

SKRIPSI

***PENJADWALAN JOB SHOP MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA
SHIFTING BOTTLENECK HEURISTIC***

(Studi Kasus di PT. Hari Mukti Teknik, Bantul, D.I. Yogyakarta)

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik (S.T.)



Disusun Oleh:

BOBI TRI TAMTOMO

16660017

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS SAIN DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2020

**PENJADWALAN JOB SHOP MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA
SHIFTING BOTTLENECK HEURISTIC
(Studi Kasus: PT. HARI MUKTI TEKNIK-YOGYAKARTA)**

Bobi Tri Tamtomo

16660017

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

ABSTRAK

Penjadwalan produksi didefinisikan sebagai pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan. PT. Hari Mukti Teknik merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dan rekayasa teknik. Perusahaan menerapkan sistem penjadwalan *FCFS (First Come First Service)* dengan sistem *make to order*. Untuk menghasilkan proses penjadwalan yang efektif, efisien dan feasible untuk proses produksi di perusahaan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai proses penjadwalan produksi dengan metode heuristik, meski hasil yang didapatkan tidak pasti optimal. Metode yang diusulkan adalah metode *Shifting Bottleneck Heuristic*, metode ini dapat menentukan mesin mana yang mengalami *bottleneck*, sehingga bisa didapati hasil penjadwalan dengan urutan produksi (*sequence*) yang baik dan dapat menghasilkan waktu proses produksi (*makespan*) yang lebih kecil. Berdasarkan evaluasi penjadwalan dengan parameter EI dan RE yang dilakukan bahwa metode usulan menghasilkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode aktual perusahaan. Berdasarkan metode aktual perusahaan didapati *makespan* sebesar 603 jam, sementara berdasarkan perhitungan dengan metode algoritma *Shifting Bottleneck Heuristic* menghasilkan *makespan* sebesar 468.71 jam. Sehingga, metode algoritma *Shifting Bottleneck Heuristic* dipilih sebagai metode terbaik dan dapat diterapkan di perusahaan untuk meminimasi *makespan*.

Kata Kunci: Penjadwalan, *FCFS*, *Shifting Bottleneck Heuristic*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bobi Tri Tamtomo

NIM : 16660017

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa skripsi saya yang berjudul:
**“PENJADWALAN *JOB SHOP* MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA
SHIFTING BOTTLENECK HEURISTIC (Studi Kasus: PT. HARI MUKTI TEKNIK,
BANTUL, D.I. YOGYAKARTA)”** adalah asli dari penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi
hasil karya orang lain, kecuali bagian tertentu yang saya ambil sebagai bahan acuan. Apabila
terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 2 Agustus 2020

Yang menyatakan,



Bobi Tri Tamtomo

NIM. 16660017

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Bobi Tri Tamtomo

NIM : 16660017

Judul Skripsi : Penjadwalan *Job Shop* Menggunakan Metode Algoritma *Shifting Bottleneck Heuristic* (Studi Kasus: PT. Hari Mukti Teknik, Bantul, D.I. Yogyakarta)

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 dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 3 Agustus 2020

Pembimbing,

Dwi Agustina Kurniawati, Ph.D

NIP. 19790906 200604 2 001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1972/Un.02/DST/PP.00.9/08/2020

Tugas Akhir dengan judul : Penjadwalan Job Shop Menggunakan Metode Algoritma Shifting Bottleneck Heuristic (Studi Kasus PT. Hari Mukti Teknik, Bantul, D.I Yogyakarta).

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : BOBI TRI TANTOMO
Nomor Induk Mahasiswa : 16660017
Telah diujikan pada : Selasa, 18 Agustus 2020
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dwi Agustina Kurniawati, S.T., M.Eng., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 5f45ee589ea1a



Penguji I

Dr. Cahyono Sigit Pramudyo, S.T., M.T.
SIGNED

Valid ID: 5f3ce0acb1abc



Penguji II

Trio Yonathan Teja Kusuma, S.T., M.T.
SIGNED

Valid ID: 5f45f1a1bbde



Yogyakarta, 18 Agustus 2020
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 5f45f432a4a52

Halaman Motto

“... Barangsiapa yang bertaqwa kepada Allah ﷻ nisyaya Dia akan mengadakan baginya jalan keluar (2). Dan memberinya rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka. Dan barangsiapa yang bertawaqal kepada Allah ﷻ niscaya Dia akan mencukupkan (keperluan)nya...”

(Surah At-Talaq; 2-3)

“Kejarlah urusan akhirat, maka urusan dunia akan mengejarmu”

(Dr. Khalid Bassalamah M.A.)

“Senantiasa menjaga iman, akan menjaga manusia dari segala keburukan, juga akan membangun integritas, yang bisa berguna bagi diri sendiri maupun orang banyak”

(Bobi Tri Tamtomo)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

“Hidup bukan tentang dirimu saja, pahami perspektif seseorang selain anda, maka anda tidak akan egois”

(Bobi Tri Tamtomo)

Halaman Persembahan

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:



Kedua orang tua saya,

Dua insan yang saya sangat sayangi dan selalu mendukung setiap keputusan penulis.



Kedua kakak saya,

Dua insan yang selalu menjadi motivasi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Kata Pengantar

Assalamu 'alaykum Warrahmatullah Wabbarakatuh.

Sesungguhnya segala puji bagi Allah ﷻ kita memuji-Nya dan kita memohon pertolongan hanya kepada-Nya juga memohon ampun hanya kepada-Nya, dengan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis diberikan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas akhir ini dengan segala kendala dan halangan yang dengan izin-Nya dapat dilewati dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada baginda agung Nabi Muhammad ﷺ dan keluarganya serta para sahabat yang semoga Allah ﷻ meridhainya.

Penyusunan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini melibatkan banyak pihak yang turut berpartisipasi demi terwujudnya penelitian ini. Maka pada kesempatan ini, penulis ucapkan *Jazaakumullahu khayran* kepada semua pihak yang ikut andil dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, diantaranya kepada:

1. Kepada kedua orang tua yang senantiasa mendukung segala kebutuhan penulis dan senantiasa mendoakan kelancaran proses perkuliahan penulis selama ini.
2. Ibu Dwi Agustina Kurniawati, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing mahasiswa bimbingannya, semoga Allah ﷻ membalas kebaikan beliau.
3. Kepada setiap dosen-dosen Teknik Industri yang telah memberikan ilmu dan pembelajaran selama penulis belajar di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Terutama kepada Bapak Dr. Cahyono Sigit Pramudyo, S.T., M.T. yang menjadi inspirasi dan panutan bagi penulis dan Ibu Tutik Fariyah S.T, M.T. yang integritas nya juga menjadi panutan bagi penulis.
4. Kepada kedua kakak, yang senantiasa memberikan dukungan terhadap proses perkuliahan dan proses penyelesaian penelitian ini, dan yang senantiasa memberikan pembelajaran hidup bagi penulis.

5. Kepada Bapak Amin Syukron S.T. selaku Wakil Direktur PT. Hari Mukti Teknik yang senantiasa membimbing penulis dari mulai Kerja Praktik hingga penelitian Tugas Akhir ini.
6. Bapak Supriyono selaku Kepala Produksi PT. Hari Mukti Teknik yang selalu memberikan informasi yang sangat berguna bagi penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Kepada semua operator/karyawan yang bertugas di PT. Hari Mukti Teknik yang selalu ramah dan baik, senantiasa bersedia memberikan waktunya untuk di wawancara dalam proses pengambilan data.
8. Kepada asatidzah di setiap kajian di daerah Pogung yang senantiasa memberikan ilmu yang bermanfaat dalam hal agama untuk memantapkan keimanan penulis.
9. Ustadz Khalid Basalamah dan Ustadz Muhammad Nuzul Dzikri yang senantiasa memberikan tausyiah nya yang menggetarkan hati penulis, untuk senantiasa taat terhadap hukum Islam dan menjaga hati dari pikiran buruk.
10. Kepada teman cerita yang keluarga saya sayangi, yang selalu menemani dalam setiap keadaan baik senang maupun terpuruk.
11. Kepada semua teman-teman Teknik Industri 2016 yang senantiasa memberi dukungan kepada penulis, mengisi kegiatan kosong, dan memberikan banyak pembelajaran hidup bagi penulis.
12. Kepada teman-teman Teknik Industri 2015 dan 2014 yang senantiasa memberi arahan dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan laporan penelitian ini, baik dari segi materi, cara penulisan maupun isi, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis.

Wassalamu'alaykum Warrahmatullah Wabbarakatuh.

