-1+1)} + t_{2,(7-2+1)} + t_{2,(7-3+1)} + t_{2,(7-4+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,7} + t_{2,6} + t_{2,5} + t_{2,4}$$

$$t^*_{(i,2)} = 13.68 + 342.08 + 195.31 + 199.09 = 750.16 \text{ detik}$$

- Iterasi *job 2* untuk K = 5

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{2,1} + t_{2,2} + t_{2,3} + t_{2,4} + t_{2,5}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1082.07 + 22904.49 + 702.39 + 199.09 + 195.31$$

$$t^*_{(i,1)} = 25083.35 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,(7-1+1)} + t_{2,(7-2+1)} + t_{2,(7-3+1)} + t_{2,(7-4+1)} + t_{2,(7-5+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,7} + t_{2,6} + t_{2,5} + t_{2,4} + t_{2,3}$$

$$t^*_{(i,2)} = 13.68 + 342.08 + 195.31 + 199.09 + 702.39 = 1452.55 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 2 untuk K = 6

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{2,1} + t_{2,2} + t_{2,3} + t_{2,4} + t_{2,5} + t_{2,6}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1082.07 + 22904.49 + 702.39 + 199.09 + 195.31 + 342.08$$

$$t^*_{(i,1)} = 25425.43 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,(7-1+1)} + t_{2,(7-2+1)} + t_{2,(7-3+1)} + t_{2,(7-4+1)} + t_{2,(7-5+1)} + t_{2,(7-6+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{2,7} + t_{2,6} + t_{2,5} + t_{2,4} + t_{2,3} + t_{2,2}$$

$$t^*_{(i,2)} = 13.68 + 342.08 + 195.31 + 199.09 + 702.39 + 22904.49$$

$$= 24357.04 \text{ detik}$$

2. Jenis pulley B3 8

- Iterasi *job* 3 untuk K = 1

$$t^*_{(i,1)} = t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{3,1}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1068.46 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,(7-1+1)}; t^*_{(i,2)} = t_{3,7}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.31 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 3 untuk K = 2

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{3,1} + t_{3,2}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1068.46 + 22910.9$$

$$t^*_{(i,1)} = 23979.36 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,(7-1+1)} + t_{3,(7-2+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,7} + t_{3,6}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.31 + 337.05 = 353.36 \text{ detik}$$

- Iterasi job 3 untuk K = 3

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{3,1} + t_{3,2} + t_{3,3}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1068.46 + 22910.9 + 519.61$$

$$t^*_{(i,1)} = 24498.97 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,(7-1+1)} + t_{3,(7-2+1)} + t_{3,(7-3+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,7} + t_{3,6} + t_{3,5}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.31 + 337.05 + 184.47 = 537.83 \text{ detik}$$

- Iterasi job 3 untuk K = 4

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{3,1} + t_{3,2} + t_{3,3} + t_{3,4}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1068.46 + 22910.9 + 519.61 + 186.92$$

$$t^*_{(i,1)} = 24685.89 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,(7-1+1)} + t_{3,(7-2+1)} + t_{3,(7-3+1)} + t_{3,(7-4+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,7} + t_{3,6} + t_{3,5} + t_{3,4}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.31 + 337.05 + 184.47 + 186.92 = 724.75 \text{ detik}$$

- Iterasi job 3 untuk K = 5

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{3,1} + t_{3,2} + t_{3,3} + t_{3,4} + t_{3,5}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1068.46 + 22910.9 + 519.61 + 186.92 + 184.47$$

$$t^*_{(i,1)} = 24870.36 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,(7-1+1)} + t_{3,(7-2+1)} + t_{3,(7-3+1)} + t_{3,(7-4+1)} + t_{3,(7-5+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,7} + t_{3,6} + t_{3,5} + t_{3,4} + t_{3,3}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.31 + 337.05 + 184.47 + 186.92 + 519.61 = 1244.36 \text{ detik}$$

- Iterasi job 3 untuk K = 6

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{3,1} + t_{3,2} + t_{3,3} + t_{3,4} + t_{3,5} + t_{3,6}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1068.46 + 22910.9 + 519.61 + 186.92 + 184.47 + 337.05$$

$$t^*_{(i,1)} = 25207.41 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,(7-1+1)} + t_{3,(7-2+1)} + t_{3,(7-3+1)} + t_{3,(7-4+1)} + t_{3,(7-5+1)} + t_{3,(7-6+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{3,7} + t_{3,6} + t_{3,5} + t_{3,4} + t_{3,3} + t_{3,2}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.31 + 337.05 + 184.47 + 186.92 + 519.61 + 22910.9$$

$$= 24155.26 \text{ detik}$$

3. Jenis pulley B2 10

- Iterasi job 4 untuk K = 1

$$t^*_{(i,1)} = t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{4,1}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1220.26 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,(7-1+1)}; t^*_{(i,2)} = t_{4,7}$$

$$t^*_{(i,2)} = 15.04 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 4 untuk K = 2

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{4,1} + t_{4,2}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1220.26 + 22913.07$$

$$t^*_{(i,1)} = 24133.33 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,(7-1+1)} + t_{4,(7-2+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,7} + t_{4,6}$$

$$t^*_{(i,2)} = 15.04 + 344.31 = 359.35 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 4 untuk K = 3

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{4,1} + t_{4,2} + t_{4,3}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1220.26 + 22913.07 + 718.39$$

$$t^*_{(i,1)} = 24851.72 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,(7-1+1)} + t_{4,(7-2+1)} + t_{2,(7-3+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,7} + t_{4,6} + t_{4,5}$$

$$t^*_{(i,2)} = 15.04 + 344.31 + 199.06 = 558.41 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 4 untuk K = 4

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{4,1} + t_{4,2} + t_{4,3} + t_{4,4}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1220.26 + 22913.07 + 718.39 + 193.51$$

$$t^*_{(i,1)} = 25045.23 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,(7-1+1)} + t_{4,(7-2+1)} + t_{4,(7-3+1)} + t_{4,(7-4+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,7} + t_{4,6} + t_{4,5} + t_{4,4}$$

$$t^*_{(i,2)} = 15.04 + 344.31 + 199.06 + 193.51 = 751.92 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 4 untuk K = 5

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{4,1} + t_{4,2} + t_{4,3} + t_{4,4} + t_{4,5}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1220.26 + 22913.07 + 718.39 + 193.51 + 199.06$$

$$t^*_{(i,1)} = 25244.29 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,(7-1+1)} + t_{4,(7-2+1)} + t_{4,(7-3+1)} + t_{4,(7-4+1)} + t_{4,(7-5+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,7} + t_{4,6} + t_{4,5} + t_{4,4} + t_{4,3}$$

$$t^*_{(i,2)} = 15.04 + 344.31 + 199.06 + 193.51 + 718.39 = 1470.31 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 4 untuk K = 6

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{4,1} + t_{4,2} + t_{4,3} + t_{4,4} + t_{4,5} + t_{4,6}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1220.26 + 22913.07 + 718.39 + 193.51 + 199.06 + 344.31$$

$$t^*_{(i,1)} = 25588.6 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,(7-1+1)} + t_{4,(7-2+1)} + t_{4,(7-3+1)} + t_{4,(7-4+1)} + t_{4,(7-5+1)} + t_{4,(7-6+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{4,7} + t_{4,6} + t_{4,5} + t_{4,4} + t_{4,3} + t_{4,2}$$

$$t^*_{(i,2)} = 15.04 + 344.31 + 199.06 + 193.51 + 718.39 + 22913.07$$

= 24383.38 detik

4. Jenis pulley B2 12

- Iterasi job 5 untuk K = 1

$$t^*_{(i,1)} = t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{5,1}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1395.86 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,(7-1+1)}; t^*_{(i,2)} = t_{5,7}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.72 \text{ detik}$$

- Iterasi job 5 untuk K = 2

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{5,1} + t_{5,2}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1395.86 + 22919.19$$

$$t^*_{(i,1)} = 24315.05 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,(7-1+1)} + t_{5,(7-2+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,7} + t_{5,6}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.72 + 381.46 = 398.18 \text{ detik}$$

- Iterasi job 5 untuk K = 3

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{5,1} + t_{5,2} + t_{5,3}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1395.86 + 22919.19 + 732.15$$

$$t^*_{(i,1)} = 25047.2 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,(7-1+1)} + t_{5,(7-2+1)} + t_{5,(7-3+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,7} + t_{5,6} + t_{5,5}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.72 + 381.46 + 212.16 = 610.34 \text{ detik}$$

- Iterasi job 5 untuk K = 4

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{5,1} + t_{5,2} + t_{5,3} + t_{5,4}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1395.86 + 22919.19 + 732.15 + 214.01$$

$$t^*_{(i,1)} = 25261.21 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,(7-1+1)} + t_{5,(7-2+1)} + t_{5,(7-3+1)} + t_{5,(7-4+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,7} + t_{5,6} + t_{5,5} + t_{5,4}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.72 + 381.46 + 212.16 + 214.01 = 824.35 \text{ detik}$$

- Iterasi job 5 untuk K = 5

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{5,1} + t_{5,2} + t_{5,3} + t_{5,4} + t_{5,5}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1395.86 + 22919.19 + 732.15 + 214.01 + 212.16$$

$$t^*_{(i,1)} = 25473.37 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,(7-1+1)} + t_{5,(7-2+1)} + t_{5,(7-3+1)} + t_{5,(7-4+1)} + t_{5,(7-5+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,7} + t_{5,6} + t_{5,5} + t_{5,4} + t_{5,3}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.72 + 381.46 + 212.16 + 214.01 + 732.15 = 1556.5 \text{ detik}$$

- Iterasi job 5 untuk K = 6

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{5,1} + t_{5,2} + t_{5,3} + t_{5,4} + t_{5,5} + t_{5,6}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1395.86 + 22919.19 + 732.15 + 214.01 + 212.16 + 381.46$$

$$t^*_{(i,1)} = 25854.83 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,(7-1+1)} + t_{5,(7-2+1)} + t_{5,(7-3+1)} + t_{5,(7-4+1)} + t_{5,(7-5+1)} + t_{5,(7-6+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{5,7} + t_{5,6} + t_{255} + t_{5,4} + t_{5,3} + t_{5,2}$$

$$t^*_{(i,2)} = 16.72 + 381.46 + 212.16 + 214.01 + 732.15 + 22904.49$$

$$= 24460.99 \text{ detik}$$

5. Jenis pulley B3 12

- Iterasi job 6 untuk K = 1

$$t^*_{(i,1)} = t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{6,1}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1431.11 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,(7-1+1)}; t^*_{(i,2)} = t_{6,7}$$

$$t^*_{(i,2)} = 18.17 \text{ detik}$$

- Iterasi job 6 untuk K = 2

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{6,1} + t_{6,2}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1431.11 + 22922.87$$

$$t^*_{(i,1)} = 24353.98 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,(7-1+1)} + t_{6,(7-2+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,7} + t_{6,6}$$

$$t^*_{(i,2)} = 18.17 + 386.53 = 404.7 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 6 untuk K = 3

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{6,1} + t_{6,2} + t_{6,3}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1431.11 + 22922.87 + 790.15$$

$$t^*_{(i,1)} = 25144.13 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,(7-1+1)} + t_{6,(7-2+1)} + t_{6,(7-3+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,7} + t_{6,6} + t_{6,5}$$

$$t^*_{(i,2)} = 18.17 + 386.53 + 223.39 = 628.09 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 6 untuk K = 4

