

**PENJADWALAN TENAGA KERJA TIGA SHIFT BERKENDALA  
LIBUR HARI MINGGU DAN SATU HARI SETELAH SHIFT TIGA**

**SKRIPSI  
KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**ERIKA FIRDAUZY AMINIA**

**NIM. 0910670017 – 67**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2013**



**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PENJADWALAN TENAGA KERJA TIGA SHIFT BERKENDALA  
LIBUR HARI MINGGU DAN SATU HARI SETELAH SHIFT TIGA**

**SKRIPSI  
KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**ERIKA FIRDAUZY AMINIA**  
**NIM. 0910670016 – 67**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Arif Rahman, ST., MT.**  
**NIP. 197405282008011010**

**Ceria Farela M.T, ST., MT.**  
**NIP. 198404262008122002**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENJADWALAN TENAGA KERJA TIGA SHIFT BERKENDALA  
LIBUR HARI MINGGU DAN SATU HARI SETELAH SHIFT TIGA**

**SKRIPSI  
KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

**ERIKA FIRDAUZY AMINIA  
NIM. 0910670017 – 67**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
tanggal 23 April 2013

Skripsi I

Skripsi II

Sugiono, ST., MT, Ph.D  
NIP : 19780114 200501 1 001

Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D  
NIP. 19730819 199903 1 002

Komprehensif

Nasir Widha Setyanto, ST., MT.  
NIP. 19700914 200501 1 001

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Industri

Nasir Widha Setyanto, ST., MT.  
NIP. 19700914 200501 1 001



## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, April 2013  
Mahasiswa,

**Erika Firdauzy Aminia**  
**NIM. 0910670017**



## PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur hanya kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Penjadwalan Tenaga Kerja Tiga Shift Berkendala Libur Hari Minggu dan Satu Hari Setelah Shift Tiga”**. Sholawat dan salam kami haturkan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad SAW.

Penelitian ini disusun sebagai bagian dari proses untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Setelah melewati berbagai kesulitan yang dihadapi, terutama keterbatasan kemampuan penulis, penelitian ini dapat diselesaikan berkat adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini, terutama kepada :

1. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri atas kesabaran dalam membimbing penulis dan memberikan masukan yang berharga.
2. Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I dan Sekretaris Program Studi Teknik Industri atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan masukan, arahan, motivasi serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
3. Ibu Ceria Farela Mada T, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan masukan, arahan, motivasi, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
4. Bapak Hary Sudjono, S.Si., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik atas kesabaran dalam membimbing penulis dan memberikan masukan yang berharga bagi penulis.
5. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. ,Ibu Ratih Ardiasari, ST., MT. , Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT. serta Ibu Agustina Eunike , ST., MT selaku dosen pengamat terima kasih atas saran, masukan dan ilmu yang diberikan.
6. Rekan-rekan PT. X, Bapak Andik, Bapak Agus, Ibu Heni, Ibu Pipi, dan seluruh operator atas bantuan data dan informasi yang diberikan kepada penulis.
7. Orang tuaku tercinta, Ibu Lisa Yuliati dan Bapak Bambang Cahya Turanggono serta Adik Billy Qobinura dan Adik Gousa Lexy Luqmana atas kasih sayang dan

kesabaran yang tak terbatas, untuk segala doa, nasehat dan motivasi yang telah diberikan, dukungan materil, dan perjuangan yang tidak pernah kenal lelah untuk penulis.

8. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar di Program Studi Teknik Industri dan Teknik Mesin yang telah dengan ikhlas memberikan ilmunya kepada penulis.
9. Bapak dan Ibu karyawan di Program Studi Teknik Industri khususnya bagian *recording* yang telah banyak membantu dalam proses administrasi selama masa studi.
10. Rekan- rekan *asistant* Laboratorium Statistik dan Rekayasa Kualitas, terimakasih atas semangat, doa, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
11. Teman- teman kost Istana Gajayana, terimakasih atas segala doa, motivasi dan hiburan bagi penulis.
12. Seluruh saudaraku di Teknik Industri 2009, atas semangat, doa, motivasi yang diberikan kepada penulis. Segenap pihak yang telah mendukung terselesainya penelitian ini Emy, Rosa, Iwa, Lian, Danis, dengan memberikan doa, motivasi, dan semangat kepada penulis. Serta seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Dalam setiap usaha tidak lepas dari kesalahan. Oleh sebab itu, segala kritik dan saran sangat diharapkan. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memenuhi sebagian kebutuhan referensi yang ada dan dapat memberikan manfaat. Kepada semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung semoga mendapat imbalan sepantasnya dari Alloh SWT. Amin.