Yogyakarta, 29 Juli 2020

Penyusun

Bobi Tri Tantomono

16660017



Daftar Isi

ABSTRAK	ii
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi	iii
Surat Persetujuan Skripsi	iv
Lembar Pengesahan	v
Halaman Motto.....	vi
Halaman Persembahan.....	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Lampiran.....	xvii
BAB I Pendahuluan.....	18
1.1. Latar Belakang.....	18
1.2. Rumusan Masalah	21
1.3. Tujuan Penelitian.....	21
1.4. Manfaat Penelitian.....	22
1.5. Batasan	22
1.6. Sistematika Penulisan.....	23
BAB II Landasan Teori.....	25
2.1. Posisi Penulis.....	25
2.2. Pengukuran Kerja	34
2.2.1. Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti	36
2.2.2. Pengukuran Waktu Siklus Rata-Rata.....	37
2.3. Penjadwalan.....	45
2.4. Penjadwalan Satu Mesin (Single Machin Scheduling)	51
2.4.1. Matematika Penjadwalan	51
2.4.2. Minimasi <i>Maximum Lateness</i> dengan <i>Ready Time Problem</i> ($1 r_j L_{max}$)	52
2.5. Penjadwalan Job Shop.....	52
2.6. Klasifikasi Penjadwalan	53
2.7. Teknik-Teknik Penyelesaian Masalah Job Shop.....	55

2.8. Algoritma Shifting Bottleneck Heuristic.....	56
BAB III Metodologi Penelitian.....	61
3.1. Objek Penelitian	61
3.2. Data Penelitian.....	61
3.3. Metode Pengumpulan Data	62
3.4. Metode Analisis Data	63
3.5. Kerangka Alur Penelitian	65
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	66
4.1. Gambaran Umum Perusahaan	66
4.1.1. Sejarah Perusahaan.....	66
4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan.....	66
4.1.3. Proses Bisnis Perusahaan	67
4.1.4. Tenaga Kerja	67
4.1.5. Struktur Organisasi Perusahaan	69
4.1.6. Proses Produksi	70
4.2. Pengumpulan Data.....	77
4.2.1. Objek Penelitian.....	77
4.2.2. Instrumen Penelitian.....	79
4.2.3. Penetapan Jumlah Pengamatan	80
4.2.4. Perhitungan Waktu Standar.....	84
4.2.5. Perhitungan Waktu Penyelesaian.....	88
4.3. Pengolahan Data.....	89
4.3.1. Penjadwalan dan Penentuan Makespan Metode Aktual Perusahaan	89
4.3.2. Penjadwalan Metode Algoritma Shifting Bottleneck Heuristik.....	90
4.3.3. Parameter Performansi Penjadwalan.....	101
4.4. Analisis dan Pembahasan	101
4.4.1. Analisis Penjadwalan Mesin Dengan Metode Aktual.....	102
4.4.2. Analisis Penjadwalan Mesin Dengan Metode Algoritma Shifting Bottleneck Heuristik.....	104
4.4.3. Analisis Parameter Performansi Penjadwalan	105
4.4.4. Pemilihan Metode Penjadwalan Terbaik	106
BAB V PENUTUP.....	109
5.1. Kesimpulan.....	109

5.2. Saran.....	110
DAFTAR PUSTAKA	112
LAMPIRAN.....	114



Daftar Tabel

Tabel 1 Perbedaan penelitian-penelitian terdahulu.....	29
Tabel 2 Tabel <i>Westinghouse Rating System</i>	39
Tabel 3 Jumlah pengamatan yang perlu dilakukan untuk 95% confidence level dan 5% degree of accuracy	42
Tabel 4. <i>Routing problem</i> $n = 2$ dan $m = 2$	54
Tabel 5. Tingkat pendidikan karyawan PT. Hari Mukti Teknik	68
Tabel 6. Jabatan Karyawan PT. Hari Mukti Teknik	68
Tabel 7. Jadwal Kerja PT. Hari Mukti Teknik	69
Tabel 8. Daftar konsumen PT. Hari Mukti Teknik Maret 2019	79
Tabel 9. Data produk dan jumlah produksi Maret 2019	80
Tabel 10. Data nama, jumlah dan kode stasiun kerja	80
Tabel 11. Data jumlah pengamatan yang dilakukan	83
Tabel 12. Waktu standar setiap job	86
Tabel 13. Data route machine kondisi aktual PT. Hari Mukti Teknik	87
Tabel 14. Pengurutan job kondisi aktual PT. Hari Mukti Teknik	87
Tabel 15. Waktu baku berdasarkan route machine aktual	88
Tabel 16. Waktu penyelesaian (T) setiap job	89
Tabel 17. $1 r_j L_{\max} M1$	92
Tabel 18. meminimalkan $L_{\max}$ pada $M1$	92
Tabel 19. $1 r_j L_{\max} M2$	92
Tabel 20. meminimalkan $L_{\max}$ pada $M2$	93
Tabel 21. $1 r_j L_{\max} M3$	93
Tabel 22. meminimalkan $L_{\max}$ pada $M3$	94
Tabel 23. $1 r_j L_{\max} M4$	94
Tabel 24. meminimalkan $L_{\max}$ pada $M4$	94
Tabel 25. $1 r_j L_{\max} M5$	95
Tabel 26. meminimalkan $L_{\max}$ pada $M5$	95
Tabel 27. $1 r_j L_{\max} M6$	96
Tabel 28. meminimalkan $L_{\max}$ pada $M6$	96
Tabel 29. $1 r_j L_{\max} M7$	97
Tabel 30. meminimalkan $L_{\max}$ pada $M7$	97
Tabel 31. $1 r_j L_{\max} M8$	97
Tabel 32. meminimalkan $L_{\max}$ pada $M7$	98

Tabel 33. 1 r_j L_{max} M9.....	98
Tabel 34. meminimalkan L_{max} pada M9.....	98
Tabel 35. 1 r_j L_{max} M10.....	99
Tabel 36. meminimalkan L_{max} pada M10.....	99
Tabel 37. Pengurutan job metode aktual PT. Hari Mukt Teknik	103
Tabel 38. Pengurutan job metode Shifting Bottleneck Heuristic	104
Tabel 39. Nilai EI dan RE	105
Tabel 40. Perbandingan makespan masing-masing metode	107
Tabel 41. Hasil perhitungan EI dan RE.....	110



Daftar Gambar

Gambar 1 Langkah penentuan waktu baku	45
Gambar 2 <i>Gantt Chart</i> sederhana.....	46
Gambar 3. Aliran kerja pada mesin <i>job shop</i>	53
Gambar 4. Penjadwalan <i>semi-active</i> untuk $n = 2$ dan $m = 2$	54
Gambar 5. <i>Flow chart</i> Metode Penelitian	65
Gambar 6. Sturktur Organisasi	70
Gambar 7. Alur proses Mesin Dryer	71
Gambar 8. Alur proses mesin washer extractor.....	73
Gambar 9. Alur proses mesin roll ironer	75
Gambar 10. Produk dengan pesanan tertinggi.....	78
Gambar 11. Grafik konjungtif jaringan CPM.....	91

Daftar Lampiran

Lampiran 1.....	114
Lampiran 2.....	117
Lampiran 3.....	119
Lampiran 4.....	121
Lampiran 5.....	123
Lampiran 6.....	130
Lampiran 7.....	131



BAB I

Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kemampuan produksi yang efektif dianggap signifikan di era modern ini, mengingat banyaknya perusahaan-perusahaan yang telah melakukan prinsip otomatisasi dalam proses produksinya agar hasil produksi yang diperoleh bisa dihasilkan lebih cepat, efisien dan efektif. Kegiatan produksi dalam lingkup industri adalah aktivitas pokok yang dilakukan oleh setiap perusahaan, jenis perusahaan yang melakukan produksi secara massal (*mass production*) tentu membutuhkan kegiatan produksi yang cepat sesuai pesanan konsumen, apalagi perusahaan itu menggunakan sistem MTS (*make to stock*), tentu akan melakukan proses produksi secara massal untuk mendapatkan produk sebanyak-banyaknya yang kemudian akan disimpan di gudang atau *showroom* untuk dipasarkan ataupun untuk dibeli konsumen langsung. Berbeda dengan perusahaan yang menggunakan sistem MTO (*make to order*), perusahaan menjalankan proses produksi berdasarkan jumlah pesanan yang masuk, jika tidak ada pesanan masuk maka proses produksi tidak berjalan. Biasanya perusahaan yang menggunakan sistem *make to stock* akan memproduksi barangnya lebih teliti dan maksimal guna memperoleh kualitas dan keuntungan yang maksimal dari hasil produk yang telah diproduksi, selain itu hal yang perlu diperhatikan adalah kesesuaian waktu dalam proses pengerjaan sesuai yang telah ditentukan targetnya berdasarkan kesepakatan dengan konsumen dan perusahaan. Berdasarkan hal tersebut guna mendapatkan hasil yang efektif, efisien dan maksimal, juga mendapatkan kepercayaan dari konsumen, maka perusahaan sebisa mungkin menyelesaikan waktu produksi sebelum target penyelesaian (*due date*). Maka, perlu dilakukan penjadwalan produksi yang optimal dalam proses produksi guna meminimasi keterlambatan atau bahkan menghilangkannya.