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{6,1} + t_{6,2} + t_{6,3} + t_{6,4}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1431.11 + 22922.87 + 790.15 + 240.17$$

$$t^*_{(i,1)} = 25384.3 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,(7-1+1)} + t_{6,(7-2+1)} + t_{6,(7-3+1)} + t_{6,(7-4+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,7} + t_{6,6} + t_{6,5} + t_{6,4}$$

$$t^*_{(i,2)} = 18.17 + 386.53 + 223.39 + 240.17 = 868.26 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 6 untuk K = 5

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{6,1} + t_{6,2} + t_{6,3} + t_{6,4} + t_{6,5}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1431.11 + 22922.87 + 790.15 + 240.17 + 223.39$$

$$t^*_{(i,1)} = 25607.69 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,(7-1+1)} + t_{6,(7-2+1)} + t_{6,(7-3+1)} + t_{6,(7-4+1)} + t_{6,(7-5+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,7} + t_{6,6} + t_{6,5} + t_{6,4} + t_{6,3}$$

$$t^*_{(i,2)} = 18.17 + 386.53 + 223.39 + 240.17 + 790.15 = 1658.41 \text{ detik}$$

- Iterasi *job* 6 untuk K = 6

$$t^*_{(i,1)} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t^*_{(i,1)} = t_{6,1} + t_{6,2} + t_{6,3} + t_{6,4} + t_{6,5} + t_{6,6}$$

$$t^*_{(i,1)} = 1431.11 + 22922.87 + 790.15 + 240.17 + 223.39 + 386.53$$

$$t^*_{(i,1)} = 25994.22 \text{ detik}$$

$$t^*_{(i,2)} = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,(7-1+1)} + t_{6,(7-2+1)} + t_{6,(7-3+1)} + t_{6,(7-4+1)} + t_{6,(7-5+1)} + t_{6,(7-6+1)}$$

$$t^*_{(i,2)} = t_{6,7} + t_{6,6} + t_{6,5} + t_{6,4} + t_{6,3} + t_{6,2}$$

$$t^*_{(i,2)} = 18.17 + 386.53 + 223.39 + 240.17 + 790.15 + 22922.87$$

$$= 24581.28 \text{ detik}$$

LAMPIRAN 10

PERHITUNGAN *IDLE TIME* DAN *MAKESPAN*

- Urutan *job* 6-5-3-4-2-1

Posisi deret	Urutan job	($t_{i,1}$) (detik)	($t_{i,2}$) (detik)
1	6	1431.11	22922.87
2	5	1395.86	22919.19
3	3	1068.46	22910.9
4	4	1220.26	22913.07
5	2	1082.07	22904.49
6	1	1080.34	22904.46

$$I_{[1],2} = t_{(1),1}$$

$$I_{[1],2} = 1431.11 \text{ detik}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} - t_{(1),2} - I_{(1),2})\}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 - 22922.87 - 1431.11)\}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, -21527.01\}$$

$$I_{[2],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2})\}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1068.46 - 22922.87 - 22919.19 - 1431.11 - 0)\}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, -43377.74\}$$

$$I_{[3],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - t_{(3),2} - I_{(1),2} -$$

$$I_{(2),2} - I_{(3),2})\}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1068.46 + 1220.26 -$$

$$22922.87 - 22919.19 - 22910.9 - 1431.11 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, -65068.38\}$$

$$I_{[4],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} + t_{(5),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - t_{(3),2} -$$

$$t_{(4),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2} - I_{(3),2} - I_{(4),2})\}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1068.46 + 1220.26 +$$

$$1082.07 - 22922.87 - 22919.19 - 22910.9 - 22913.07 -$$

$$1431.11 - 0 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, -86899.38\}$$

$$I_{[5],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} + t_{(5),1} + t_{(6),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} -$$

$$t_{(3),2} - t_{(4),2} - t_{(5),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2} - I_{(3),2} - I_{(4),2} - I_{(5),2})\}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1068.46 + 1220.26 +$$

$$1082.07 + 1080.34 - 22922.87 - 22919.19 - 22910.9 -$$

$$22913.07 - 22904.49 - 1431.11 - 0 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, -108723.53\}$$

$$I_{[6],2} = 0 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),2}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),2} &= t_{(1),2} + I_{(1),2} \\ &= 22922.87 + 1431.11 = 24353.98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),2} &= t_{(2),2} + I_{(2),2} \\ &= 22919.19 + 0 = 22919.19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),2} &= t_{(3),2} + I_{(3),2} \\ &= 22910.9 + 0 = 22910.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),2} &= t_{(4),2} + I_{(4),2} \\ &= 22913.07 + 0 = 22913.07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(5),2} &= t_{(5),2} + I_{(5),2} \\ &= 22904.49 + 0 = 22904.49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(6),2} &= t_{(6),2} + I_{(6),2} \\ &= 22904.46 + 0 = 22904.46 \end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	($t_{\text{new}(i),2}$) (detik)	($t_{i,3}$) (detik)
1	6	24353.98	790.15
2	5	22919.19	732.15
3	3	22910.9	519.61
4	4	22913.07	718.39
5	2	22904.49	702.39
6	1	22904.46	447.45

$$I_{[1],3} = t_{(1),2}$$

$$I_{[1],3} = 24353.98 \text{ detik}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} - t_{(1),3} - I_{(1),3})\}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 - 790.15 - 24353.98)\}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, 22129.04\}$$

$$I_{[2],3} = 22129.04 \text{ detik}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3})\}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22910.9 - 790.15 - 732.15 - 24353.98 - 22129.04)\}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, 22178.75\}$$

$$I_{[3],3} = 22178.75 \text{ detik}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3})\}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22910.9 + 22913.07 - 790.15 - 732.15 - 519.61 - 24353.98 - 22129.04 - 22178.75)\}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, 22393.46\}$$

$$I_{[4],3} = 22393.46 \text{ detik}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} + t_{(5),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - t_{(4),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3} - I_{(4),3})\}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22910.9 + 22913.07 + 22904.49 - 790.15 - 732.15 - 519.61 - 718.39 - 24353.98 - 22129.04 - 22178.75 - 22393.46)\}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, 22185.65\}$$

$$I_{[5],3} = 22185.65 \text{ detik}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} + t_{(5),2} + t_{(6),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - t_{(4),3} - t_{(5),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3} - I_{(4),3} - I_{(5),3})\}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22910.9 + 22913.07 + 22904.49 + 22904.46 - 790.15 - 732.15 - 519.61 - 718.39 - 702.39 - 24353.98 - 22129.04 - 22178.75 - 22393.46 - 22185.65)\}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, 22202.07\}$$

$$I_{[6],3} = 22202.07 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),3}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),3} &= t_{(1),3} + I_{(1),3} \\ &= 790.15 + 24353.98 = 25144.13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),3} &= t_{(2),3} + I_{(2),3} \\ &= 732.15 + 22129.04 = 22861.19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),3} &= t_{(3),3} + I_{(3),3} \\ &= 519.61 + 22178.75 = 22698.36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),3} &= t_{(4),3} + I_{(4),3} \\ &= 718.39 + 22393.46 = 23111.85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(5),3} &= t_{(5),3} + I_{(5),3} \\ &= 702.39 + 22185.65 = 22888.04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(6),3} &= t_{(6),3} + I_{(6),3} \\ &= 447.45 + 22202.07 = 22649.52 \end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),3})$ (detik)	$(t_{i,4})$ (detik)
1	6	25144.13	240.17
2	5	22861.19	214.01
3	3	22698.36	186.92
4	4	23111.85	193.51
5	2	22888.04	199.09
6	1	22649.52	186.71

$$I_{[1],4} = t_{(1),3}$$

$$I_{[1],4} = 25144.13 \text{ detik}$$

$$I_{[2],4} = \max \{ 0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} - t_{(1),4} - I_{(1),4}) \}$$

$$I_{[2],4} = \max \{ 0, (25144.13 + 22861.19 - 240.17 - 25144.13) \}$$

$$I_{[2],4} = \max \{ 0, 22621.02 \}$$

$$I_{[2],4} = 22621.02 \text{ detik}$$

$$I_{[3],4} = \max \{ 0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4}) \}$$

$$\begin{aligned} I_{[3],4} &= \max \{ 0, (25144.13 + 22861.19 + 22698.36 - 240.17 - 214.01 - \\ &\quad 25144.13 - 22621.02) \} \end{aligned}$$

$$I_{[3],4} = \max\{0, 22484.35\}$$

$$I_{[3],4} = 22484.35 \text{ detik}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} - I_{(1),3} -$$

$$I_{(2),4} - I_{(3),4})\}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 + 22698.36 + 23111.85 -$$

$$240.17 - 214.01 - 186.92 - 25144.13 - 22621.02 - 22484.35)\}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, 22924.93\}$$

$$I_{[4],4} = 22924.93 \text{ detik}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} + t_{(5),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} -$$

$$t_{(4),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4} - I_{(3),4} - I_{(4),4})\}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 + 22698.36 + 23111.85 +$$

$$22888.04 - 240.17 - 214.01 - 186.92 - 193.51 - 25144.13 -$$

$$22621.02 - 22484.35 - 22924.93)\}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, 22694.53\}$$

$$I_{[5],4} = 22694.53 \text{ detik}$$

$$I_{[6],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} + t_{(5),3} + t_{(6),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} -$$

$$t_{(3),4} - t_{(4),4} - t_{(5),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4} - I_{(3),4} - I_{(4),4} - I_{(5),4})\}$$

$$I_{[6],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 + 22698.36 + 23111.85 +$$

$$22888.04 + 22649.52 - 240.17 - 214.01 - 186.92 - 193.51 - 199.09 -$$

$$25144.13 - 22621.02 - 22484.35 - 22924.93 - 22694.53)\}$$

$$I_{[6],4} = \max \{0, 22450.43\}$$

$$I_{[6],4} = 22450.43 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),4}$)

$$t_{\text{new}(1),4} = t_{(1),4} + I_{(1),4}$$

$$= 240.17 + 25144.13 = 25384.3$$

$$t_{\text{new}(2),4} = t_{(2),4} + I_{(2),4}$$

$$= 214.01 + 22621.02 = 22835.03$$

$$t_{\text{new}(3),4} = t_{(3),4} + I_{(3),4}$$

$$= 186.92 + 22484.35 = 22671.27$$

$$t_{\text{new}(4),4} = t_{(4),4} + I_{(4),4}$$

$$= 193.51 + 22924.93 = 23118.44$$

$$t_{\text{new}(5),4} = t_{(5),4} + I_{(5),4}$$

$$= 199.09 + 22694.53 = 22893.62$$

$$t_{\text{new}(6),4} = t_{(6),4} + I_{(6),4}$$

$$= 186.71 + 22450.43 = 22637.14$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),4})$ (detik)	$(t_{i,5})$ (detik)
1	6	25384.3	223.39
2	5	22835.03	212.16
3	3	22671.27	184.47
4	4	23118.44	199.06
5	2	22893.62	195.31
6	1	22637.14	185.49

$$I_{[1],5} = t_{(1),4}$$

$$I_{[1],5} = 25384.3 \text{ detik}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} - t_{(1),5} - I_{(1),5})\}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 - 223.39 - 25384.3)\}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, 22611.64\}$$

$$I_{[2],5} = 22611.64 \text{ detik}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5})\}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 + 22671.27 - 223.39 - 212.16 - 25384.3 - 22611.64)\}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, 22459.11\}$$

$$I_{[3],5} = 22459.11 \text{ detik}$$

$$I_{[4],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - t_{(3),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5} - I_{(3),5})\}$$