Malang, 23 April 2013

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	4
1.3. Rumusan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Batasan Masalah .....	5
1.7. Asumsi .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Penelitian Terdahulu .....	6
2.2. Penjadwalan .....	8
2.2.1 Pengertian Penjadwalan.....	8
2.2.2 Tujuan Penjadwalan.....	8
2.2.3 Kriteria Penjadwalan.....	9
2.3. Perencanaan Tenaga Kerja.....	9
2.3.1 Kebijakan Stabilitas Tenaga Kerja .....	9
2.3.2 Metode atau Pendekatan Penjadwalan Tenaga Kerja .....	10
2.4. Perencanaan Agregat .....	11
2.5. Penjadwalan Tenaga Kerja ( <i>Personnel Schedulling</i> ) .....	12
2.5.1 Shift.....	12
2.5.1.1 Karakteristik dan Kriteria Shift Kerja.....	13



2.5.1.2 Pengaruh shift Kerja terhadap Kesehatan Fisik.....	13
2.5.1.3 Pemilihan sisitem Kerja ynag Sesuai.....	13
2.5.1.4 Perputaran dan Rekomendasi Shift Kerja .....	14
2.5.1.5 Peraturan Pemerintah Tentang Waktu Kerja.....	15
.....	
2.5.2 Karakteristik dan Permasalahan <i>Personnel Schedulling</i> .....	16
2.5.3 Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne .....	17

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Metode Penelitian.....	19
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian .....	19
3.3. Metode Pengumpulan Data .....	19
3.4. Langkah –Langkah Penelitian.....	20
3.4.1 Studi Lapangan dan Pustaka.....	20
3.4.2 Identifikasi Masalah.....	20
3.4.3 Perumusan Masalah.....	21
3.4.4 Penentuan Tujuan Penelitian.....	21
3.4.5 Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.....	21
3.4.6 Pengumpulan Data.....	21
3.4.7 Pengolahan Data .....	22
3.4.8 Analisis.....	22
3.4.9 Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	23
3.5 Diagram alir Penelitian .....	24

**BAB IV PEMBAHASAN**

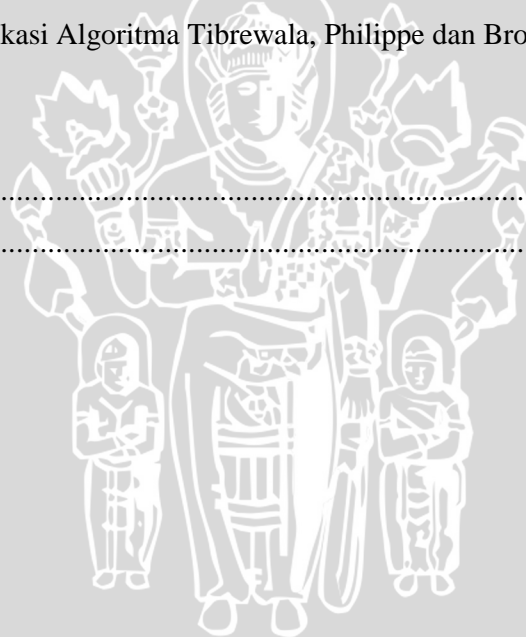
4.1. Tinjauan Umum Perusahaan .....	25
4.1.1 Profil Perusahaan .....	25
4.1.2 Tujuan Perusahaan.....	26
4.1.3 Struktur Organisasi .....	26
4.2. Proses Produksi .....	27
4.2.1 Bahan Baku Produksi.....	27
4.2.2 Peralatan Produksi .....	27
4.2.3 Proses Pengolahan .....	28
4.3. Pengumpulan Data .....	29



4.3.1 Data Waktu Proses Pupuk Organik 50 kg Tiap Mesin .....	29
4.3.2 Data Jumlah Mesin dan Jumlah Tenaga Kerja .....	29
4.4. Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne .....	30
4.5. Pengolahan Data .....	34
4.5.1 Kebutuhan Mesin .....	34
4.5.1.1 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Mesin .....	34
4.6. Penjadwalan Tenaga Kerja Tiap Mesin .....	35
4.6.1 Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher .....	35
4.6.1.1 Iterasi Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher .....	36
4.6.1.2 Analisis Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher .....	56
4.6.2 Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Pan Granulator .....	56
4.6.3 Penjadwalan Tenaga kerja mesin Cooler .....	58
4.7. Analisis Perbandingan Penjadwalan Terdahulu dengan Hasil Penjadwalan Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne ....	58
 <b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1. Kesimpulan .....	60
5.2. Saran .....	61