Kegiatan produksi yang dijalankan dengan efektif juga efisien merupakan hal yang signifikan dalam memperoleh hasil yang maksimal (Zhang, Manier dan Manier, 2011). Semakin banyak kuantitas produksi dan semakin rumit proses produksi yang ada dalam suatu perusahaan tentu menuntut perusahaan memiliki tingkat akurasi yang tepat dalam penjadwalan produksi. Hal tersebut dikarenakan dengan akurasi yang baik dalam penjadwalan, maka perusahaan dapat menyelesaikan proses produksi secara tepat waktu sesuai tenggat waktu, parameter yang bisa diambil dari akurasi yang baik dalam penjadwalan adalah pengurutan (*sequencing*) dalam proses produksi dan juga memiliki waktu penyelesaian (*makespan*) yang kecil.

PT. Hari Mukti Teknik merupakan industri yang bergerak di bidang manufaktur yang berlokasi di Dusun Padangan, Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Awalnya perusahaan ini merupakan tempat kerajinan besi yang memproduksi segala hal yang berkaitan dengan rekayasa teknik, seiring dengan perkembangan waktu Bapak Ashari beserta rekan-rekan memiliki ide untuk membuat mesin pengering pakaian, karena penjualan yang cukup laris maka kemudian di rintislah Perusahaan yang bernama KANABA atau Karya Anak Bantul yang kemudian berganti lagi menjadi Karya Anak Bangsa untuk lebih menghargai produk-produk yang dikembangkan oleh anak bangsa. PT. Hari Mukti Teknik merupakan industri yang berfokus pada produksi alat *Laundry* atau hal yang berkaitan dengan itu, seperti mesin pengering pakaian, pencuci pakaian, penyetrika pakaian dan lain-lain. Wilayah pemasaran PT. Hari Mukti Teknik telah mencapai seluruh Indonesia, dan memiliki pelayanan *after sales* yang baik sehingga saat mesin yang telah diproduksi oleh perusahaan ini mengalami masalah, akan langsung di kirim teknisi untuk memperbaiki nya. PT. Hari Mukti Teknik menerapkan sistem pelayanan berdasarkan pesanan saja atau *make to order* dikarenakan masih belum maraknya penggunaan produk dalam negeri yang ada di Indonesia. Dalam proses produksinya, di PT. Hari Mukti Teknik telah dibantu berbagai alat yang sudah terotomasi, namun mayoritas proses produksi dilakukan oleh operator secara konvensional,

maka terdapat banyak *idle* atau waktu menganggur yang dialami oleh beberapa operator saat mengerjakan suatu *job*. Padahal waktu *idle* ini dapat dimanfaatkan untuk melakukan pengerjaan lain atau *job* lain, sehingga waktu *idle* ini hanya menjadi waktu yang terbuang sia-sia sehingga memungkinkan akan adanya keterlambatan dalam proses produksi atau bahkan bisa melebihi jadwal tenggat yang telah ada (*due date*). Padahal keterlambatan dalam memenuhi tenggat jadwal atau *due date* ini dapat meningkatkan biaya produksi, dikarenakan produksi akan memakan waktu yang lebih lama, sehingga sulit untuk mencapai keuntungan yang maksimal. Tidak hanya meningkatnya biaya produksi, perusahaan dapat menghadapi masalah krisis kepercayaan oleh konsumen karena tidak dapat menyelesaikan suatu produksi sesuai dengan tenggat waktu atau *due date* yang telah disepakati. Maka dari itu, adanya penjadwalan dalam suatu proses produksi dirasa sangat signifikan adanya, karena dapat meminimalisir keterlambatan dan meningkatkan keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan.

Proses penjadwalan yang ada di PT. Hari Mukti Teknik merupakan penjadwalan *job shop* karena proses produksinya tidak berurutan, sehingga dalam proses penjadwalannya diperlukan waktu proses dalam pengoperasian setiap mesin. Maka dari itu perlu dilakukan pengukuran waktu (*time study*) yakni pengamatan guna menentukan waktu yang dibutuhkan oleh karyawan yang sudah mahir dalam menyelesaikan pekerjaannya pada kondisi dan tempo normal. Hasil pengukuran ini akan digunakan untuk menyusun penjadwalan *job shop* berdasarkan metode-metode yang ada dalam penjadwalan. Dari banyaknya metode penjadwalan yang ada, kami mengambil salah satu metode yang cukup dikenal dan dianggap sebagai metode yang paling mendekati optimal (Al-Harkan 1997). Metode tersebut adalah metode *shifting bottleneck heuristics*, metode ini tujuan utamanya adalah menentukan mesin mana yang mengalami *bottleneck* dalam proses produksi. *Bottleneck* sendiri secara bahasa adalah berarti bagian leher dari suatu botol, arti secara filosofis disini adalah bentuk dari bagian leher botol yang makin mengecil mengikuti bagian tutup botol,

dibandingkan dibagian isi yang lebih besar, sehingga *bottleneck* sendiri bisa diartikan sebagai penghambat dari dua variabel yang terkait. Sehingga dengan diketahuinya mesin yang dianggap *bottleneck* setelah itu akan diketahui cara untuk menentukan *sequence* atau urutan proses produksi yang terbaik dan tentunya akan didapati waktu proses produksi (*makespan*) yang paling singkat atau minimal.

Berdasarkan masalah yang ada di lapangan, penelitian ini akan terarah pada perbaikan urutan proses produksi (*sequence*) sehingga dapat meminimalisir waktu penyelesaian keseluruhan produk sehingga biaya produksi tidak tinggi. Metode yang digunakan yakni *Shifting Bottleneck Heuristic* akan dianalisis berdasarkan data yang diperoleh di lapangan kemudian dibandingkan dengan metode penjadwalan yang diterapkan oleh perusahaan, yang kemudian akan dilakukan *sequencing* atau pengurutan yang dapat menghasilkan waktu penyelesaian (*makespan*) yang paling minimum.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Perusahaan belum mengimplementasikan metode penjadwalan *job shop* yang spesifik pada pola aliran *job shop*.
2. Penentuan urutan proses produksi dengan metode apa yang dapat menghasilkan *makespan* paling kecil.
3. Performansi metode penjadwalan aktual perusahaan (FCFS) dengan metode usulan yakni metode *Shifting Bottleneck Heuristic*.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian dalam tugas akhir ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui hasil dari perbandingan penjadwalan metode aktual (FCFS) dengan metode algoritma *Shifting Bottleneck Heuristic*.

2. Mengetahui urutan pekerjaan atau *sequencing* penjadwalan mesin *job shop* yang terbaik dalam proses produksi yang kemudian didapatkan waktu produksi atau *makespan* yang terminimasi.
3. Menentukan metode penjadwalan yang paling baik dan dapat diterapkan di PT. Hari Mukti Teknik.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun hasil penelitian ini diharapkan akan dapat memberikan manfaat kepada perusahaan agar dapat mempermudah dalam penjadwalan produksi dengan memberikan *output* berupa metode penjadwalan produksi.

1.5. Batasan

Adapun batasan-batasan serta asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1. Batasan Masalah

Adapun batasan yang terdapat dalam penelitian di PT. Hari Mukti Teknik adalah sebagai berikut:

1. Data penelitian berlaku untuk penjadwalan produksi pada tanggal 1 Maret 2019 hingga 30 Maret 2019, karena berdasarkan data historis perusahaan pada tanggal tersebut terdapat produksi terbanyak yang dialami oleh perusahaan.
2. Produk yang diteliti ada 3 jenis mesin, diantaranya mesin *dryer 10kg*, *dryer 16kg*, *dryer 40kg*, *washer extractor* dan *roll ironer*.
3. Karena adanya pandemik Covid-19, maka penulis juga menggunakan data sekunder dari penelitian terdahulu.