$$I_{[4],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 + 22671.27 + 23118.44 - 223.39 - 212.16 - 184.47 - 25384.3 - 22611.64 - 22459.11)\}$$

$$I_{[4],5} = \max\{0, 22933.97\}$$

$$I_{[4],5} = 22933.97 \text{ detik}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} + t_{(5),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - t_{(3),5} - t_{(4),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5} - I_{(3),5} - I_{(4),5})\}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 + 22671.27 + 23118.44 + 22893.62 - 223.39 - 212.16 - 184.47 - 199.06 - 25384.3 - 22611.64 - 22459.11 - 22933.97)\}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, 22694.56\}$$

$$I_{[5],5} = 22694.56 \text{ detik}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} + t_{(5),4} + t_{(6),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - t_{(3),5} - t_{(4),5} - t_{(5),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5} - I_{(3),5} - I_{(4),5} - I_{(5),5})\}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 + 22671.27 + 23118.44 + 22893.62 + 22637.14 - 223.39 - 212.16 - 184.47 - 199.06 - 195.31 - 25384.3 - 22611.64 - 22459.11 - 22933.97 - 22694.56)\}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, 22441.83\}$$

$$I_{[6],5} = 22441.83 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),5}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),5} &= t_{(1),5} + I_{(1),5} \\ &= 223.39 + 25384.3 = 25607.69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),5} &= t_{(2),5} + I_{(2),5} \\ &= 212.16 + 22611.64 = 22823.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),5} &= t_{(3),5} + I_{(3),5} \\ &= 184.47 + 22459.11 = 22643.58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),5} &= t_{(4),5} + I_{(4),5} \\ &= 199.06 + 22933.97 = 23133.03 \end{aligned}$$

$$t_{\text{new}(5),5} = t_{(5),5} + I_{(5),5}$$

$$= 195.31 + 22694.56 = 22889.87$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(6),5} &= t_{(6),5} + I_{(6),5} \\ &= 185.49 + 22441.83 = 22627.32 \end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),5})$ (detik)	$(t_{i,6})$ (detik)
1	6	25607.69	386.53
2	5	22823.8	381.46
3	3	22643.58	337.05
4	4	23133.03	344.31
5	2	22889.87	342.08
6	1	22627.32	340.85

$$I_{[1],6} = t_{(1),5}$$

$$I_{[1],6} = 25607.69 \text{ detik}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} - t_{(1),6} - I_{(1),6})\}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 - 386.53 - 25607.69)\}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, 22437.27\}$$

$$I_{[2],6} = 22437.27 \text{ detik}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6})\}$$

$$\begin{aligned} I_{[3],6} &= \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22643.58 - 386.53 - 381.46 \\ &\quad - 25607.69 - 22437.27)\} \end{aligned}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, 22262.12\}$$

$$I_{[3],6} = 22262.12 \text{ detik}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - t_{(3),6} - I_{(1),6} -$$

$$I_{(2),6} - I_{(3),6})\}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22643.58 + 23133.03 -$$

$$386.53 - 381.46 - 337.05 - 25607.69 - 22437.27 - 22262.12)\}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, 22795.98\}$$

$$I_{[4],6} = 22795.98 \text{ detik}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} + t_{(5),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - t_{(3),6} -$$

$$t_{(4),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6} - I_{(3),6} - I_{(4),6})\}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22643.58 + 23133.03 +$$

$$22889.87 - 386.53 - 381.46 - 337.05 - 344.31 - 25607.69 - 22437.27$$

$$- 22262.12 - 22795.98)\}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, 22545.56\}$$

$$I_{[5],6} = 22545.56 \text{ detik}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} + t_{(5),5} + t_{(6),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} -$$

$$t_{(3),6} - t_{(4),6} - t_{(5),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6} - I_{(3),6} - I_{(4),6} - I_{(5),6})\}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22643.58 + 23133.03 +$$

$$22889.87 + 22627.32 - 386.53 - 381.46 - 337.05 - 344.31 - 342.08 -$$

$$25607.69 - 22437.27 - 22262.12 - 22795.98 - 22545.56)\}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, 22285.24\}$$

$$I_{[6],6} = 22285.24 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),6}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),6} &= t_{(1),6} + I_{(1),6} \\ &= 386.53 + 25607.69 = 25994.22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),6} &= t_{(2),6} + I_{(2),6} \\ &= 381.46 + 22437.27 = 22818.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),6} &= t_{(3),6} + I_{(3),6} \\ &= 337.05 + 22262.12 = 22599.17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),6} &= t_{(4),6} + I_{(4),6} \\ &= 344.31 + 22795.98 = 23140.29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(5),6} &= t_{(5),6} + I_{(5),6} \\ &= 342.08 + 22545.56 = 22887.64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(6),6} &= t_{(6),6} + I_{(6),6} \\ &= 340.85 + 22285.24 = 22626.09 \end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	($t_{\text{new}(i),6}$) (detik)	($t_{i,7}$) (detik)
1	6	25994.22	18.17
2	5	22818.73	16.72
3	3	22599.17	16.31
4	4	23140.29	15.04
5	2	22887.64	13.68
6	1	22626.09	13.33

$$I_{[1],7} = t_{(1),6}$$

$$I_{[1],7} = 25994.22 \text{ detik}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} - t_{(1),7} - I_{(1),7})\}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 - 18.17 - 25994.22)\}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, 22800.56\}$$

$$I_{[2],7} = 22800.56 \text{ detik}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7})\}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22599.17 - 18.17 - 16.72 - 25994.22 - 22800.56)\}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, 22582.45\}$$

$$I_{[3],7} = 22582.45 \text{ detik}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7})\}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22599.17 + 23140.29 - 18.17 - 16.72 - 16.31 - 25994.22 - 22800.56 - 22582.45)\}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, 23123.98\}$$

$$I_{[4],7} = 23123.98 \text{ detik}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} + t_{(5),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} - t_{(4),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7} - I_{(4),7})\}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22599.17 + 23140.29 + 22887.64 - 18.17 - 16.72 - 16.31 - 15.04 - 25994.22 - 22800.56 - 22582.45 - 23123.98)\}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, 22872.6\}$$

$$I_{[5],7} = 22872.6 \text{ detik}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} + t_{(5),6} + t_{(6),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} - t_{(4),7} - t_{(5),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7} - I_{(4),7} - I_{(5),7})\}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22599.17 + 23140.29 + 22887.64 + 22626.09 - 18.17 - 16.72 - 16.31 - 15.04 - 13.68 - 25994.22 - 22800.56 - 22582.45 - 23123.98 - 22872.6)\}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, 22612.41\}$$

$$I_{[6],7} = 22612.41 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),7}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),7} &= t_{(1),7} + I_{(1),7} \\ &= 18.17 + 25994.22 = 26012.39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),7} &= t_{(2),7} + I_{(2),7} \\ &= 16.72 + 22800.56 = 22817.28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),7} &= t_{(3),7} + I_{(3),7} \\ &= 16.31 + 22582.45 = 22598.76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),7} &= t_{(4),7} + I_{(4),7} \\ &= 15.04 + 23123.98 = 23139.02 \end{aligned}$$

$$t_{\text{new}(5),7} = t_{(5),7} + I_{(5),7}$$

$$= 13.68 + 22872.6 = 22886.28$$

$$t_{\text{new}(6),7} = t_{(6),7} + I_{(6),7}$$

$$= 13.33 + 22612.41 = 22625.74$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),7})$ (detik)
1	6	26012.39
2	5	22817.28
3	3	22598.76
4	4	23139.02
5	2	22886.28
6	1	22625.74

- Urutan job 6-5-4-2-1-3

Posisi deret	Urutan job	$(t_{i,1})$ (detik)	$(t_{i,2})$ (detik)
1	6	1431.11	22922.87
2	5	1395.86	22919.19
3	4	1220.26	22913.07
4	2	1082.07	22904.49
5	1	1080.34	22904.46
6	3	1068.46	22910.9

$$I_{[1],2} = t_{(1),1}$$

$$I_{[1],2} = 1431.11 \text{ detik}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} - t_{(1),2} - I_{(1),2})\}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 - 22922.87 - 1431.11)\}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, -21527.01\}$$

$$I_{[2],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2})\}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1220.26 - 22922.87 - 22919.19 - 1431.11 - 0)\}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, -43225.94\}$$

$$I_{[3],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - t_{(3),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2} - I_{(3),2})\}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1220.26 + 1082.07 - 22922.87 - 22919.19 - 22913.07 - 1431.11 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, -65056.94\}$$

$$I_{[4],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} + t_{(5),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - t_{(3),2} - t_{(4),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2} - I_{(3),2} - I_{(4),2})\}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1220.26 + 1082.07 + 1080.34 - 22922.87 - 22919.19 - 22913.07 - 22904.49 - 1431.11 - 0 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, -86881.09\}$$

$$I_{[5],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} + t_{(5),1} + t_{(6),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} -$$

$$t_{(3),2} - t_{(4),2} - t_{(5),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2} - I_{(3),2} - I_{(4),2} - I_{(5),2})\}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1220.26 + 1082.07 + 1080.34$$

$$+ 1068.46 - 22922.87 - 22919.19 - 22913.07 - 22904.49 -$$

$$22904.46 - 1431.11 - 0 - 0 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, -108717.09\}$$

$$I_{[6],2} = 0 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),2}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),2} &= t_{(1),2} + I_{(1),2} \\ &= 22922.87 + 1431.11 = 24353.98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),2} &= t_{(2),2} + I_{(2),2} \\ &= 22919.19 + 0 = 22919.19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),2} &= t_{(3),2} + I_{(3),2} \\ &= 22913.07 + 0 = 22913.07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),2} &= t_{(4),2} + I_{(4),2} \\ &= 22904.49 + 0 = 22904.49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(5),2} &= t_{(5),2} + I_{(5),2} \\ &= 22904.46 + 0 = 22904.46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(6),2} &= t_{(6),2} + I_{(6),2} \\ &= 22910.9 + 0 = 22910.9 \end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{new(i),2})$ (detik)	$(t_{i,3})$ (detik)
1	6	24353.98	790.15
2	5	22919.19	732.15
3	4	22913.07	718.39
4	2	22904.49	702.39
5	1	22904.46	447.45
6	3	22910.9	519.61

$$I_{[1],3} = t_{(1),2}$$

$$I_{[1],3} = 24353.98 \text{ detik}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} - t_{(1),3} - I_{(1),3})\}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 - 790.15 - 24353.98)\}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, 22129.04\}$$

$$I_{[2],3} = 22129.04 \text{ detik}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(1),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3})\}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22913.07 - 790.15 - 732.15 - 24353.98 - 22129.04)\}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, 22180.92\}$$

$$I_{[3],3} = 22180.92 \text{ detik}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3})\}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22913.07 + 22904.49 - 790.15 - 732.15 - 718.39 - 24353.98 - 22129.04 - 22180.92)\}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, 22186.1\}$$

$$I_{[4],3} = 22186.1 \text{ detik}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} + t_{(5),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - t_{(4),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3} - I_{(4),3})\}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22913.07 + 22904.49 + 22904.46 - 790.15 - 732.15 - 718.39 - 702.39 - 24353.98 - 22129.04 - 22180.92 - 22186.1)\}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, 22202.07\}$$

$$I_{[5],3} = 22202.07 \text{ detik}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} + t_{(5),2} + t_{(6),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - t_{(4),3} - t_{(5),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3} - I_{(4),3} - I_{(5),3})\}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22913.07 + 22904.49 + 22904.46 + 22910.9 - 790.15 - 732.15 - 718.39 - 702.39 - 447.45 - 24353.98 - 22129.04 - 22180.92 - 22186.1 - 22202.07)\}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, 22463.45\}$$