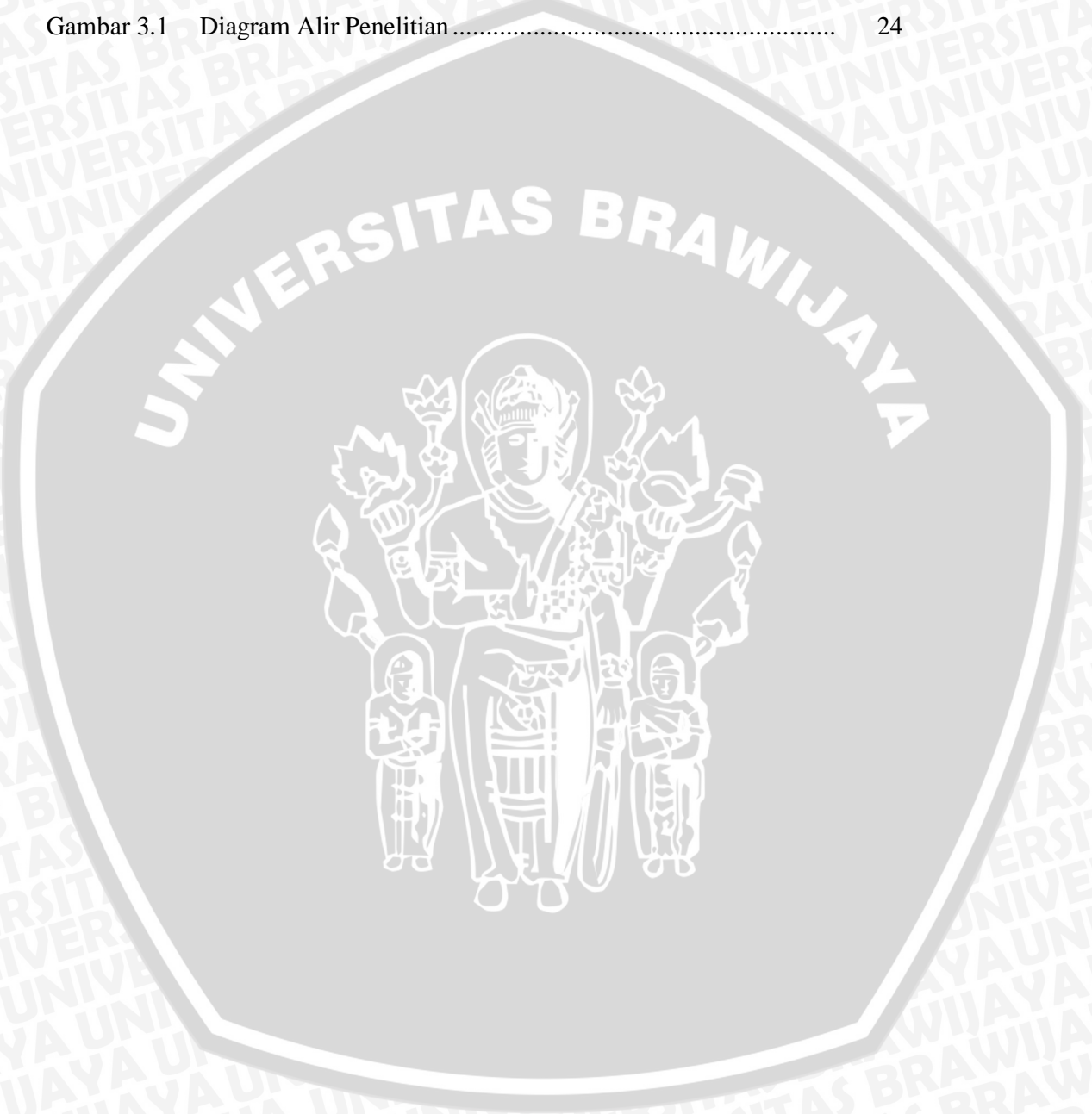
**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Permintaan Akan Produk Pupuk Organik 2012 .....	2
Gambar 2.1	Diagram Alir Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.....	18
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	24