1.5.2. Asumsi

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir di PT. Hari Mukti Teknik adalah sebagai berikut:

1. Tidak terdapat *breakdown* atau detil dari mesin produksi
2. Waktu transportasi diabaikan sehingga tidak mempengaruhi waktu produksi
3. Waktu set-up sudah termasuk dalam perhitungan waktu proses.

4. *Idle time* atau waktu menganggur sudah termasuk dalam perhitungan waktu.
5. Parameter mesin di sini adalah suatu stasiun kerja (*work station*).

1.6. Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan laporan yang terbagi dalam 5 bab, diantaranya adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan berisi latar belakang mengapa dilakukannya penelitian ini, rumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian tugas akhir ini, manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini, batasan-batasan dan asumsi-asumsi dalam penelitian ini juga sistematika penulisan penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan berisi landasan teori, berisi perihal penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki tema sejenis sebagai perbandingan juga pada bab ini berisi teori-teori yang berkaitan dengan penelitian ini dan dapat menunjang kelancaran penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan berisi metode penelitian dan instrumen yang digunakan dalam perbandingan hasil penjadwalan menggunakan metode *Shifting Bottleneck Heuristic* untuk menyelesaikan proses produksi *job-shop*. Menentukan objek penelitian, jenis data yang digunakan, metode pengumpulan data, metode analisa data, dan diagram alir penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan berisi hasil penelitian yang menggunakan metode algoritma *Shifting Bottleneck Heuristic* dengan

kriteria yang kami tentukan adalah meminimalisir waktu produksi (*makespan*) dengan *Gantt Chart*. Berisi pembahasan hasil perhitungan penjadwalan, perbandingan hasil berdasarkan metode yang terpilih sehingga menghasilkan pengurutan kerja (*sequence*) dari perhitungan yang terdapat *makespan* terendah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan berisi kesimpulan dari hasil perhitungan penjadwalan dari metode algoritma *Shifting Bottleneck Heuristic* berdasarkan hasil perhitungan dengan *makespan* yang paling minimum. Berisi juga saran terhadap perusahaan berdasarkan hasil pengamatan peneliti.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilaksanakan pada bab 4, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi penjadwalan khusus pola aliran *job shop*:
 - a. Sebelum dilakukan perhitungan dengan metode usulan yakni metode algoritma *Shifting Bottleneck Heuristic*, didapati waktu penyelesaian proses atau *makespan* pada kondisi aktual yang menggunakan metode FCFS adalah sebesar 603 jam.
 - b. Namun, setelah diimplementasikan metode penjadwalan dengan metode khusus yang membahas pola aliran *job shop*, yakni metode *Shifting Bottleneck Heuristic* menghasilkan *makespan* sebesar 468.71 jam. Dengan diterapkan metode yang khusus membahas pola aliran *job shop*, terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil *makespan* saja.
2. Urutan proses produksi dengan *makespan* terkecil:
 - a. Penerapan metode penjadwalan aktual perusahaan dengan metode FCFS dengan urutan *job*urut berdasarkan kedatangan pesanan yang diselesaikan menghasilkan *makespan* sebesar 603 jam, dengan urutan *job* dari setiap stasiun kerja sebagai berikut:
 - ❖ $M1 = \{j1, j2, j3, j4, j5, j6\}$
 - ❖ $M2 = \{j1, j2, j3, j4, j5, j6\}$
 - ❖ $M3 = \{j1, j3, j4, j5, j6\}$
 - ❖ $M4 = \{j1, j2, j3, j4, j5, j6\}$
 - ❖ $M5 = \{j2, j5, j6\}$
 - ❖ $M6 = \{j1, j2, j3, j4, j5, j6\}$
 - ❖ $M7 = \{j1, j3, j4\}$
 - ❖ $M8 = \{j1, j2, j3, j4, j5, j6\}$
 - ❖ $M9 = \{j2, j2'\}$
 - ❖ $M10 = \{j5, j6\}$

- b. Penerapan metode penjadwalan usulan dengan metode algoritma *Shifting Bottleneck Heuristic*, menghasilkan nilai *makespan* sebesar 468.71 jam dengan urutan *job* dari setiap stasiun kerja sebagai berikut:

- ❖ $M1 = \{j6, j5, j2, j4, j3, j1\}$
- ❖ $M2 = \{j2, j6, j5, j4, j3, j1\}$
- ❖ $M3 = \{j6, j5, j4, j3, j1\}$
- ❖ $M4 = \{j6, j5, j4, j3, j1, j2\}$
- ❖ $M5 = \{j6, j2, j5\}$
- ❖ $M6 = \{j6, j5, j2, j4, j3, j1\}$
- ❖ $M7 = \{j4, j3, j1\}$
- ❖ $M8 = \{j6, j5, j2, j4, j3, j1\}$
- ❖ $M9 = \{j2, j2'\}$
- ❖ $M10 = \{j6, j5\}$

3. Perbandingan performansi penjadwalan aktual dengan usulan:

Berdasarkan parameter performansi penjadwalan dengan *Efficiency Index* (EI) dan *Relative Error* (RE), didapati hasil sebagai berikut:

Tabel 41. Hasil perhitungan EI dan RE

Metode	EI	RE (%)
Aktual (FCFS) – <i>Shifting Bottleneck Heuristic</i>	1.287	–28.651%

Berdasarkan hasil tersebut, $EI > 1$ maka ini menunjukkan bahwa metode heuristik memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan dengan metode aktual. Kemudian berdasarkan hasil RE, didapati nilai negatif yang berarti bahwa penggunaan kedua metode akan memiliki perbedaan nilai *makespan* yang dihasilkan cukup besar.

5.2. Saran

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan sehingga ada saran untuk peneliti selanjutnya yaitu:

1. Menambahkan metode penjadwalan lain pada pola aliran *job shop*, seperti *active scheduling generation*, *non-delay scheduling generation* atau metode yang lainnya.
2. Menggunakan metode *Branch & Bound* pada pengurutan satu mesin untuk menentukan L_{max} , sehingga hasil yang didapati akan lebih baik karena perhitungan yang lebih kompleks.
3. Pembuatan sistem perangkat lunak (*software*) yang mampu mendukung keputusan dalam proses penjadwalan produksi agar lebih memudahkan penyelesaian dan hasil yang diperoleh memiliki ketepatan dan keakuratan yang tinggi.



DAFTAR PUSTAKA

- Adams, Joseph, Egon Balas, and Daniel Zawack. 1988. "Shifting Bottleneck Procedure for Job Shop Scheduling." *Management Science*.
- Al-Harkan, Ibrahim M. 1997. "Algorithms for Sequencing and Scheduling." *On merging sequencing and scheduling theory with genetic algorithms to solve stochastic job shops*: 438.
- Baker, Kenneth R., and Dan Trietsch. 2009. Principles of Sequencing and Scheduling *Principles of Sequencing and Scheduling*.
- Braune, R., and G. Zäpfel. 2016. "Shifting Bottleneck Scheduling for Total Weighted Tardiness Minimization - A Computational Evaluation of Subproblem and Re-Optimization Heuristics." *Computers and Operations Research* 66: 130–40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2015.07.012>.
- Cheng, Hsueh Chien, Tsung Che Chiang, and Li Chen Fu. 2009. "Multiobjective Job Shop Scheduling Using Memetic Algorithm and Shifting Bottleneck Procedure." *2009 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Scheduling, CI-Sched 2009 - Proceedings*: 15–21.
- Ginting, Rosnani. 2009. *Penjadwalan Mesin*. First Edit. ed. Rosnani Ginting. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ivens, Philip, and Marc Lambrecht. 1996. "Extending the Shifting Bottleneck Procedure to Real-Life Applications." *European Journal of Operational Research* 90(2): 252–68.
- Kassu, Jilcha, and Berhan Eshetie. 2015. "Job Shop Scheduling Problem for Machine Shop with Shifting Heuristic Bottleneck." *Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal Publisher: Global Journals Inc.*
- M. Arul Zaini. 2019. "Job Shop Scheduling Menggunakan Metode Algoritman Active Schedule Generation, Non-Delay Schedule Generation Dan Heuristic Schedule Generation." Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Masrikan. 2019. 53 Cambridge university Press "Penjadwalan Produksi Flow

Shop Berdasarkan Algoritma Palmer-NEH, Gupta-NEH dan Dannenbring-NEH untuk Meminimalkan Biaya Energi (Studi Kasus: PT. TARU MARTANI-YOGYAKARTA).” Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.

Mönch, Lars, and René Drießel. 2005. “A Distributed Shifting Bottleneck Heuristic for Complex Job Shops.” *Computers and Industrial Engineering* 49(3): 363–80.