$$I_{[6],3} = 22463.45 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),3}$)

$$\begin{aligned}
 t_{\text{new}(1),3} &= t_{(1),3} + I_{(1),3} \\
 &= 790.15 + 24353.98 = 25144.13 \\
 t_{\text{new}(2),3} &= t_{(2),3} + I_{(2),3} \\
 &= 732.15 + 22129.04 = 22861.19 \\
 t_{\text{new}(3),3} &= t_{(3),3} + I_{(3),3} \\
 &= 718.39 + 22180.92 = 22899.31 \\
 t_{\text{new}(4),3} &= t_{(4),3} + I_{(4),3} \\
 &= 702.39 + 22186.1 = 22888.49 \\
 t_{\text{new}(5),3} &= t_{(5),3} + I_{(5),3} \\
 &= 447.45 + 22202.07 = 22649.52 \\
 t_{\text{new}(6),3} &= t_{(6),3} + I_{(6),3} \\
 &= 519.61 + 22463.45 = 22983.06
 \end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),3})$ (detik)	$(t_{i,4})$ (detik)
1	6	25144.13	240.17
2	5	22861.19	214.01
3	4	22899.31	193.51
4	2	22888.49	199.09
5	1	22649.52	186.71
6	3	22983.06	186.92

$$I_{[1],4} = t_{(1),3}$$

$$I_{[1],4} = 25144.13 \text{ detik}$$

$$I_{[2],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} - t_{(1),4} - I_{(1),4})\}$$

$$I_{[2],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 - 240.17 - 25144.13)\}$$

$$I_{[2],4} = \max\{0, 22621.02\}$$

$$I_{[2],4} = 22621.02 \text{ detik}$$

$$I_{[3],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4})\}$$

$$\begin{aligned} I_{[3],4} = \max\{0, & (25144.13 + 22861.19 + 22899.31 - 240.17 - 214.01 - \\ & 25144.13 - 22621.02)\} \end{aligned}$$

$$I_{[3],4} = \max\{0, 22685.3\}$$

$$I_{[3],4} = 22685.3 \text{ detik}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} - I_{(1),3} -$$

$$I_{(2),4} - I_{(3),4})\}$$

$$\begin{aligned} I_{[4],4} = \max\{0, & (25144.13 + 22861.19 + 22899.31 + 22888.49 - \\ & 240.17 - 214.01 - 193.51 - 25144.13 - 22621.02 - 22685.3)\} \end{aligned}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, 22694.98\}$$

$$I_{[4],4} = 22694.98 \text{ detik}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} + t_{(5),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} -$$

$$t_{(4),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4} - I_{(3),4} - I_{(4),4})\}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 + 22899.31 + 22888.49 + 22649.52 - 240.17 - 214.01 - 193.51 - 199.09 - 25144.13 - 22621.02 - 22685.3 - 22694.98)\}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, 22450.43\}$$

$$I_{[5],4} = 22450.43 \text{ detik}$$

$$I_{[6],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} + t_{(5),3} + t_{(6),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} - t_{(4),4} - t_{(5),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4} - I_{(3),4} - I_{(4),4} - I_{(5),4})\}$$

$$I_{[6],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 + 22899.31 + 22888.49 + 22649.52 + 22983.06 - 240.17 - 214.01 - 193.51 - 199.09 - 186.71 - 25144.13 - 22621.02 - 22685.3 - 22694.98 - 22450.43)\}$$

$$I_{[6],4} = \max\{0, 22796.35\}$$

$$I_{[6],4} = 22796.35 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),4}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),4} &= t_{(1),4} + I_{(1),4} \\ &= 240.17 + 25144.13 = 25384.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),4} &= t_{(2),4} + I_{(2),4} \\ &= 214.01 + 22621.02 = 22835.03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),4} &= t_{(3),4} + I_{(3),4} \\ &= 193.51 + 22685.3 = 22878.81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),4} &= t_{(4),4} + I_{(4),4} \\ &= 199.09 + 22694.98 = 22894.07 \end{aligned}$$

$$t_{\text{new}(5),4} = t_{(5),4} + I_{(5),4}$$

$$= 186.71 + 22450.43 = 22637.14$$

$$t_{\text{new}(6),4} = t_{(6),4} + I_{(6),4}$$

$$= 186.92 + 22796.35 = 22983.27$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),4})$ (detik)	$(t_{i,5})$ (detik)
1	6	25384.3	223.39
2	5	22835.03	212.16
3	4	22878.81	199.06
4	2	22894.07	195.31
5	1	22637.14	185.49
6	3	22983.27	184.47

$$I_{[1],5} = t_{(1),4}$$

$$I_{[1],5} = 25384.3 \text{ detik}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} - t_{(1),5} - I_{(1),5})\}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 - 223.39 - 25384.3)\}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, 22611.64\}$$

$$I_{[2],5} = 22611.64 \text{ detik}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5})\}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 + 22878.81 - 223.39 - 212.16 - 25384.3 - 22611.64)\}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, 22.666.65\}$$

$$I_{[3],5} = 22.666.65 \text{ detik}$$

$$I_{[4],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - t_{(3),5} - I_{(1),5} -$$

$$I_{(2),5} - I_{(3),5})\}$$

$$I_{[4],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 + 22878.81 + 22894.07 -$$

$$223.39 - 212.16 - 199.06 - 25384.3 - 22611.64 - 22.666.65)\}$$

$$I_{[4],5} = \max\{0, 22695.01\}$$

$$I_{[4],5} = 22695.01 \text{ detik}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} + t_{(5),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - t_{(3),5} -$$

$$t_{(4),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5} - I_{(3),5} - I_{(4),5})\}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 + 22878.81 + 22894.07 +$$

$$22637.14 - 223.39 - 212.16 - 199.06 - 195.31 - 25384.3 - 22611.64$$

$$- 22.666.65 - 22695.01)\}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, 22441.83\}$$

$$I_{[5],5} = 22441.83 \text{ detik}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} + t_{(5),4} + t_{(6),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} -$$

$$t_{(3),5} - t_{(4),5} - t_{(5),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5} - I_{(3),5} - I_{(4),5} - I_{(5),5})\}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 + 22878.81 + 22894.07 +$$

$$22637.14 + 22983.27 - 223.39 - 212.16 - 199.06 - 195.31 - 185.49 -$$

$$25384.3 - 22611.64 - 22.666.65 - 22695.01 - 22441.83)\}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, 22797.78\}$$

$$I_{[6],5} = 22797.78 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),5}$)

$$t_{\text{new}(1),5} = t_{(1),5} + I_{(1),5}$$

$$= 223.39 + 25384.3 = 25607.69$$

$$t_{\text{new}(2),5} = t_{(2),5} + I_{(2),5}$$

$$= 212.16 + 22611.64 = 22823.8$$

$$t_{\text{new}(3),5} = t_{(3),5} + I_{(3),5}$$

$$= 199.06 + 22.666.65 = 22865.71$$

$$t_{\text{new}(4),5} = t_{(4),5} + I_{(4),5}$$

$$= 195.31 + 22695.01 = 22890.32$$

$$t_{\text{new}(5),5} = t_{(5),5} + I_{(5),5}$$

$$= 185.49 + 22441.83 = 22627.32$$

$$t_{\text{new}(6),5} = t_{(6),5} + I_{(6),5}$$

$$= 184.47 + 22797.78 = 22982.25$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),5})$ (detik)	$(t_{i,6})$ (detik)
1	6	25607.69	386.53
2	5	22823.8	381.46
3	4	22865.71	344.31
4	2	22890.32	342.08
5	1	22627.32	340.85
6	3	22982.25	337.05

$$I_{[1],6} = t_{(1),5}$$

$$I_{[1],6} = 25607.69 \text{ detik}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} - t_{(1),6} - I_{(1),6})\}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 - 386.53 - 25607.69)\}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, 22437.27\}$$

$$I_{[2],6} = 22437.27 \text{ detik}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6})\}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22865.71 - 386.53 - 381.46 - 25607.69 - 22437.27)\}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, 22484.25\}$$

$$I_{[3],6} = 22484.25 \text{ detik}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - t_{(3),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6} - I_{(3),6})\}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22865.71 + 22890.32 - 386.53 - 381.46 - 344.31 - 25607.69 - 22437.27 - 22484.25)\}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, 22546.01\}$$

$$I_{[4],6} = 22546.01 \text{ detik}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} + t_{(5),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - t_{(3),6} - t_{(4),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6} - I_{(3),6} - I_{(4),6})\}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22865.71 + 22890.32 + 22627.32 - 386.53 - 381.46 - 344.31 - 342.08 - 25607.69 - 22437.27 - 22484.25 - 22546.01)\}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, 22285.24\}$$

$$I_{[5],6} = 22285.24 \text{ detik}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} + t_{(5),5} + t_{(6),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - t_{(3),6} - t_{(4),6} - t_{(5),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6} - I_{(3),6} - I_{(4),6} - I_{(5),6})\}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22865.71 + 22890.32 + 22627.32 + 22982.25 - 386.53 - 381.46 - 344.31 - 342.08 - 340.85 - 25607.69 - 22437.27 - 22484.25 - 22546.01 - 22285.24)\}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, 22641.4\}$$

$$I_{[6],6} = 22641.4 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),6}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),6} &= t_{(1),6} + I_{(1),6} \\ &= 386.53 + 25607.69 = 25994.22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),6} &= t_{(2),6} + I_{(2),6} \\ &= 381.46 + 22437.27 = 22818.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),6} &= t_{(3),6} + I_{(3),6} \\ &= 344.31 + 22484.25 = 22828.56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),6} &= t_{(4),6} + I_{(4),6} \\ &= 342.08 + 22546.01 = 22888.09 \end{aligned}$$

$$t_{\text{new}(5),6} = t_{(5),6} + I_{(5),6}$$

$$= 340.85 + 22285.24 = 22626.09$$

$$t_{\text{new}(6),6} = t_{(6),6} + I_{(6),6}$$

$$= 337.05 + 22641.4 = 22978.45$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),6})$ (detik)	$(t_{i,7})$ (detik)
1	6	25994.22	18.17
2	5	22818.73	16.72
3	4	22828.56	15.04
4	2	22888.09	13.68
5	1	22626.09	13.33
6	3	22978.45	16.31

$$I_{[1],7} = t_{(1),6}$$

$$I_{[1],7} = 25994.22 \text{ detik}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} - t_{(1),7} - I_{(1),7})\}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 - 18.17 - 25994.22)\}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, 22800.56\}$$

$$I_{[2],7} = 22800.56 \text{ detik}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7})\}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22828.56 - 18.17 - 16.72 - 25994.22 - 22800.56)\}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, 22811.84\}$$

$$I_{[3],7} = 22811.84 \text{ detik}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} - I_{(1),7} -$$

$$I_{(2),7} - I_{(3),7})\}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22828.56 + 22888.09 -$$

$$18.17 - 16.72 - 15.04 - 25994.22 - 22800.56 - 22811.84)\}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, 22873.05\}$$

$$I_{[4],7} = 22873.05 \text{ detik}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} + t_{(5),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} -$$

$$t_{(4),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7} - I_{(4),7})\}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22828.56 + 22888.09 +$$

$$22626.09 - 18.17 - 16.72 - 15.04 - 13.68 - 25994.22 - 22800.56 -$$

$$22811.84 - 22873.05)\}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, 22612.41\}$$