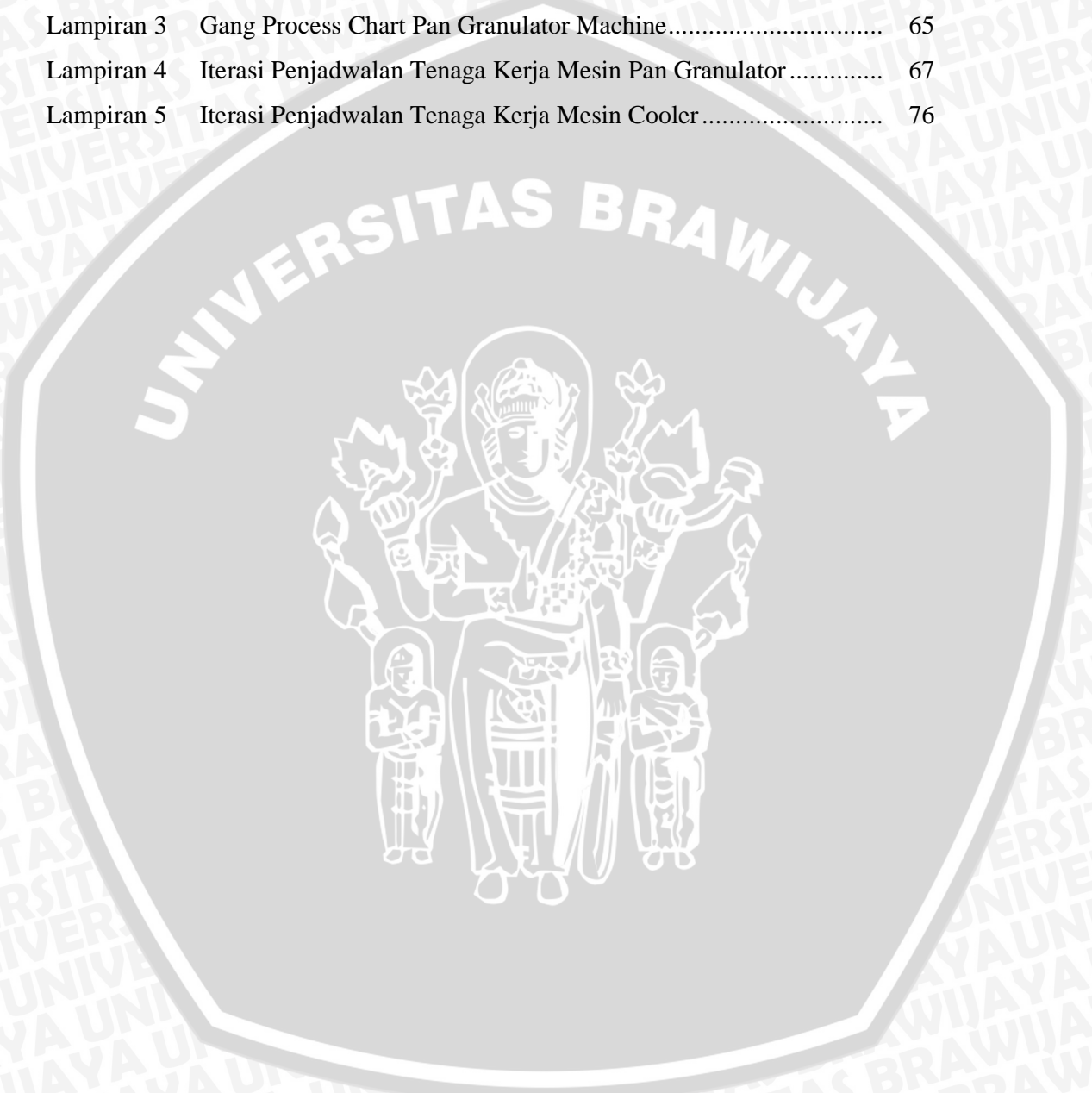
## DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Jumlah Tenaga Kerja per Shift PT X pada Bagian Produksi .....	2
Tabel 2.1	Tabel Perbedaan Penelitian .....	7
Tabel 2.2	Format Tabel Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne .....	17
Tabel 4.1	Waktu Proses Produksi Pupuk Organik 50 kg tiap Mesin .....	29
Tabel 4.2	Jumlah Mesin dan Jumlah Tenaga Kerja.....	30
Tabel 4.3	Perbedaan antara Algoritma Tibrewala, Philipped an Browne dengan Sistem pada PT X.....	31
Tabel 4.4	Tabel Format Tabular Penjadwalan Tenaga Kerja .....	33
Tabel 4.5	Perhitungan Jumlah Kebutuhan Mesin PT X .....	32
Tabel 4.6	Format Tabular Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher .....	36
Tabel 4.7	Penentuan L pada Iterasi 1 di Hari Rabu.....	37
Tabel 4.8	Penentuan L pada Iterasi 1 pad Semua Hari.....	37
Tabel 4.9	Penentuan Hari Libur .....	37
Tabel 4.10	Penugasan pada Shift III Sebelum Hari Libur, Shift I Setelah Hari Libur dan Shift II diantara Keduanya.....	38
Tabel 4.11	Penugasan pada Hari di Antara Shift I dan Shift II serta di Antara Shift II dan Shift III .....	38
Tabel 4.12	Perhitungan Kebutuhan Baru .....	38
Tabel 4.13	Iterasi Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher.....	40
Tabel 4.14	Tabel Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher.....	55
Tabel 4.15	Tabel Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Pan Granulator .....	57
Tabel 4.16	Tabel Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Cooler .....	57