Setiono. 1996. “Penerapan Metoda Shifting Bottleneck Untuk Penjadwalan Job Shop.” Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Sinambela, Yusnia. 2017. “Penjadwalan Produksi Job Shop Dengan Menggunakan Metode Shifting Bottleneck Heuristic (SHB).” 1(1).

Sule, Dileep R. 2007. *Production Planning and Industrial Scheduling* *Production Planning and Industrial Scheduling*.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2008. *Ergonomi: Studi Gerak Dan Waktu*. First Edit. ed. I Ketut Gunarta. Surabaya: Prima Printing.

Zhang, Q., H. Manier, and M. A. Manier. 2011. 44 IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline) *A Disjunctive Graph and Shifting Bottleneck Heuristics for Multi Hoists Scheduling Problem*. IFAC.
<http://dx.doi.org/10.3182/20110828-6-IT-1002.03153>.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

LAMPIRAN

Lampiran 1

DOKUMENTASI PENELITIAN



Stasiun Kerja Pemotongan



Stasiun Kerja Penekukan



Stasiun Kerja Pengerolan



Stasiun Kerja Pembubutan



Stasiun Kerja Pengeboran



Stasiun Kerja Kelistrikan



Stasiun Assembly Dryer



Stasiun Assembly Washer Extractor



Stasiun Assembly Roll Ironer

Lampiran 2

Dryer 10kg

Workstation/Mesin	Waktu Proses (Menit)					
	t1	t2	t3	t4	t5	t6
1	53	56	60	59	55	
2	175	179	188	191	184	
3	123	120	126	125	126	
4	38	35	38	39	35	
5						
6	238	245	245	243	234	
7	771	778	779	833	839	
8	230	234	234	228	234	

Washer Extractor 20kg

Workstation/Mesin	Waktu Proses (Menit)					
	t1	t2	t3	t4	t5	t6
1	514.2	555.4	535.4	521.5	515.6	
2	270.4	277.2	300.8	288.2	265	
3						
4	15	16	17.2	17.5	16.6	
5	465	487	476.2	442.5	455	
6	1080	1120	1123	1055	1118	
9	2340	2390.5	2414	2289.4	2312	
8	360	369.5	378	354.4	357	

Roll Ironer 317

Workstation/Mesin	Waktu Proses (Menit)					
	t1	t2	t3	t4	t5	t6
1	1409.8	1420	1504.5	1398.6	1483	
2	557	560	498	529	546	
3	245.5	266	254	264	239	
4	2967	3000.6	3200	3077.8	2988	
5	509	534	533.5	575.6	555	
6	1403	1466	1398	1520	1546	
7	11225.5	12100	10993.6	11209	11897	
8	345	349.5	355	340.4	337	

Roll Ironer 150

Workstation/Mesin	Waktu Proses (Menit)					
	t1	t2	t3	t4	t5	t6
1	704.9	710	752.2	699.3	741.5	
2	278.5	280	249	264.5	273	
3	122.75	133	127	132	119.5	
4	1483.5	1500.3	1600	1538.9	1494	
5	254.5	267	266.75	287.8	277.5	
6	701.5	733	699	760	773	
7	5612.75	6050	5496.8	5604.5	5948.5	
8	345	349.5	355	340.4	337	

Dryer 16kg

Workstation/Mesin	Waktu Proses (Menit)					
	t1	t2	t3	t4	t5	t6
1	63.6	67.2	72	70.8	66	
2	210	214.8	225.6	229.2	220.8	
3	147.6	144	151.2	150	151.2	
4	45.6	42	45.6	46.8	42	
5						
6	285.6	294	294	291.6	280.8	
7	925.2	933.6	934.8	999.6	1006.8	
8	230	234	234	228	234	

Dryer 40kg

Workstation/Mesin	Waktu Proses (Menit)					
	t1	t2	t3	t4	t5	t6
1	79.5	84	90	88.5	82.5	
2	262.5	268.5	282	286.5	276	
3	184.5	180	189	187.5	189	
4	57	52.5	57	58.5	52.5	
5						
6	357	367.5	367.5	364.5	351	
7	1156.5	1167	1168.5	1249.5	1258.5	
8	230	234	234	228	234	

Lampiran 3

PERHITUNGAN RATING FACTOR

Job	Operasi	Mesin	Rating factor								Total	RF	Waktu Terpilih (WT)	Waktu Normal (WN)	Waktu Baku
			Skill	Effort	Condition	Consistency	Skill	Effort	Condition	Consistency					
Dryer 10kg	1	1	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	56.60	57.166	64.231
	2	3	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	124.00	125.24	145.628
	3	4	D	C2	D	C	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	1.03	37.00	38.11	45.916
	4	2	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	183.40	185.234	206.274
	5	6	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	241.00	243.41	270.456
	6	7	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	800.00	808	950.588
	7	8	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	232.00	234.32	275.671
Washer Extractor 20kg	1	2	C	C2	D	C	0.01	0.02	0.00	0.01	0.04	1.04	280.32	291.5328	326.517
	2	1	C1	C	C2	C	0.06	0.01	0.02	0.01	0.10	1.10	528.42	581.262	642.447
	3	5	C	C	C	C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	1.04	465.14	483.7456	540.354
	4	9	C2	C	C	C	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05	1.05	1174.60	1233.33	1370.367
	5	6	C	C	C	C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	1.04	1099.20	1143.168	1276.943
	6	4	C	C1	C	C	0.01	0.06	0.01	0.01	0.09	1.09	16.46	17.9414	20.366
	7	9	C2	C	C	C	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05	1.05	1174.60	1233.33	1388.736
	8	8	C	C	C	C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	1.04	363.78	378.3312	423.731
Dryer 16kg	1	1	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	67.92	68.5992	77.078
	2	3	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	148.80	150.288	174.753
	3	4	D	C2	D	C	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	1.03	44.40	45.732	55.099
	4	2	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	220.08	222.2808	247.502
	5	6	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	289.20	292.092	324.547
	6	7	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	960.00	969.6	1140.706
	7	8	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	232.00	234.32	275.671
Dryer 40kg	1	1	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	84.90	85.749	96.347
	2	3	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	186.00	187.86	218.442

	3	4	D	C2	D	C	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	1.03	55.50	57.165	68.873
	4	2	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	275.10	277.851	309.378
	5	6	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	361.50	365.115	405.683
	6	7	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	1200.00	1212	1425.882
	7	8	D	D	D	C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.01	232.00	234.32	275.671
Roll Iron 317 Steam	1	1	C1	C	C2	C	0.06	0.01	0.02	0.01	0.10	1.10	1443.20	1587.52	1778.022
	2	2	C	C2	D	C	0.01	0.02	0.00	0.01	0.04	1.04	538.00	559.52	618.417
	3	3	C	C1	C	C	0.01	0.06	0.01	0.01	0.09	1.09	253.70	276.533	308.893
	4	4	D	C2	D	C	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	1.03	3046.70	3138.101	3486.779
	5	6	C	C	C	C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	1.04	1466.60	1525.264	1703.752
	6	5	C	C	C	C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	1.04	541.42	563.0768	639.168
	7	8	C	C	C	C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	1.04	345.38	359.1952	415.598
	8	10	C1	C1	C	C2	0.06	0.06	0.01	0.02	0.15	1.15	11485.00	13207.75	15626.070
Roll Iron 150 LPG	1	1	C1	C	C2	C	0.06	0.01	0.02	0.01	0.10	1.10	721.58	793.738	888.987
	2	2	C	C2	D	C	0.01	0.02	0.00	0.01	0.04	1.04	269.00	279.76	309.208
	3	3	C	C1	C	C	0.01	0.06	0.01	0.01	0.09	1.09	126.85	138.2665	154.447
	4	4	D	C2	D	C	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	1.03	1523.30	1568.999	1743.332
	5	6	C	C	C	C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	1.04	733.30	762.632	851.876
	6	5	C	C	C	C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	1.04	270.71	281.5384	319.584
	7	8	C	C	C	C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	1.04	345.38	359.1952	415.598
	8	10	C1	C1	C	C2	0.06	0.06	0.01	0.02	0.15	1.15	5742.50	6603.875	7813.035