$$I_{[5],7} = 22612.41 \text{ detik}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} + t_{(5),6} + t_{(6),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} -$$

$$t_{(3),7} - t_{(4),7} - t_{(5),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7} - I_{(4),7} - I_{(5),7})\}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22828.56 + 22888.09 +$$

$$22626.09 + 22978.45 - 18.17 - 16.72 - 15.04 - 13.68 - 13.33 -$$

$$25994.22 - 22800.56 - 22811.84 - 22873.05 - 22612.41)\}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, 22965.12\}$$

$$I_{[6],7} = 22965.12 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),7}$)

$$t_{\text{new}(1),7} = t_{(1),7} + I_{(1),7}$$

$$= 18.17 + 25994.22 = 26012.39$$

$$t_{\text{new}(2),7} = t_{(2),7} + I_{(2),7}$$

$$= 16.72 + 22800.56 = 22817.28$$

$$t_{\text{new}(3),7} = t_{(3),7} + I_{(3),7}$$

$$= 15.04 + 22811.84 = 22826.88$$

$$t_{\text{new}(4),7} = t_{(4),7} + I_{(4),7}$$

$$= 13.68 + 22873.05 = 22886.73$$

$$t_{\text{new}(5),7} = t_{(5),7} + I_{(5),7}$$

$$= 13.33 + 22612.41 = 22625.74$$

$$t_{\text{new}(6),7} = t_{(6),7} + I_{(6),7}$$

$$= 16.31 + 22965.12 = 22981.43$$

Posisi deret	Urutan job	($t_{\text{new}(i),7}$) (detik)
1	6	26012.39
2	5	22817.28
3	4	22826.88
4	2	22886.73
5	1	22625.74
6	3	22981.43

- Urutan job 6-5-4-2-3-1

Posisi deret	Urutan job	$(t_{i,1})$ (detik)	$(t_{i,2})$ (detik)
1	6	1431.11	22922.87
2	5	1395.86	22919.19
3	4	1220.26	22913.07
4	2	1082.07	22904.49
5	3	1068.46	22910.9
6	1	1080.34	22904.46

$$I_{[1],2} = t_{(1),1}$$

$$I_{[1],2} = 1431.11 \text{ detik}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} - t_{(1),2} - I_{(1),2})\}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 - 22922.87 - 1431.11)\}$$

$$I_{[2],2} = \max\{0, -21527.01\}$$

$$I_{[2],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2})\}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1220.26 - 22922.87 - 22919.19 - 1431.11 - 0)\}$$

$$I_{[3],2} = \max\{0, -43225.94\}$$

$$I_{[3],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - t_{(3),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2} - I_{(3),2})\}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1220.26 + 1082.07 - 22922.87 - 22919.19 - 22913.07 - 1431.11 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[4],2} = \max\{0, -65056.94\}$$

$$I_{[4],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} + t_{(5),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - t_{(3),2} - t_{(4),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2} - I_{(3),2} - I_{(4),2})\}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1220.26 + 1082.07 + 1068.46 - 22922.87 - 22919.19 - 22913.07 - 22904.49 - 1431.11 - 0 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[5],2} = \max\{0, -86892.97\}$$

$$I_{[5],2} = 0 \text{ detik}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} + t_{(4),1} + t_{(5),1} + t_{(6),1} - t_{(1),2} - t_{(2),2} - t_{(3),2} - t_{(4),2} - t_{(5),2} - I_{(1),2} - I_{(2),2} - I_{(3),2} - I_{(4),2} - I_{(5),2})\}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, (1431.11 + 1395.86 + 1220.26 + 1082.07 + 1068.46 + 1080.34 - 22922.87 - 22919.19 - 22913.07 - 22904.49 - 22910.9 - 1431.11 - 0 - 0 - 0 - 0)\}$$

$$I_{[6],2} = \max\{0, -108723.53\}$$

$$I_{[6],2} = 0 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new(i)},2}$)

$$t_{\text{new}(1),2} = t_{(1),2} + I_{(1),2}$$

$$= 22922.87 + 1431.11 = 24353.98$$

$$t_{\text{new}(2),2} = t_{(2),2} + I_{(2),2}$$

$$= 22919.19 + 0 = 22919.19$$

$$t_{\text{new}(3),2} = t_{(3),2} + I_{(3),2}$$

$$= 22913.07 + 0 = 22913.07$$

$$t_{\text{new}(4),2} = t_{(4),2} + I_{(4),2}$$

$$= 22904.49 + 0 = 22904.49$$

$$t_{\text{new}(5),2} = t_{(5),2} + I_{(5),2}$$

$$= 22910.9 + 0 = 22910.9$$

$$t_{\text{new}(6),2} = t_{(6),2} + I_{(6),2}$$

$$= 22904.46 + 0 = 22904.46$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),2})$ (detik)	$(t_{i,3})$ (detik)
1	6	24353.98	790.15
2	5	22919.19	732.15
3	4	22913.07	718.39
4	2	22904.49	702.39
5	3	22910.9	519.61
6	1	22904.46	447.45

$$I_{[1],3} = t_{(1),2}$$

$$I_{[1],3} = 24353.98 \text{ detik}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} - t_{(1),3} - I_{(1),3})\}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 - 790.15 - 24353.98)\}$$

$$I_{[2],3} = \max\{0, 22129.04\}$$

$$I_{[2],3} = 22129.04 \text{ detik}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3})\}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22913.07 - 790.15 - 732.15 - 24353.98 - 22129.04)\}$$

$$I_{[3],3} = \max\{0, 22180.92\}$$

$$I_{[3],3} = 22180.92 \text{ detik}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3})\}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22913.07 + 22904.49 - 790.15 - 732.15 - 718.39 - 24353.98 - 22129.04 - 22180.92)\}$$

$$I_{[4],3} = \max\{0, 22186.1\}$$

$$I_{[4],3} = 22186.1 \text{ detik}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} + t_{(5),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} - t_{(3),3} - t_{(4),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3} - I_{(4),3})\}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22913.07 + 22904.49 + 22910.9 - 790.15 - 732.15 - 718.39 - 702.39 - 24353.98 - 22129.04 - 22180.92 - 22186.1)\}$$

$$I_{[5],3} = \max\{0, 22208.51\}$$

$$I_{[5],3} = 22208.51 \text{ detik}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, (t_{(1),2} + t_{(2),2} + t_{(3),2} + t_{(4),2} + t_{(5),2} + t_{(6),2} - t_{(1),3} - t_{(2),3} -$$

$$t_{(3),3} - t_{(4),3} - t_{(5),3} - I_{(1),3} - I_{(2),3} - I_{(3),3} - I_{(4),3} - I_{(5),3})\}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, (24353.98 + 22919.19 + 22913.07 + 22904.49 +$$

$$22910.9 + 22904.46 - 790.15 - 732.15 - 718.39 - 702.39 - 519.61 -$$

$$24353.98 - 22129.04 - 22180.92 - 22186.1 - 22208.51)\}$$

$$I_{[6],3} = \max\{0, 22384.85\}$$

$$I_{[6],3} = 22384.85 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),3}$)

$$t_{\text{new}(1),3} = t_{(1),3} + I_{(1),3}$$

$$= 790.15 + 24353.98 = 25144.13$$

$$t_{\text{new}(2),3} = t_{(2),3} + I_{(2),3}$$

$$= 732.15 + 22129.04 = 22861.19$$

$$t_{\text{new}(3),3} = t_{(3),3} + I_{(3),3}$$

$$= 718.39 + 22180.92 = 22899.31$$

$$t_{\text{new}(4),3} = t_{(4),3} + I_{(4),3}$$

$$= 702.39 + 22186.1 = 22888.49$$

$$t_{\text{new}(5),3} = t_{(5),3} + I_{(5),3}$$

$$= 519.61 + 22208.51 = 22728.12$$

$$t_{\text{new}(6),3} = t_{(6),3} + I_{(6),3}$$

$$= 447.45 + 22384.85 = 22832.3$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{new(i),3})$ (detik)	$(t_{i,4})$ (detik)
1	6	25144.13	240.17
2	5	22861.19	214.01
3	4	22899.31	193.51
4	2	22888.49	199.09
5	3	22728.12	186.92
6	1	22832.3	186.71

$$I_{[1],4} = t_{(1),3}$$

$$I_{[1],4} = 25144.13 \text{ detik}$$

$$I_{[2],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} - t_{(1),4} - I_{(1),4})\}$$

$$I_{[2],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 - 240.17 - 25144.13)\}$$

$$I_{[2],4} = \max\{0, 22621.02\}$$

$$I_{[2],4} = 22621.02 \text{ detik}$$

$$I_{[3],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(1),4} - I_{(2),4})\}$$

$$I_{[3],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 + 22899.31 - 240.17 - 214.01 - 25144.13 - 22621.02)\}$$

$$I_{[3],4} = \max\{0, 22685.3\}$$

$$I_{[3],4} = 22685.3 \text{ detik}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} - I_{(1),3} - I_{(2),4} - I_{(3),4})\}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 + 22899.31 + 22888.49 - 240.17 - 214.01 - 193.51 - 25144.13 - 22621.02 - 22685.3)\}$$

$$I_{[4],4} = \max\{0, 22694.98\}$$

$$I_{[4],4} = 22694.98 \text{ detik}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} + t_{(5),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} - t_{(4),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4} - I_{(3),4} - I_{(4),4})\}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 + 22899.31 + 22888.49 + 22728.12 - 240.17 - 214.01 - 193.51 - 199.09 - 25144.13 - 22621.02 - 22685.3 - 22694.98)\}$$

$$I_{[5],4} = \max\{0, 22529.03\}$$

$$I_{[5],4} = 22529.03 \text{ detik}$$

$$I_{[6],4} = \max\{0, (t_{(1),3} + t_{(2),3} + t_{(3),3} + t_{(4),3} + t_{(5),3} + t_{(6),3} - t_{(1),4} - t_{(2),4} - t_{(3),4} - t_{(4),4} - t_{(5),4} - I_{(1),4} - I_{(2),4} - I_{(3),4} - I_{(4),4} - I_{(5),4})\}$$

$$I_{[6],4} = \max\{0, (25144.13 + 22861.19 + 22899.31 + 22888.49 + 22728.12 + 22832.3 - 240.17 - 214.01 - 193.51 - 199.09 - 186.92 - 25144.13 - 22621.02 - 22685.3 - 22694.98 - 22529.03)\}$$

$$I_{[6],4} = \max\{0, 22645.38\}$$

$$I_{[6],4} = 22645.38 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new(i)},4}$)

$$\begin{aligned}
t_{\text{new}(1),4} &= t_{(1),4} + I_{(1),4} \\
&= 240.17 + 25144.13 = 25384.3 \\
t_{\text{new}(2),4} &= t_{(2),4} + I_{(2),4} \\
&= 214.01 + 22621.02 = 22835.03 \\
t_{\text{new}(3),4} &= t_{(3),4} + I_{(3),4} \\
&= 193.51 + 22685.3 = 22878.81 \\
t_{\text{new}(4),4} &= t_{(4),4} + I_{(4),4} \\
&= 199.09 + 22694.98 = 22894.07 \\
t_{\text{new}(5),4} &= t_{(5),4} + I_{(5),4} \\
&= 186.92 + 22529.03 = 22715.95 \\
t_{\text{new}(6),4} &= t_{(6),4} + I_{(6),4} \\
&= 186.71 + 22645.38 = 22832.09
\end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),4})$ (detik)	$(t_{i,5})$ (detik)
1	6	25384.3	223.39
2	5	22835.03	212.16
3	4	22878.81	199.06
4	2	22894.07	195.31
5	3	22715.95	184.47
6	1	22832.09	185.49