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Gang Process Chart Cooler Machine.....	63
Lampiran 2	Gang Process Chart Crusher Machine.....	64
Lampiran 3	Gang Process Chart Pan Granulator Machine.....	65
Lampiran 4	Iterasi Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Pan Granulator.....	67
Lampiran 5	Iterasi Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Cooler.....	76



## RINGKASAN

**Erika Firdauzy Aminia**, Program Studi Teknik Industri, Universitas Brawijaya, 2013, Penjadwalan Tenaga Kerja Tiga Shift Berkendala Libur Hari Minggu dan Satu Hari Setelah Shift Tiga, Dosen Pembimbing : Arif Rahman, Ceria Farela Mada Tantrika.

Peningkatan permintaan menunjukkan pertumbuhan bisnis yang baik dari perusahaan, namun terkendala oleh kapasitas produksi yang dimiliki. Utilitas mesin di pabrik pupuk organik, PT X, belum maksimal dan baru dipergunakan kurang dari 70%. Operasional mesin dapat bekerja lebih efektif jika dilayani sejumlah tenaga kerja sesuai kebutuhannya. Peningkatan kapasitas produksi dengan menaikkan utilisasi mesin dan menambahkan tenaga kerja dari 2 shift menjadi 3 shift, memerlukan penjadwalan tenaga kerja yang efektif.

Algoritma Tibrewala, Philippe, dan Browne merupakan algoritma heuristik penjadwalan tenaga kerja 1 shift perhari dengan 2 hari libur berurutan dalam satu minggu. Karena terdapat beberapa perbedaan di sistem yang dihadapi, penelitian ini algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne yang telah dimodifikasi. Modifikasi algoritma bertujuan untuk mengakomodasi waktu produksi 3 shift perhari dengan 6 hari perminggu, di mana tenaga kerja bekerja 5 hari perminggu dengan pergantian 3 shift serta libur 2 hari yaitu di hari Minggu sesuai kebijakan perusahaan dan 1 hari setelah shift 3 sesuai undang-undang (UU no 13 tahun 2003 pasal 77,78 dan 79). Berdasarkan kebutuhan produksi diestimasikan kebutuhan mesin sesuai kapasitas yang direncanakan. Kemudian menentukan jumlah kebutuhan tenaga kerja yang dibutuhkan tiap mesin, kemudian menjadwalkan tenaga kerja per shift per hari serta menjadwalkan hari liburnya dengan menggunakan modifikasi algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.

Penjadwalan tenaga kerja dengan mempergunakan algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne terdiri dari tiga langkah yang diulangi secara iteratif hingga nilai kebutuhan tenaga kerja bernilai nol atau negatif. Modifikasi algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne mengubah dan menambahkan dari tiga langkah menjadi lima langkah, mengubah format tabel tabular penjadwalan tenaga kerja untuk tiga shift, serta mengubah aturan pemilihan hari libur. Mempergunakan algoritma yang telah dimodifikasi, penelitian ini menjadwalkan tenaga kerja sebanyak 85 orang yang meliputi 45 orang di mesin Crusher, 29 orang di mesin Pan Granulator dan 11 orang di mesin Cooler. Overstaffing yang terjadi pada mesin Crusher sebanyak 9 *man-days* (ekuivalen dengan 1,8 orang), di mesin Pan Granulator sebanyak 1 *man-days* (ekuivalen dengan 0,2 orang), dan di mesin Cooler sebanyak 1 *man-days* (ekuivalen dengan 0,2 orang). Penjadwalan tenaga kerja selama 3 shift dalam 6 hari kerja perminggu diharapkan dapat meningkatkan utilitas mesin hingga 85,71% dengan kapasitas produksi hingga 216 ton pupuk organik perminggu.

Kata Kunci : Utilitas, Kapasitas, Penjadwalan tenaga kerja, Algoritma Tibrewala Philippe & Browne, Modifikasi algoritma.

## SUMMARY

**Erika Firdauzy Aminia**, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, 2013, Manpower Scheduling in Three Shifts Constrained Sunday Day-off And Post-Third-Shift Day-off, Supervisors : Arif Rahman and Ceria Farela Mada Tantrika

Increasing demand, it indicates a positive business growth of the company, but it depends on production capacity as constraint. An organic fertilizer plant, PT X, has not utilized the equipments maximally, just less than 70%. The equipments can operate more effectively if they are operated by sufficient manpowers. It will increase production capacity by increasing machine utilization and adding manpower from 2 shifts to 3 shifts, but it requires effective manpower scheduling.