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Lampiran 4

PERHITUNGAN ALLOWANCE

Job	Operasi	Mesin	Allowance			Total	Jam Kerja	Person
			Personal Allowance	Fatigue Allowance	Delay Allowance			
Dryer 10kg	1	1	15	20	11.2	46.2	420	11
	2	3	12	20	26.8	58.8	420	14
	3	4	15	20	36.4	71.4	420	17
	4	2	12	20	10.8	42.8	420	10.2
	5	6	15	20	7	42	420	10
	6	7	5	25	33	63	420	15
	7	8	5	20	38	63	420	15
Washer Extractor 20kg	1	2	10	20	15	45	420	10.7
	2	1	10	20	10	40	420	9.5
	3	5	12	20	12	44	420	10.5
	4	9	12	20	10	42	420	10.0
	5	6	12	20	12	44	420	10.5
	6	4	10	25	15	50	420	11.9
	7	9	12	20	15	47	420	11.2
	8	8	10	20	15	45	420	10.7
Dryer 16kg	1	1	15	20	11.2	46.2	420	11.0
	2	3	12	20	26.8	58.8	420	14.0
	3	4	15	20	36.4	71.4	420	17.0
	4	2	12	20	10.8	42.8	420	10.2
	5	6	15	20	7	42	420	10.0
	6	7	5	25	33	63	420	15.0
	7	8	5	20	38	63	420	15.0
Dryer 40kg	1	1	15	20	11.2	46.2	420	11.0
	2	3	12	20	26.8	58.8	420	14.0
	3	4	15	20	36.4	71.4	420	17.0
	4	2	12	20	10.8	42.8	420	10.2
	5	6	15	20	7	42	420	10.0
	6	7	5	25	33	63	420	15.0
	7	8	5	20	38	63	420	15.0
Roll Iron 317 Steam	1	1	10	20	15	45	420	10.7
	2	2	10	20	10	40	420	9.5
	3	3	12	20	12	44	420	10.5
	4	4	12	20	10	42	420	10.0
	5	6	12	20	12	44	420	10.5
	6	5	10	25	15	50	420	11.9
	7	8	12	25	20	57	420	13.6
	8	10	5	30	30	65	420	15.5

Roll Iron 150 LPG	1	1	10	20	15	45	420	10.7
	2	2	10	20	10	40	420	9.5
	3	3	12	20	12	44	420	10.5
	4	4	12	20	10	42	420	10.0
	5	6	12	20	12	44	420	10.5
	6	5	10	25	15	50	420	11.9
	7	8	12	25	20	57	420	13.6
	8	10	5	30	30	65	420	15.5

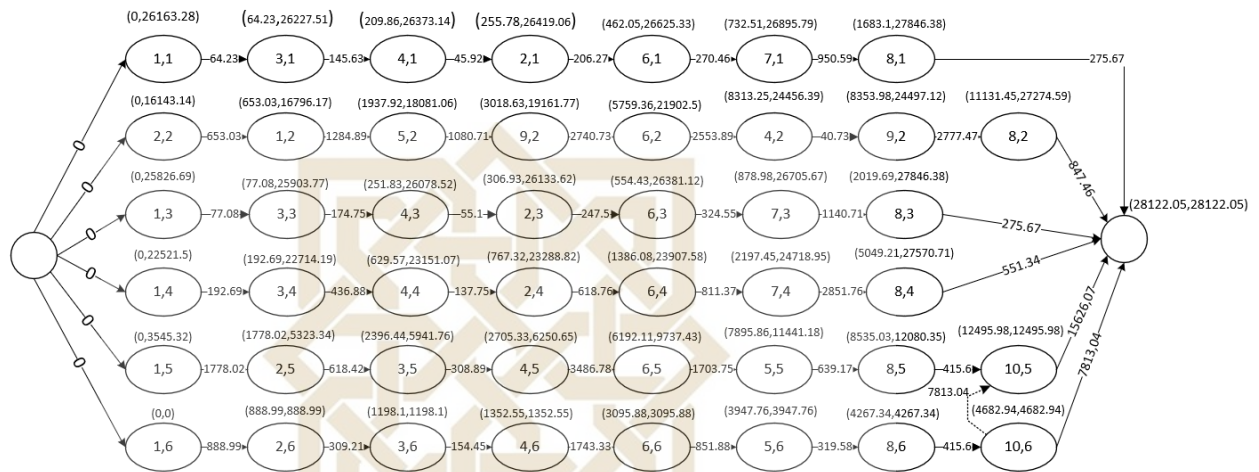


Lampiran 5

ITERASI LANJUTAN METODE SHIFTING BOTTLENECK HEURISTIC

Iterasi 2

Perbarui $M_O = \{M_{10}\}$ kemudian perbarui juga grafik konjungtif dengan disjungtif,



Stasiun Kerja 1 (M1)

Permasalahan 1 | rj | Lmax

Job	1	2	3	4	5	6
Operasi	1 1	1 2	1 3	1 4	1 5	1 6
p	64.23	1284.89	77.08	192.69	1778.02	888.99
r	0	653.03	0	0	0	0
d	26227.51	18081.06	25903.77	22714.19	5323.34	888.99

Untuk meminimasi L_{max} pada permasalahan diatas, harus diurutkan dengan metode *disptaching rules*, karena terdapat 3 cara dalam penentuan permasalahan 1 | rj | Lmax, yakni salah satunya dengan metode EDD (*Earliest Due Date*).

Job (j)	pj	rj	Sj	Cj	dj	Lj
6	888.99		0	888.99	888.99	0
5	1778.02	0	888.99	2667.01	5323.34	-2656.33
2	1284.89	653.03	2667.01	3951.9	18081.06	-14129.16
4	192.69	0	3951.9	4144.59	22714.19	-18569.6
3	77.08	0	4144.59	4221.67	25903.77	-21682.1

1	64.23	0	4221.67	4285.9	26227.51	-21941.61
---	-------	---	---------	--------	----------	-----------

Maksimum keterlambatan atau $L_{\max}$ pada M1 adalah sama dengan -874.174, karena bernilai negatif maka $L_{\max}$ adalah 0.

Stasiun Kerja 2 (M2)

Permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$

Job	1	2	3	4	5	6
Operasi	21	22	23	24	25	26
p	206.27	653.03	247.5	618.76	618.42	309.21
r	255.78	0	306.93	767.32	1778.02	888.99
d	26625.33	16796.17	26381.12	23907.58	5941.76	1198.1

Untuk meminimasi $L_{\max}$ pada permasalahan diatas, harus diurutkan dengan metode *disptaching rules*, karena terdapat 3 cara dalam penentuan permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$, yakni salah satunya dengan metode EDD (*Earliest Due Date*).

Job (j)	p_j	r_j	S_j	C_j	d_j	L_j
2	653.03	0	0	653.03	13250.82	-12597.79
6	309.21	888.99	888.99	1198.2	1198.1	0.1
5	618.76	1778.02	1778.02	2396.78	5941.76	-3544.98
4	618.76	767.32	2705.99	3324.75	19743.47	-16418.72
3	247.5	306.93	3324.75	3572.25	22835.77	-19263.52
1	206.27	255.78	3572.25	3778.52	26625.33	-22846.81

Maksimum keterlambatan atau $L_{\max}$ pada M2 adalah sama dengan -303.957, karena bernilai negatif maka $L_{\max}$ adalah 0.

Stasiun Kerja 3 (M3)

Permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$

Job	1	3	4	5	6
Operasi	3 1	3 3	3 4	3 5	3 6
p	145.63	174.75	436.88	308.89	154.45
r	64.23	77.08	192.69	2396.44	1198.1
d	26373.140	26078.520	23151.070	6250.65	1352.550

Untuk meminimasi $L_{\max}$ pada permasalahan diatas, harus diurutkan dengan metode *disptaching rules*, karena terdapat 3 cara dalam penentuan permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$, yakni salah satunya dengan metode EDD (*Earliest Due Date*).

Job (j)	p_j	r_j	S_j	C_j	d_j	L_j
6	154.45	1198.1	1198.1	1352.55	1352.550	0
5	308.89	2396.44	2396.44	2705.33	6250.65	-3545.32
4	436.88	192.69	2859.78	3296.66	23151.070	-19854.41
3	174.75	77.08	3296.66	3471.41	26078.520	-22607.11
1	145.63	64.23	3471.41	3617.04	26373.140	-22756.1

Maksimum keterlambatan atau $L_{\max}$ pada M3 adalah sama dengan -151.876, karena bernilai negatif maka $L_{\max}$ adalah 0.