$$I_{[1],5} = t_{(1),4}$$

$$I_{[1],5} = 25384.3 \text{ detik}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} - t_{(1),5} - I_{(1),5})\}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 - 223.39 - 25384.3)\}$$

$$I_{[2],5} = \max\{0, 22611.64\}$$

$$I_{[2],5} = 22611.64 \text{ detik}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5})\}$$

$$\begin{aligned} I_{[3],5} = \max\{0, & (25384.3 + 22835.03 + 22878.81 - 223.39 - 212.16 \\ & - 25384.3 - 22611.64)\} \end{aligned}$$

$$I_{[3],5} = \max\{0, 22.666.65\}$$

$$I_{[3],5} = 22.666.65 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} I_{[4],5} = \max\{0, & (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - t_{(3),5} - I_{(1),5} - \\ & I_{(2),5} - I_{(3),5})\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{[4],5} = \max\{0, & (25384.3 + 22835.03 + 22878.81 + 22894.07 - \\ & 223.39 - 212.16 - 199.06 - 25384.3 - 22611.64 - 22.666.65)\} \end{aligned}$$

$$I_{[4],5} = \max\{0, 22695.01\}$$

$$I_{[4],5} = 22695.01 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} I_{[5],5} = \max\{0, & (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} + t_{(5),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - t_{(3),5} - \\ & t_{(4),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5} - I_{(3),5} - I_{(4),5})\} \end{aligned}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, (25384.3 + 22835.03 + 22878.81 + 22894.07 + 22715.95 - 223.39 - 212.16 - 199.06 - 195.31 - 25384.3 - 22611.64 - 22.666.65 - 22695.01)\}$$

$$I_{[5],5} = \max\{0, 22520.64\}$$

$$I_{[5],5} = 22520.64 \text{ detik}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, (t_{(1),4} + t_{(2),4} + t_{(3),4} + t_{(4),4} + t_{(5),4} + t_{(6),4} - t_{(1),5} - t_{(2),5} - t_{(3),5} - t_{(4),5} - t_{(5),5} - I_{(1),5} - I_{(2),5} - I_{(3),5} - I_{(4),5} - I_{(5),5})\}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, (25384.3 + 22832.09 - 223.39 - 212.16 - 199.06 - 195.31 - 184.47 - 25384.3 - 22611.64 - 22.666.65 - 22695.01 - 22520.64)\}$$

$$I_{[6],5} = \max\{0, 22647.62\}$$

$$I_{[6],5} = 22647.62 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),5}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),5} &= t_{(1),5} + I_{(1),5} \\ &= 223.39 + 25384.3 = 25607.69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),5} &= t_{(2),5} + I_{(2),5} \\ &= 212.16 + 22611.64 = 22823.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),5} &= t_{(3),5} + I_{(3),5} \\ &= 199.06 + 22.666.65 = 22865.71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),5} &= t_{(4),5} + I_{(4),5} \\ &= 195.31 + 22695.01 = 22890.32 \end{aligned}$$

$$t_{\text{new}(5),5} = t_{(5),5} + I_{(5),5}$$

$$= 184.47 + 22520.64 = 22705.11$$

$$t_{\text{new}(6),5} = t_{(6),5} + I_{(6),5}$$

$$= 185.49 + 22647.62 = 22833.11$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),5})$ (detik)	$(t_{i,6})$ (detik)
1	6	25607.69	386.53
2	5	22823.8	381.46
3	4	22865.71	344.31
4	2	22890.32	342.08
5	3	22705.11	337.05
6	1	22833.11	340.85

$$I_{[1],6} = t_{(1),5}$$

$$I_{[1],6} = 25607.69 \text{ detik}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} - t_{(1),6} - I_{(1),6})\}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 - 386.53 - 25607.69)\}$$

$$I_{[2],6} = \max\{0, 22437.27\}$$

$$I_{[2],6} = 22437.27 \text{ detik}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6})\}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22865.71 - 386.53 - 381.46 \\ - 25607.69 - 22437.27)\}$$

$$I_{[3],6} = \max\{0, 22484.25\}$$

$$I_{[3],6} = 22484.25 \text{ detik}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - t_{(3),6} - I_{(1),6} -$$

$$I_{(2),6} - I_{(3),6})\}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22865.71 + 22890.32 -$$

$$386.53 - 381.46 - 344.31 - 25607.69 - 22437.27 - 22484.25)\}$$

$$I_{[4],6} = \max\{0, 22546.01\}$$

$$I_{[4],6} = 22546.01 \text{ detik}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} + t_{(5),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} - t_{(3),6} -$$

$$t_{(4),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6} - I_{(3),6} - I_{(4),6})\}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22865.71 + 22890.32 +$$

$$22705.11 - 386.53 - 381.46 - 344.31 - 342.08 - 25607.69 - 22437.27$$

$$- 22484.25 - 22546.01)\}$$

$$I_{[5],6} = \max\{0, 22363.03\}$$

$$I_{[5],6} = 22363.03 \text{ detik}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, (t_{(1),5} + t_{(2),5} + t_{(3),5} + t_{(4),5} + t_{(5),5} + t_{(6),5} - t_{(1),6} - t_{(2),6} -$$

$$t_{(3),6} - t_{(4),6} - t_{(5),6} - I_{(1),6} - I_{(2),6} - I_{(3),6} - I_{(4),6} - I_{(5),6})\}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, (25607.69 + 22823.8 + 22865.71 + 22890.32 +$$

$$22705.11 + 22833.11 - 386.53 - 381.46 - 344.31 - 342.08 - 337.05 -$$

$$25607.69 - 22437.27 - 22484.25 - 22546.01 - 22363.03)\}$$

$$I_{[6],6} = \max\{0, 22496.06\}$$

$$I_{[6],6} = 22496.06 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),6}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),6} &= t_{(1),6} + I_{(1),6} \\ &= 386.53 + 25607.69 = 25994.22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),6} &= t_{(2),6} + I_{(2),6} \\ &= 381.46 + 22437.27 = 22818.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),6} &= t_{(3),6} + I_{(3),6} \\ &= 344.31 + 22484.25 = 22828.56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),6} &= t_{(4),6} + I_{(4),6} \\ &= 342.08 + 22546.01 = 22888.09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(5),6} &= t_{(5),6} + I_{(5),6} \\ &= 337.05 + 22363.03 = 22700.08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(6),6} &= t_{(6),6} + I_{(6),6} \\ &= 340.85 + 22496.06 = 22836.91 \end{aligned}$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),6})$ (detik)	$(t_{i,7})$ (detik)
1	6	25994.22	18.17
2	5	22818.73	16.72
3	4	22828.56	15.04
4	2	22888.09	13.68
5	3	22700.08	16.31
6	1	22836.91	13.33

$$I_{[1],7} = t_{(1),6}$$

$$I_{[1],7} = 25994.22 \text{ detik}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} - t_{(1),7} - I_{(1),7})\}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 - 18.17 - 25994.22)\}$$

$$I_{[2],7} = \max\{0, 22800.56\}$$

$$I_{[2],7} = 22800.56 \text{ detik}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7})\}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22828.56 - 18.17 - 16.72 - 25994.22 - 22800.56)\}$$

$$I_{[3],7} = \max\{0, 22811.84\}$$

$$I_{[3],7} = 22811.84 \text{ detik}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7})\}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22828.56 + 22888.09 - 18.17 - 16.72 - 15.04 - 25994.22 - 22800.56 - 22811.84)\}$$

$$I_{[4],7} = \max\{0, 22873.05\}$$

$$I_{[4],7} = 22873.05 \text{ detik}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} + t_{(5),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} - t_{(4),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7} - I_{(4),7})\}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22828.56 + 22888.09 + 22700.08 - 18.17 - 16.72 - 15.04 - 13.68 - 25994.22 - 22800.56 - 22811.84 - 22873.05)\}$$

$$I_{[5],7} = \max\{0, 22686.4\}$$

$$I_{[5],7} = 22686.4 \text{ detik}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, (t_{(1),6} + t_{(2),6} + t_{(3),6} + t_{(4),6} + t_{(5),6} + t_{(6),6} - t_{(1),7} - t_{(2),7} - t_{(3),7} - t_{(4),7} - t_{(5),7} - I_{(1),7} - I_{(2),7} - I_{(3),7} - I_{(4),7} - I_{(5),7})\}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, (25994.22 + 22818.73 + 22828.56 + 22888.09 + 22700.08 + 22836.91 - 18.17 - 16.72 - 15.04 - 13.68 - 16.31 - 25994.22 - 22800.56 - 22811.84 - 22873.05 - 22686.4)\}$$

$$I_{[6],7} = \max\{0, 22820.6\}$$

$$I_{[6],7} = 22820.6 \text{ detik}$$

Menghitung nilai *makespan* atau ($t_{\text{new}(i),7}$)

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(1),7} &= t_{(1),7} + I_{(1),7} \\ &= 18.17 + 25994.22 = 26012.39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(2),7} &= t_{(2),7} + I_{(2),7} \\ &= 16.72 + 22800.56 = 22817.28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(3),7} &= t_{(3),7} + I_{(3),7} \\ &= 15.04 + 22811.84 = 22826.88 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{new}(4),7} &= t_{(4),7} + I_{(4),7} \\ &= 13.68 + 22873.05 = 22886.73 \end{aligned}$$

$$t_{\text{new}(5),7} = t_{(5),7} + I_{(5),7}$$

$$= 16.31 + 22686.4 = 22702.71$$

$$t_{\text{new}(6),7} = t_{(6),7} + I_{(6),7}$$

$$= 13.33 + 22820.6 = 22833.93$$

Posisi deret	Urutan job	$(t_{\text{new}(i),7})$ (detik)
1	6	26012.39
2	5	22817.28
3	4	22826.88
4	2	22886.73
5	3	22702.71
6	1	22833.93

LAMPIRAN 11

HASIL PENGEMBANGAN DARI NODE (34), (35), (36) METODE

IGNALL-SCHARGE

1. Node (34)

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua Job yang Dimulai dengan Job 34

TM	Urutan			
	(341)	(342)	(345)	(346)
TM 1	3369.06	3370.79	3684.58	3719.83
TM 2	69796.89	69796.92	69811.62	69815.3
TM 3	70244.34	70499.31	70543.77	70605.45
TM 4	70431.05	70698.4	70757.78	70845.62
TM 5	70616.54	70893.71	70969.94	71069.01
TM 6	70957.39	71235.79	71351.4	71455.54
TM 7	70970.72	71249.47	71368.12	71473.71

$$LB(341) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 73219.19 \\ 71635.39 \\ 71603.16 \\ 72081.14 \\ 71019.29 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(342) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 73195.44 \\ 71878.96 \\ 71868.93 \\ 72357.96 \\ 71297.69 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(345) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 73210.14 \\ 71923.42 \\ 71928.31 \\ 72434.19 \\ 71413.3 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(346) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 73213.82 \\ 71985.1 \\ 72016.15 \\ 72533.26 \\ 71517.44 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Dari 4 cabang di atas terdapat 3 cabang yang nilai *makespan* nya sama kecil yaitu LB(342), LB(345), LB(346) dengan nilai 139717.27 detik, sehingga cabang dikembangkan dari node (342), (345), (346)