Tibrewala, Philippe, and Browne Algorithm is an heuristic manpower scheduling algorithm for 1 shift per day with 2 consecutive days-off. Since there are some differences in the systems, this study modify Tibrewala, Philippe and Browne Algorithm. The modified algorithms aim to accommodate 3 shifts per day in 6 days per week, beside the manpowers work for 5 days a week in different shifts and 2 days-off that they hold on Sunday according to company policy and on post-third-shift according to nation legislation (Law No. 13 of 2003 Articles 77,78 and 79). To cover the estimated demand, the study calculates the number of production equipments to reach the planned capacity. It determines the amount of manpower, then it schedules the manpower each shift in each day and schedules the days-off by using the modified algorithm.

Manpower scheduling using Tibrewala, Philippe and Browne Algorithm consists of three steps which are repeated iteratively until the value of manpower requirements are zero or negative. Modified algorithm of Tibrewala, Philippe and Browne consists of five steps that uses different manpower scheduling tableau and different prioritizing rule. Using the modified algorithm, the study schedule manpower of 85 men, including 45 men in Crusher, 29 men in Pan Granulator and 11 men in Cooler. In Crusher has overstaffing about 9 man-days (equivalent to 1.8 persons), Pan Granulator has overstaffing about 1 man-days (equivalent to 0.2 people), and Cooler has overstaffing about 1 man-days (equivalent to 0.2 people). Manpower scheduling for 3 shifts within 6 working days per week will increase the utility machines up to 85.71% with a production capacity of organic fertilizer per week up to 216 tons.

Keywords : Utility, Capacity, Manpower Scheduling, Tibrewala Philippe & Browne Algorithm, Modified Algorithm.



## BAB I PENDAHULUAN

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan hal-hal penting yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaannya. Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang mengapa permasalahan ini diangkat, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan manfaat penelitian yang dilakukan.

### 1.1 Latar Belakang

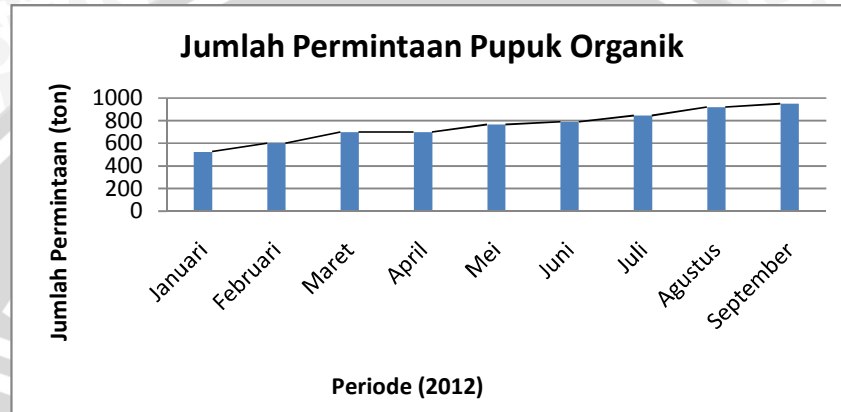
Masalah penjadwalan tenaga kerja memiliki karakteristik yang spesifik, antara lain kebutuhan karyawan yang berfluktuasi, kapasitas tenaga kerja yang tidak bisa disimpan, dan pelanggan yang semakin kritis (Bedworth, 1987). Berbagai permasalahan pasti akan dihadapi setiap perusahaan dalam membuat jadwal untuk memenuhi semua kebutuhan jam kerja sesuai dengan jumlah pekerja yang ada. Contoh nyata dalam kasus ini adalah penjadwalan pekerja yang ada pada sebuah pabrik. Jumlah *demand* yang akan diproduksi harus seimbang dengan jumlah tenaga kerja yang ada pada pabrik tersebut. Hal ini mengakibatkan pihak pabrik perlu melakukan pengaturan jadwal yang efektif untuk setiap sumber daya manusia yang ada agar produksi berjalan secara optimal serta dari pihak tenaga kerja tidak merasa dirugikan.

PT X merupakan perusahaan yang mengolah bahan mentah menjadi barang jadi, dalam hal ini mengolah kompos ayam dan kompos sapi menjadi suatu produk berupa pupuk organik yang baik untuk bercocok tanam. Menurut Dinas Pertanian, Peternakan dan Perkebunan Provinsi Bengkulu, saat ini pupuk organik merupakan pupuk yang sedang diminati oleh banyak konsumen karena kualitas yang baik serta pemakaian dalam jangka waktu yang lama secara aman. Penggunaan pupuk organik terus meningkat seiring dengan kualitas yang dihasilkan (Antaraneews.com, 2012).