Stasiun Kerja 4 (M4)

Permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$

Job	1	2	3	4	5	6
Operasi	4 1	4 2	4 3	4 4	4 5	4 6
p	45.92	40.73	55.1	137.75	3486.78	1743.33
r	209.86	8313.25	251.83	629.57	2705.33	1352.55
d	26419.06	24497.120	26133.62	23288.82	9737.43	3095.88

Untuk meminimasi $L_{\max}$ pada permasalahan diatas, harus diurutkan dengan metode *disptaching rules*, karena terdapat 3 cara dalam penentuan permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$, yakni salah satunya dengan metode EDD (*Earliest Due Date*).

Job (j)	p_j	r_j	S_j	C_j	d_j	L_j
6	1743.33	1352.55	1352.55	3095.88	3095.88	0
5	3486.78	2705.33	3095.88	6582.66	9737.43	-3154.77
4	137.75	629.57	7935.44	8073.19	23288.82	-15215.63
3	55.1	251.83	8073.19	8128.29	26133.62	-18005.33
1	45.92	209.86	8128.29	8174.21	26419.06	-18244.85
2	40.73	8313.25	8313.25	8353.98	24497.120	-16143.14

Maksimum keterlambatan atau $L_{\max}$ pada M4 adalah sama dengan 0.

Stasiun Kerja 5 (M5)

Permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$

Job	2	5	6
Operasi	5 2	5 5	5 6
p	1080.71	639.17	319.58
r	1937.92	7895.86	3947.76
d	19161.77	12080.35	4267.34

Untuk meminimasi $L_{\max}$ pada permasalahan diatas, harus diurutkan dengan metode *disptaching rules*, karena terdapat 3 cara dalam penentuan permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$, yakni salah satunya dengan metode EDD (*Earliest Due Date*).

Job (j)	p _j	r _j	S _j	C _j	d _j	L _j
6	319.58	3947.76	3947.76	4267.34	4267.34	0
2	1080.71	1937.92	4267.34	5348.05	19161.77	-13813.72
5	639.17	7895.86	7895.86	8535.03	12080.35	-3545.32

Maksimum keterlambatan atau $L_{\max}$ pada M5 adalah sama dengan 0

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Stasiun Kerja 6 (M6)

Permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$

Job	1	2	3	4	5	6
Operasi	6 1	6 2	6 3	6 4	6 5	6 6
p	270.46	2553.89	324.55	811.37	1703.75	851.88
r	462.05	5759.36	554.43	1386.08	6192.11	3095.88
d	26895.79	24456.39	26705.67	24718.95	11441.18	3947.76

Untuk meminimasi $L_{\max}$ pada permasalahan diatas, harus diurutkan dengan metode *disptaching rules*, karena terdapat 3 cara dalam penentuan permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$, yakni salah satunya dengan metode EDD (*Earliest Due Date*).

Job (j)	p _j	r _j	S _j	C _j	d _j	L _j
6	851.88	3095.88	3095.88	3947.76	3947.76	0
5	1703.75	6192.11	6192.11	7895.86	11441.18	-3545.32
2	2553.89	5759.36	7895.86	10449.75	24456.39	-14006.64
4	811.37	1386.08	10449.75	11261.12	24718.95	-13457.83
3	324.55	554.43	11261.12	11585.67	26705.67	-15120
1	270.46	462.05	11585.67	11856.13	26895.79	-15039.66

Maksimum keterlambatan atau $L_{\max}$ pada M3 adalah sama dengan -837.682, karena bernilai negatif maka $L_{\max}$ adalah 0.

Stasiun Kerja 7 (M7)

Permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$

Job	1	3	4
Operasi	7 1	7 3	7 4
p	950.59	1140.71	2851.76
r	732.51	878.98	2197.45
d	27846.38	27846.38	27570.71

Untuk meminimasi $L_{\max}$ pada permasalahan diatas, harus diurutkan dengan metode *disptaching rules*, karena terdapat 3 cara

dalam penentuan permasalahan 1 | r_j | L_{max} , yakni salah satunya dengan metode EDD (*Earliest Due Date*).

Job (j)	p_j	r_j	S_j	C_j	d_j	L_j
4	2851.76	2197.45	2197.45	5049.21	27570.71	-22521.5
3	1140.71	878.98	5049.21	6189.92	27846.38	-21656.46
1	950.59	732.51	6189.92	7140.51	27846.38	-20705.87

Maksimum keterlambatan atau L_{max} pada M7 adalah sama dengan -21640.6, bisa dikatakan tidak terjadi keterlambatan karena nilai L_{max} bernilai negatif.

Stasiun Kerja 8 (M8)

Permasalahan 1 | r_j | L_{max}

Job	1	2	3	4	5	6
Operasi	8 1	8 2	8 3	8 4	8 5	8 6
p	275.67	847.46	275.67	551.34	415.6	415.6
r	1683.1	11131.45	2019.69	5049.21	8535.03	4267.34
d	28122.05	28122.05	28122.05	28122.05	12495.98	4682.94

Untuk meminimasi L_{max} pada permasalahan diatas, harus diurutkan dengan metode *disptaching rules*, karena terdapat 3 cara dalam penentuan permasalahan 1 | r_j | L_{max} , yakni salah satunya dengan metode EDD (*Earliest Due Date*).

Job (j)	p_j	r_j	S_j	C_j	d_j	L_j
6	415.6	4267.34	4267.34	4682.94	4682.94	0
5	415.6	8535.03	8535.03	8950.63	12495.98	-3545.35
2	847.46	11131.45	11131.45	11978.91	28122.05	-16143.14
4	551.34	5049.21	11978.91	12530.25	28122.05	-15591.8
3	275.67	2019.69	12530.25	12805.92	28122.05	-15316.13
1	275.67	1683.1	12805.92	13081.59	28122.05	-15040.46

Maksimum keterlambatan atau L_{max} pada M8 adalah sama dengan 0.

Stasiun Kerja 9 (M9)

Permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$

Job	2	2'
Operasi	9 2	9 2
p	2740.73	2777.47
r	3018.63	8353.98
d	21902.5	27274.59

Untuk meminimasi $L_{\max}$ pada permasalahan diatas, harus diurutkan dengan metode *disptaching rules*, karena terdapat 3 cara dalam penentuan permasalahan 1 | r_j | $L_{\max}$, yakni salah satunya dengan metode EDD (*Earliest Due Date*).

Job (j)	p_j	r_j	S_j	C_j	d_j	L_j
2	2740.73	3018.63	3018.63	5759.36	18357.15	-12597.79
2'	2777.47	8353.98	8353.98	11131.45	23729.24	-12597.79

Maksimum keterlambatan atau $L_{\max}$ pada M9 adalah sama dengan -12597.79, maka $L_{\max}$ bernilai 0.

Didapati urutan produksi atau *sequence* seperti dituliskan sebagai berikut:

$$M1 = \{j6, j5, j2, j4, j3, j1\}$$

$$M2 = \{j2, j6, j5, j4, j3, j1\}$$

$$M3 = \{j6, j5, j4, j3, j1\}$$

$$M4 = \{j6, j5, j4, j3, j1, j2\}$$

$$M5 = \{j6, j2, j5\}$$

$$M6 = \{j6, j5, j2, j4, j3, j1\}$$

$$M7 = \{j4, j3, j1\}$$

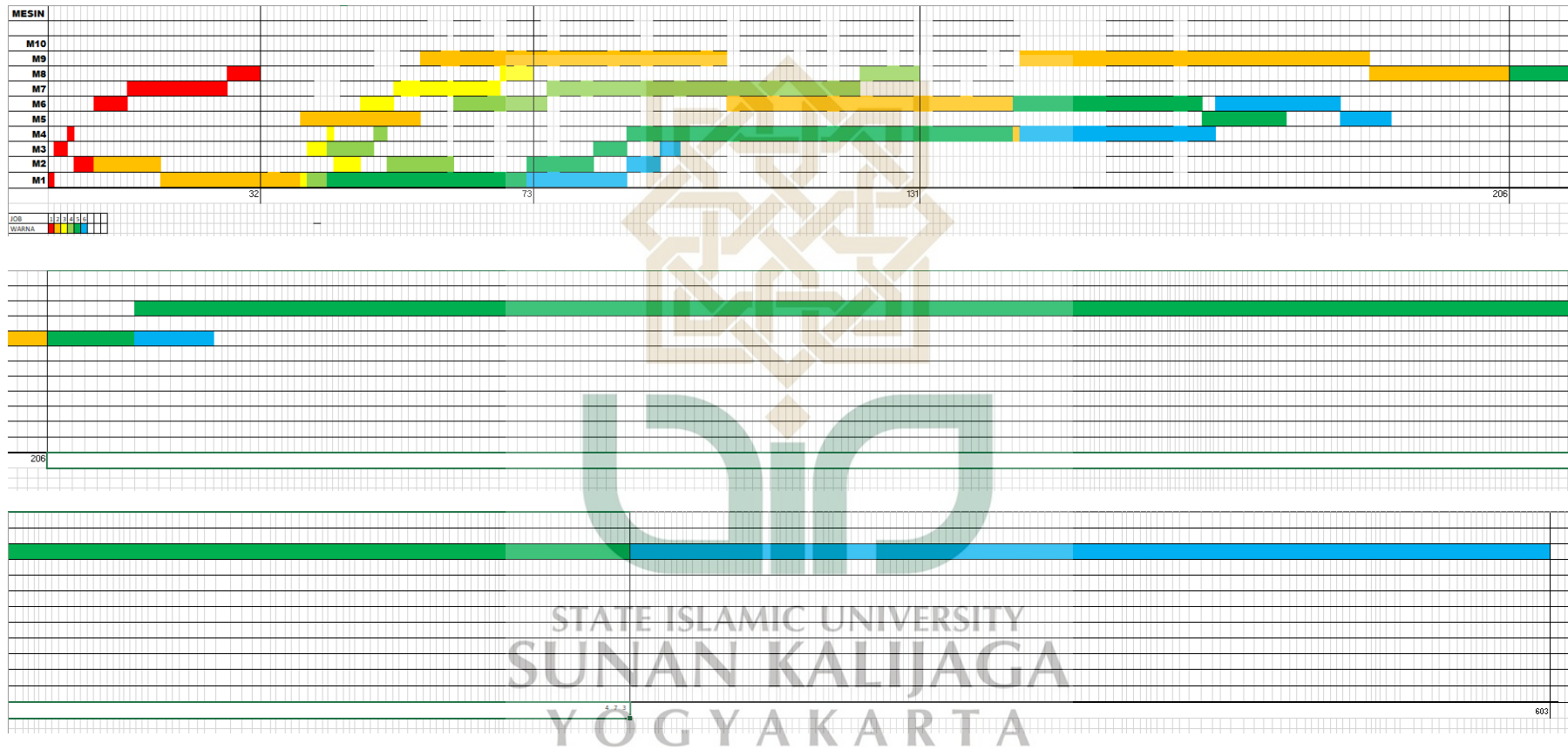
$$M8 = \{j6, j5, j2, j4, j3, j1\}$$

$$M9 = \{j2, j2'\}$$

$$M10 = \{j6, j5\}$$

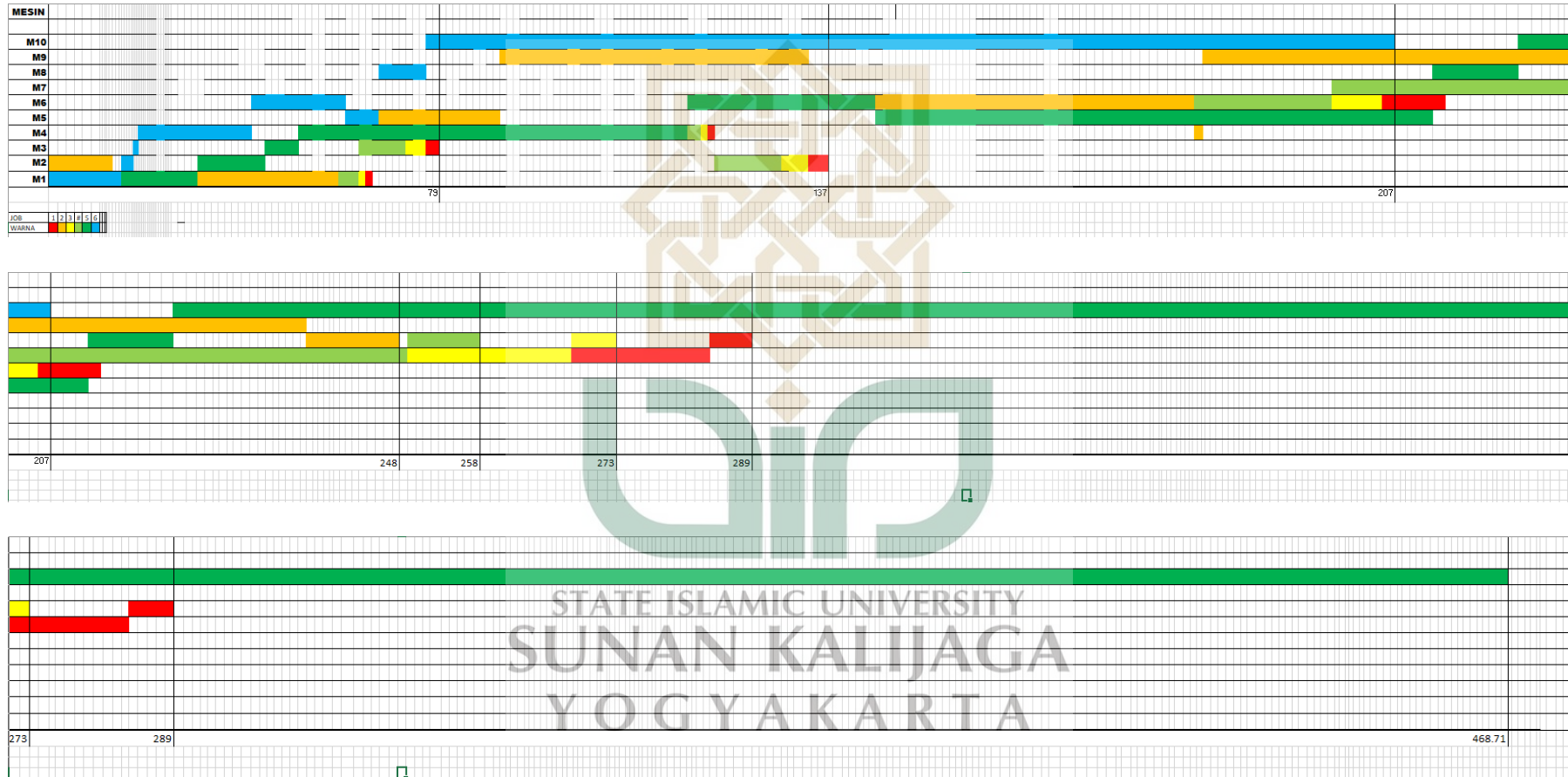
Lampiran 6

Gantt Chart Metode Aktual (jam)



Lampiran 7

Gantt Chart Metode Usulan *Shifting Bottleneck Heuristic*



CURRICULUM VITAE



Bobi Tri Tamtomo

Bachelor's Degree of Engineer (Industry)

Islamic State University of Sunan Kalijaga

Yogyakarta, DIY

bobi.tamtomo@gmail.com

PERSONAL INFORMATION

Date of Birthday : May 1st 1997
Place of Birthday : Jakarta
Religion : Islam
Age : 23 years old
Sex : Male
Address : Jl. Wonosari km 8.5 Perum Cepoko Indah Jl.bis blok i-17
Post Code : 55792
Status : Single
Nationality : Indonesia
Hobby : Sports, Everything about football, Watching the Movie,
Games
GPA : 3.54

SKILL

Language :

Indonesia :

Speaking : Excellent

Writting : Excellent

Reading : Excellent

English :

Speaking : Good

Writting : Excellent

Reading : Excellent

Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)

: Intermediate

Soft Skills :

Leadhershhip : Advanced

Communication : Adjust

EDUCATION

2016 – 2020

University

Islamic State University Sunan Kalijaga, Yogyakarta – Indonesia.

Major : Science & Technology – Industrial Engineering, GPA **3.52**

2012 – 2015

Senior High School

Yogyakarta State 5 Senior High School, Yogyakarta – Indonesia.

2009 – 2012

Junior High School

Kalasan State 1 Junior High School, Yogyakarta – Indonesia.

ORGANIZATION EXPERIENCE

Specification	Institution	Position	Place	Period
Mache Futsal Championship #1	Yogyakarta State 5 High School	Show Coordinator	Yogyakarta	2015
Try Out Puspanegara 2015	Yogyakarta State 5 High School	Member of Publishing	Yogyakarta	2015
Mache Anniversary #65	Yogyakarta State 5 High School	Property Coordinator	Yogyakarta	2014

ACHIEVEMENT

4th Place Pocari Sweat Futsal Championship 2013
3rd Place UGM Econolimpics Futsal Cup 2013
Big Eight Putih Abu-Abu Futsal Championship 2012

Achievement of University Student Graduation

I declare the details stated to be true and complete

Sincerely
yours,

Bobi Tri Tamtomo