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 342

TM	Urutan		
	3421	3425	3426
TM1	4451.13	4766.65	4801.9
TM2	92701.38	92716.11	92719.79
TM3	93148.83	93448.26	93509.94
TM4	93335.54	93662.27	93750.11
TM5	93521.03	93874.43	93973.5
TM6	93861.88	94255.89	94360.03
TM7	93875.21	94272.61	94378.2

$$LB(3421) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31753.79 \\ 140099.94 \\ 95495.48 \\ 94400.06 \\ 94354.76 \\ 94646.59 \\ 93910.1 \end{array} \right\} = 140099.94$$

$$LB(3425) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95412.24 \\ 94628.82 \\ 94637.49 \\ 94996.6 \\ 94304.11 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(3426) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95415.92 \\ 94690.5 \\ 94725.33 \\ 95095.67 \\ 94408.25 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 345

TM	Urutan		
	3451	3452	3456
TM1	4764.92	4766.65	5115.69
TM2	92716.08	92716.11	92734.49
TM3	93163.53	93418.5	93524.64
TM4	93350.24	93617.59	93764.81
TM5	93535.73	93812.9	93988.2
TM6	93876.58	94154.98	94374.73
TM7	93889.91	94168.66	94392.9

$$LB(3451) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 95406.23 \\ 94340.57 \\ 94310.19 \\ 94618.87 \\ 93921.76 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(3452) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95382.48 \\ 94584.14 \\ 94575.96 \\ 94895.69 \\ 94200.16 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(3456) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95400.86 \\ 94690.28 \\ 94723.18 \\ 95070.99 \\ 94419.91 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 346

TM	Urutan		
	3461	3462	3465
TM1	4800.17	4801.9	5115.69
TM2	92719.76	92719.79	92734.49
TM3	93167.21	93422.18	93466.64
TM4	93353.92	93621.27	93680.65
TM5	93539.41	93816.58	93892.81
TM6	93880.26	94158.66	94274.27
TM7	93893.59	94172.34	94290.99

$$LB(3461) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 95351.91 \\ 94318.09 \\ 94302.64 \\ 94617.48 \\ 93923.99 \end{array} \right\} = 140013.75$$

$$LB(3462) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95328.16 \\ 94561.66 \\ 94568.41 \\ 94894.3 \\ 94202.39 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(3465) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95342.86 \\ 94606.12 \\ 94627.79 \\ 94970.53 \\ 94318 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Dari 9 cabang di atas terdapat 6 cabang yang nilai *makespan* nya sama kecil yaitu LB(3425), LB(3426), LB(3452), LB(3456), LB(3462), LB(3465) dengan nilai 139717.27 detik, sehingga cabang dikembangkan dari node (3425), (3426), (3452), (3456), (3462), (3465)

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3425

TM	Urutan	
	34251	34256
TM1	5846.99	6197.76
TM2	115620.57	115638.98
TM3	116068.02	116429.13
TM4	116254.73	116669.3
TM5	116440.22	116892.69
TM6	116781.07	117279.22
TM7	116794.4	117297.39

$$LB(34251) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31859.38 \\ 140201.85 \\ 117726.43 \\ 117122.99 \\ 117068.31 \\ 117185.77 \\ 116812.57 \end{array} \right\} = 140201.85$$

$$LB(34256) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117602.96 \\ 117395.68 \\ 117432.36 \\ 117633.4 \\ 117310.72 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3426

TM	Urutan	
	34261	34265
TM1	5882.24	6197.76
TM2	115624.25	115638.98
TM3	116071.7	116371.13
TM4	116258.41	116585.14
TM5	116443.9	116797.3
TM6	116784.75	117178.76
TM7	116798.08	117195.48

$$LB(34261) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31753.79 \\ 140099.94 \\ 117628.2 \\ 117082.76 \\ 117054.24 \\ 117182.93 \\ 116814.8 \end{array} \right\} = 140099.94$$

$$LB(34265) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117544.96 \\ 117311.52 \\ 117336.97 \\ 117532.94 \\ 117208.81 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3452

TM	Urutan	
	34521	34526
TM1	5846.99	6197.76
TM2	115620.57	115638.98
TM3	116068.02	116429.13
TM4	116254.73	116669.3
TM5	116440.22	116892.69
TM6	116781.07	117279.22
TM7	116794.4	117297.39

$$LB(34521) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31859.38 \\ 140201.85 \\ 117726.43 \\ 117122.99 \\ 117068.31 \\ 117185.77 \\ 116812.57 \end{array} \right\} = 140201.85$$

$$LB(34526) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117602.96 \\ 117395.68 \\ 117432.36 \\ 117633.4 \\ 117310.72 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3456

TM	Urutan	
	34561	34562
TM1	6196.03	6197.76
TM2	115638.95	115638.98
TM3	116086.4	116341.37
TM4	116273.11	116540.46
TM5	116458.6	116735.77
TM6	116799.45	117077.85
TM7	116812.78	117091.53

$$LB(34561) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 117538.95 \\ 117023.27 \\ 117009.67 \\ 117155.21 \\ 116826.46 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(34562) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117515.2 \\ 117266.84 \\ 117275.44 \\ 117432.03 \\ 117104.86 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3462

TM	Urutan	
	34621	34625
TM1	5882.24	6197.76
TM2	115624.25	115638.98
TM3	116071.7	116371.13
TM4	116258.41	116585.14
TM5	116443.9	116797.3
TM6	116784.75	117178.76
TM7	116798.08	117195.48

$$LB(34621) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31753.79 \\ 140099.94 \\ 117628.2 \\ 117082.76 \\ 117054.24 \\ 117182.93 \\ 116814.8 \end{array} \right\} = 140099.94$$

$$LB(34625) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117544.96 \\ 117311.52 \\ 117336.97 \\ 117532.94 \\ 117208.81 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3465

TM	Urutan	
	34651	34652
TM1	6196.03	6197.76
TM2	115638.95	115638.98
TM3	116086.4	116341.37
TM4	116273.11	116540.46
TM5	116458.6	116735.77
TM6	116799.45	117077.85
TM7	116812.78	117091.53

$$LB(34651) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 117538.95 \\ 117023.27 \\ 117009.67 \\ 117155.21 \\ 116826.46 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(34652) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117515.2 \\ 117266.84 \\ 117275.44 \\ 117432.03 \\ 117104.86 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Dari 12 cabang di atas terdapat 6 cabang yang nilai *makespan* nya sama kecil yaitu LB(34256), LB(34265), LB(34526), LB(34562), LB(34625), LB(34652) dengan nilai 139717.27 detik, sehingga urutan yang terbentuk dengan *makespan* minimal adalah 3-4-2-5-6-1; 3-4-2-6-5-1; 3-4-5-2-6-1; 3-4-5-6-2-1; 3-4-6-2-5-1; 3-4-6-5-2-1.

2. Node (35)

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 35

TM	Urutan			
	(351)	(352)	(354)	(356)
TM 1	3544.66	3546.39	3684.58	3895.43
TM 2	69803.01	69803.04	69811.62	69821.42
TM 3	70250.46	70505.43	70530.01	70611.57
TM 4	70437.17	70704.52	70723.52	70851.74
TM 5	70622.66	70899.83	70922.58	71075.13
TM 6	70963.51	71241.91	71266.89	71461.66
TM 7	70976.84	71255.59	71281.93	71479.83

$$LB(351) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 73211.55 \\ 71621.01 \\ 71596.18 \\ 72050.11 \\ 71023.73 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(352) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 73187.8 \\ 71864.58 \\ 71861.95 \\ 72326.93 \\ 71302.13 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(354) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 73196.38 \\ 71889.16 \\ 71880.95 \\ 72349.68 \\ 71327.11 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(356) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 73206.18 \\ 71970.72 \\ 72009.17 \\ 72502.23 \\ 71521.88 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Dari 4 cabang di atas terdapat 3 cabang yang nilai *makespan* nya sama kecil yaitu LB(352), LB(354), LB(356) dengan nilai 139717.27 detik, sehingga cabang dikembangkan dari node (352), (354), (356)

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 352

TM	Urutan		
	3521	3524	3526
TM1	4626.73	4766.65	4977.5
TM2	92707.5	92716.11	92725.91
TM3	93154.95	93434.5	93516.06
TM4	93341.66	93628.01	93756.23
TM5	93527.15	93827.07	93979.62
TM6	93868	94171.38	94366.15
TM7	93881.33	94186.42	94384.32

$$LB(3521) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31661.48 \\ 140013.75 \\ 95415.41 \\ 94333.75 \\ 94308.95 \\ 94613.88 \\ 93914.54 \end{array} \right\} = 140013.75$$

$$LB(3524) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95398.48 \\ 94594.56 \\ 94590.13 \\ 94912.09 \\ 94217.92 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(3526) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95408.28 \\ 94676.12 \\ 94718.35 \\ 95064.64 \\ 94412.69 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 354

TM	Urutan		
	3541	3542	3546
TM1	4764.92	4766.65	5115.69
TM2	92716.08	92716.11	92734.49
TM3	93163.53	93418.5	93524.64
TM4	93350.24	93617.59	93764.81
TM5	93535.73	93812.9	93988.2
TM6	93876.58	94154.98	94374.73
TM7	93889.91	94168.66	94392.9

$$LB(3541) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 95406.23 \\ 94340.57 \\ 94310.19 \\ 94618.87 \\ 93921.76 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(3542) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95382.48 \\ 94584.14 \\ 94575.96 \\ 94895.69 \\ 94200.16 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(3546) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95400.86 \\ 94690.28 \\ 94723.18 \\ 95070.99 \\ 94419.91 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 356

TM	Urutan		
	3561	3562	3564
TM1	4975.77	4977.5	5115.69
TM2	92725.88	92725.91	92734.49
TM3	93173.33	93428.3	93452.88
TM4	93360.04	93627.39	93646.39
TM5	93545.53	93822.7	93845.45
TM6	93886.38	94164.78	94189.76
TM7	93899.71	94178.46	94204.8

$$LB(3561) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 95344.27 \\ 94303.71 \\ 94295.66 \\ 94586.45 \\ 93928.43 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(3562) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95320.52 \\ 94547.28 \\ 94561.43 \\ 94863.27 \\ 94206.83 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(3564) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95329.1 \\ 94571.86 \\ 94580.43 \\ 94886.02 \\ 94231.81 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Dari 9 cabang di atas terdapat 6 cabang yang nilai *makespan* nya sama kecil yaitu LB(3524), LB(3526), LB(3542), LB(3546), LB(3562), LB(3564) dengan nilai 139717.27 detik, sehingga cabang dikembangkan dari node (3524), (3526), (3542), (3546), (3562), (3564)

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3524

TM	Urutan	
	35241	35246
TM1	5846.99	6197.76
TM2	115620.57	115638.98
TM3	116068.02	116429.13
TM4	116254.73	116669.3
TM5	116440.22	116892.69
TM6	116781.07	117279.22
TM7	116794.4	117297.39

$$LB(35241) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31859.38 \\ 140201.85 \\ 117726.43 \\ 117122.99 \\ 117068.31 \\ 117185.77 \\ 116812.57 \end{array} \right\} = 140201.85$$

$$LB(35246) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117602.96 \\ 117395.68 \\ 117432.36 \\ 117633.4 \\ 117310.72 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3526