Dalam menjalankan produksinya, PT X menghadapi tantangan yaitu permintaan akan produk pupuk yang semakin meningkat dibanding periode sebelumnya. Data permintaan produk organik selama bulan Januari sampai dengan bulan September 2012 ditampilkan pada Gambar 1.1 .

Peningkatan permintaan menunjukkan pertumbuhan bisnis yang baik dari perusahaan, namun terkendala oleh kapasitas produksi yang dimiliki. Selain itu, penambahan fasilitas mesin tidak dapat dilakukan karena mahalnya harga mesin. Utilitas mesin di pabrik pupuk organik, PT X, belum maksimal dan baru dipergunakan kurang dari 70%. Mesin yang dapat dioperasikan dalam 24 jam tidak digunakan secara

optimal karena hanya 2 *shift* penjadwalan tenaga kerja per hari pada pabrik ini. Kapasitas seluruh mesin adalah 1,5ton/jam. Operasional mesin dapat bekerja lebih efektif jika dilayani sejumlah tenaga kerja sesuai kebutuhannya. Peningkatan kapasitas produksi dengan menaikkan utilisasi mesin dan menambahkan tenaga kerja dari 2 shift menjadi 3 shift, memerlukan penjadwalan tenaga kerja yang efektif. Jumlah tenaga kerja tiap mesin per shift ditampilkan pada Tabel 1.1.



Gambar 1.1 Permintaan Akan Produk Pupuk Organik Tahun 2012  
Sumber : PT X

Tabel 1.1 Jumlah Tenaga Kerja per Shift PT X pada Bagian Produksi

Mesin yang digunakan	Jumlah Tenaga Kerja
Crusher	12 orang
Pan	8 orang
Cooler	3 orang
<b>Jumlah Tenaga Kerja/ shift</b>	<b>23 orang</b>

Sumber : PT X

Dengan bertambahnya menjadi 3 *shift* kerja, dibutuhkan tenaga kerja yang dapat bekerja pada malam hari. Berkurangnya jumlah dan kualitas tidur pekerja malam mengacu pada berkurangnya performansi pekerja. Pada beberapa pekerjaan, interaksi yang terjadi pada kesenjangan kebutuhan kerja-kondisi tubuh dengan kesulitan tidur dapat menimbulkan penurunan secara signifikan pada performansi dan keselamatan pekerja malam (Monk dan Wagner,1989 dalam Nurmianto, 2004).

Shift malam memang memiliki beberapa efek negatif terhadap gangguan kesehatan seperti kesulitan pencernaan dan sulit tidur (Calvarhais,Tepas, dan Mahan, 1988 dalam Nurmianto, 2004). Untuk itu ada peraturan yang menyatakan bahwa pekerja shift malam tidak dapat bekerja berturut-turut. Teori Schwanzenau yang dikemukakan oleh Grandjean (1986) mengenai aspek-aspek yang mempengaruhi pembuatan jadwal shift kerja antara lain kerja malam 3 hari berturut- turut harus segera diikuti istirahat paling



sedikit 24 jam, rotasi pendek lebih baik daripada rotasi panjang dan harus dihindarkan kerja malam secara terus menerus, serta rotasi yang baik adalah 2- 2- 2 (metropolitan pola) atau 2- 2- 3 (continental pola).

Hal ini membuat permasalahan penjadwalan tenaga kerja semakin kompleks. Oleh karena itu diperlukan persiapan yang matang dalam pengaturan penjadwalan untuk pekerja pabrik yang efektif. Selain itu, ada beberapa peraturan dan batasan yang juga harus diperhatikan dalam merumuskan penjadwalan ini, seperti peraturan pemerintah serta peraturan dan kebijakan perusahaan.

Dalam melakukan suatu penjadwalan pekerja dapat digunakan analisis menggunakan algoritma penjadwalan tenaga kerja dengan rotasi 2 hari libur dalam satu minggu dengan 1 shift dalam 1 hari, misalnya seperti yang telah dikembangkan Monroe (1970) dan Tibrewala (1972). Pada penelitian ini digunakan algoritma Tibrewala,Philippe dan Browne yang akan dimodifikasi. Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne dikarenakan terdapat beberapa perbedaan pada sistem yang dihadapi. Perbedaan tersebut antara lain pada Algoritma Tibrewala , Philippe dan Browne hanya terdapat 1 shift dalam 1 hari, penentuan hari libur dilakukan dengan memilih hari libur tersebut berturut-turut. Sedangkan pada PT X, dengan permintaan akan produk pupuk organik yang semain meningkat, PT X melakukan *improvement* produksi dengan menjadwalkan tenaga kerjanya menjadi 3 shift kerja untuk memenuhi permintaan tersebut. Selain itu *management* memberikan kebijakan pada hari Minggu wajib diliburkan untuk *Plan Maintenance*. Dengan adanya perbedaan tersebut, maka akan dilakukan modifikasi terhadap Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.