TM	Urutan	
	35261	35264
TM1	6057.84	6197.76
TM2	115630.37	115638.98
TM3	116077.82	116357.37
TM4	116264.53	116550.88
TM5	116450.02	116749.94
TM6	116790.87	117094.25
TM7	116804.2	117109.29

$$LB(35261) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31661.48 \\ 140013.75 \\ 117548.13 \\ 117016.45 \\ 117008.43 \\ 117150.22 \\ 116819.24 \end{array} \right\} = 140013.75$$

$$LB(35264) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117531.2 \\ 117277.26 \\ 117289.61 \\ 117448.43 \\ 117122.62 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3542

TM	Urutan	
	35421	35426
TM1	5846.99	6197.76
TM2	115620.57	115638.98
TM3	116068.02	116429.13
TM4	116254.73	116669.3
TM5	116440.22	116892.69
TM6	116781.07	117279.22
TM7	116794.4	117297.39

$$LB(35421) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31859.38 \\ 140201.85 \\ 117726.43 \\ 117122.99 \\ 117068.31 \\ 117185.77 \\ 116812.57 \end{array} \right\} = 140201.85$$

$$LB(35426) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117602.96 \\ 117395.68 \\ 117432.36 \\ 117633.4 \\ 117310.72 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3546

TM	Urutan	
	35461	35462
TM1	6196.03	6197.76
TM2	115638.95	115638.98
TM3	116086.4	116341.37
TM4	116273.11	116540.46
TM5	116458.6	116735.77
TM6	116799.45	117077.85
TM7	116812.78	117091.53

$$LB(35461) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 117538.95 \\ 117023.27 \\ 117009.67 \\ 117155.21 \\ 116826.46 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(35462) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117515.2 \\ 117266.84 \\ 117275.44 \\ 117432.03 \\ 117104.86 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3562

TM	Urutan	
	35621	35624
TM1	6057.84	6197.76
TM2	115630.37	115638.98
TM3	116077.82	116357.37
TM4	116264.53	116550.88
TM5	116450.02	116749.94
TM6	116790.87	117094.25
TM7	116804.2	117109.29

$$LB(35621) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31661.48 \\ 140013.75 \\ 117548.13 \\ 117016.45 \\ 117008.43 \\ 117150.22 \\ 116819.24 \end{array} \right\} = 140013.75$$

$$LB(35624) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117531.2 \\ 117277.26 \\ 117289.61 \\ 117448.43 \\ 117122.62 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3564

TM	Urutan	
	35641	35642
TM1	6196.03	6197.76
TM2	115638.95	115638.98
TM3	116086.4	116341.37
TM4	116273.11	116540.46
TM5	116458.6	116735.77
TM6	116799.45	117077.85
TM7	116812.78	117091.53

$$LB(35641) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 117538.95 \\ 117023.27 \\ 117009.67 \\ 117155.21 \\ 116826.46 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(35642) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117515.2 \\ 117266.84 \\ 117275.44 \\ 117432.03 \\ 117104.86 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Dari 12 cabang di atas terdapat 6 cabang yang nilai *makespan* nya sama kecil yaitu LB(35246), LB(35264), LB(35426), LB(35462), LB(35624), LB(35642) dengan nilai 139717.27 detik, sehingga urutan yang terbentuk dengan *makespan* minimal adalah 3-5-2-4-6-1; 3-5-2-6-4-1; 3-5-4-2-6-1; 3-5-4-6-2-1; 3-5-6-2-4-1; 3-5-6-4-2-1.

3. Node (36)

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 36

TM	Urutan			
	(361)	(362)	(364)	(365)
TM 1	3579.91	3581.64	3719.83	3895.43
TM 2	69806.69	69806.72	69815.3	69821.42
TM 3	70254.14	70509.11	70533.69	70553.57
TM 4	70440.85	70708.2	70727.2	70767.58
TM 5	70626.34	70903.51	70926.26	70979.74
TM 6	70967.19	71245.59	71270.57	71361.2
TM 7	70980.52	71259.27	71285.61	71377.92

$$LB(361) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 73157.23 \\ 71598.53 \\ 71588.63 \\ 72048.72 \\ 71025.96 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(362) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 73133.48 \\ 71842.1 \\ 71854.4 \\ 72325.54 \\ 71304.36 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(364) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 73142.06 \\ 71866.68 \\ 71873.4 \\ 72348.29 \\ 71329.34 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(365) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 73148.18 \\ 71886.56 \\ 71913.78 \\ 72401.77 \\ 71419.97 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Dari 4 cabang di atas terdapat 3 cabang yang nilai *makespan* nya sama kecil yaitu LB(362), LB(364), LB(365) dengan nilai 139717.27 detik, sehingga cabang dikembangkan dari node (362), (364), (365)

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 362

TM	Urutan		
	3621	3624	3625
TM1	4661.98	4801.9	4977.5
TM2	92711.18	92719.79	92725.91
TM3	93158.63	93438.18	93458.06
TM4	93345.34	93631.69	93672.07
TM5	93530.83	93830.75	93884.23
TM6	93871.68	94175.06	94265.69
TM7	93885.01	94190.1	94282.41

$$LB(3621) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31661.48 \\ 140013.75 \\ 95361.09 \\ 94311.27 \\ 94301.4 \\ 94612.49 \\ 93916.77 \end{array} \right\} = 140013.75$$

$$LB(3624) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95344.16 \\ 94572.08 \\ 94582.58 \\ 94910.7 \\ 94220.15 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(3625) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95350.28 \\ 94591.96 \\ 94622.96 \\ 94964.18 \\ 94310.78 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 364

TM	Urutan		
	3641	3642	3645
TM1	4800.17	4801.9	5115.69
TM2	92719.76	92719.79	92734.49
TM3	93167.21	93422.18	93466.64
TM4	93353.92	93621.27	93680.65
TM5	93539.41	93816.58	93892.81
TM6	93880.26	94158.66	94274.27
TM7	93893.59	94172.34	94290.99

$$LB(3641) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 95351.91 \\ 94318.09 \\ 94302.64 \\ 94617.48 \\ 93923.99 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(3642) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95328.16 \\ 94561.66 \\ 94568.41 \\ 94894.3 \\ 94202.39 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(3645) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95342.86 \\ 94606.12 \\ 94627.79 \\ 94970.53 \\ 94318 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 365

TM	Urutan		
	3651	3652	3654
TM1	4975.77	4977.5	5115.69
TM2	92725.88	92725.91	92734.49
TM3	93173.33	93428.3	93452.88
TM4	93360.04	93627.39	93646.39
TM5	93545.53	93822.7	93845.45
TM6	93886.38	94164.78	94189.76
TM7	93899.71	94178.46	94204.8

$$LB(3651) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 95344.27 \\ 94303.71 \\ 94295.66 \\ 94586.45 \\ 93928.43 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(3652) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95320.52 \\ 94547.28 \\ 94561.43 \\ 94863.27 \\ 94206.83 \end{array} \right\} = 139717.27$$

$$LB(3654) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 95329.1 \\ 94571.86 \\ 94580.43 \\ 94886.02 \\ 94231.81 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Dari 9 cabang di atas terdapat 6 cabang yang nilai *makespan* nya sama kecil yaitu LB(3624), LB(3625), LB(3642), LB(3645), LB(3652), LB(3654) dengan nilai 139717.27 detik, sehingga cabang dikembangkan dari node (3624), (3625), (3642), (3645), (3652), (3654)

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3624

TM	Urutan	
	36241	36245
TM1	5882.24	6197.76
TM2	115624.25	115638.98
TM3	116071.7	116371.13
TM4	116258.41	116585.14
TM5	116443.9	116797.3
TM6	116784.75	117178.76
TM7	116798.08	117195.48

$$LB(36241) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31753.79 \\ 140099.94 \\ 117628.2 \\ 117082.76 \\ 117054.24 \\ 117182.93 \\ 116814.8 \end{array} \right\} = 140099.94$$

$$LB(36245) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117544.96 \\ 117311.52 \\ 117336.97 \\ 117532.94 \\ 117208.81 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3625

TM	Urutan	
	36251	36254
TM1	6057.84	6197.76
TM2	115630.37	115638.98
TM3	116077.82	116357.37
TM4	116264.53	116550.88
TM5	116450.02	116749.94
TM6	116790.87	117094.25
TM7	116804.2	117109.29

$$LB(36251) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31661.48 \\ 140013.75 \\ 117548.13 \\ 117016.45 \\ 117008.43 \\ 117150.22 \\ 116819.24 \end{array} \right\} = 140013.75$$

$$LB(36254) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117531.2 \\ 117277.26 \\ 117289.61 \\ 117448.43 \\ 117122.62 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3642

TM	Urutan	
	36421	36425
TM1	5882.24	6197.76
TM2	115624.25	115638.98
TM3	116071.7	116371.13
TM4	116258.41	116585.14
TM5	116443.9	116797.3
TM6	116784.75	117178.76
TM7	116798.08	117195.48

$$LB(36421) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31753.79 \\ 140099.94 \\ 117628.2 \\ 117082.76 \\ 117054.24 \\ 117182.93 \\ 116814.8 \end{array} \right\} = 140099.94$$

$$LB(36425) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117544.96 \\ 117311.52 \\ 117336.97 \\ 117532.94 \\ 117208.81 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3645

TM	Urutan	
	36451	36452
TM1	6196.03	6197.76
TM2	115638.95	115638.98
TM3	116086.4	116341.37
TM4	116273.11	116540.46
TM5	116458.6	116735.77
TM6	116799.45	117077.85
TM7	116812.78	117091.53

$$LB(36451) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 117538.95 \\ 117023.27 \\ 117009.67 \\ 117155.21 \\ 116826.46 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(36452) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117515.2 \\ 117266.84 \\ 117275.44 \\ 117432.03 \\ 117104.86 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3652

TM	Urutan	
	36521	36524
TM1	6057.84	6197.76
TM2	115630.37	115638.98
TM3	116077.82	116357.37
TM4	116264.53	116550.88
TM5	116450.02	116749.94
TM6	116790.87	117094.25
TM7	116804.2	117109.29

$$LB(36521) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31661.48 \\ 140013.75 \\ 117548.13 \\ 117016.45 \\ 117008.43 \\ 117150.22 \\ 116819.24 \end{array} \right\} = 140013.75$$

$$LB(36524) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117531.2 \\ 117277.26 \\ 117289.61 \\ 117448.43 \\ 117122.62 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Tabel Hasil Perhitungan waktu dua *Job* yang Dimulai dengan *Job* 3654

TM	Urutan	
	36541	36542
TM1	6196.03	6197.76
TM2	115638.95	115638.98
TM3	116086.4	116341.37
TM4	116273.11	116540.46
TM5	116458.6	116735.77
TM6	116799.45	117077.85
TM7	116812.78	117091.53

$$LB(36541) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31635.14 \\ 139995.99 \\ 117538.95 \\ 117023.27 \\ 117009.67 \\ 117155.21 \\ 116826.46 \end{array} \right\} = 139995.99$$

$$LB(36542) = \max \left\{ \begin{array}{l} 31356.39 \\ 139717.27 \\ 117515.2 \\ 117266.84 \\ 117275.44 \\ 117432.03 \\ 117104.86 \end{array} \right\} = 139717.27$$

Dari 12 cabang di atas terdapat 6 cabang yang nilai *makespan* nya sama kecil yaitu LB(36245), LB(36254), LB(36425), LB(36452), LB(36524), LB(36542) dengan nilai 139717.27 detik, sehingga urutan yang terbentuk dengan *makespan* minimal adalah 3-6-2-4-5-1; 3-6-2-5-4-1; 3-6-4-2-5-1; 3-6-4-5-2-1; 3-6-5-2-4-1; 3-6-5-4-2-1.