Dasar pertimbangan dalam modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne sesuai dengan pertimbangan aspek- aspek yang mempengaruhi pembuatan jadwal tenaga kerja sesuai dengan Teori Schwartzenu, peraturan pemerintah serta kebijakan perusahaan. Modifikasi algoritma bertujuan untuk mengakomodasi waktu produksi 3 shift perhari dengan 6 hari per minggu, dimana tenaga kerja bekerja 5 hari per minggu dengan pergantian 3 shift serta libur 2 hari yaitu hari Minggu dan 1 hari setelah shift 3 sesuai dengan aspek pertimbangan pengaturan shift bagi tenaga kerja . Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan jumlah kebutuhan akan tenaga kerja perkualifikasinya dan menjadwalkan hari masuk dan libur shift. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan usulan perbaikan dengan membuat penjadwalan yang baru untuk pekerja pabrik sehingga proses produksi menjadi lebih optimal.



### 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Jam kerja tenaga kerja dan mesin saat ini masih terbatas 2 shift padahal dimungkinkan bekerja dalam tiga shift.
2. Permintaan produk pupuk organik yang semakin meningkat sedangkan PT X belum mampu memenuhinya.
3. Adanya rencana penambahan shift 3 yang dibatasi oleh beberapa aturan dari pemerintah dan kebijakan perusahaan untuk pekerja malam hari (shift 3).

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan identifikasi permasalahan yang ada, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne untuk penjadwalan tiga shift dalam sehari dengan kendala libur hari Minggu dan satu hari setelah shift tiga?
2. Berapa tenaga kerja yang diperlukan untuk memenuhi permintaan akan produk pupuk organik?
3. Bagaimanakah usulan perbaikan penjadwalan tenaga kerja?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Memodifikasi algoritma Tibrewala, Phillippe dan Browne untuk penjadwalan tiga shift dalam sehari dengan kendala libur hari Minggu dan satu hari setelah shift tiga.
2. Merencanakan jumlah kebutuhan tenaga kerja per shift per hari di setiap stasiun kerja.
3. Membuat usulan perbaikan penjadwalan tenaga kerja.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dari pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada PT X mengenai penjadwalan untuk pekerja pabrik sehingga dapat memperbaiki penjadwalan sebelumnya

2. Dapat memberikan saran perbaikan kepada PT X sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas perusahaan.

### **1.6 Batasan Masalah**

Agar permasalahan dalam penelitian ini tidak meluas, maka diperlukan pembatasan permasalahan. Pembatasan masalah dilakukan agar permasalahan yang dibahas lebih terfokus pada topik yang telah ditentukan. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak dilakukan penelitian terhadap biaya.
2. Penelitian hanya dilakukan pada bagian produksi
3. Sistem shift yang dilakukan adalah dalam 1 hari terdapat 3 shift kerja, dalam 1 minggu terdapat 6 hari kerja dan pada hari minggu diliburkan.
4. Pekerja bekerja 5 hari kerja per minggu dengan variasi tiga shift.

### **1.7 Asumsi**

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Tidak terjadi perubahan proses produksi selama penelitian berlangsung.
2. Tenaga kerja yang digunakan merupakan tenaga kerja tetap.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melakukan penelitian diperlukan dasar-dasar teori dan argumen yang berhubungan dengan konsep-konsep permasalahan penelitian dan akan dipakai dalam analisis. Dalam bab ini akan dijelaskan beberapa dasar-dasar teori dan argumentasi yang digunakan dalam penelitian.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan berkenaan dengan konsep penjadwalan tenaga kerja dan dijadikan referensi dalam penelitian ini. Berikut merupakan *review* dari beberapa penelitian sebelumnya:

1. Arif Rahman (2007) melakukan penelitian berjudul “Penjadwalan Tenaga Kerja pada Sistem *Nonstationary Process*”. Penelitian ini meneliti penjadwalan tenaga kerja pada sistem pelayanan yang dimodelkan dengan pendekatan teori antrian. Laju kedatangan pelanggan berubah-ubah setiap waktu mengikuti pola *nonstationary Poisson process*. Waktu padat membutuhkan tenaga kerja sebagai *server* dibandingkan waktu yang lain. Dengan mengembangkan algoritma Tibrewala yang dimodifikasi untuk membuat penjadwalan tenaga kerja dengan tiga *shift* dan rotasi dua hari libur berurutan dalam seminggu.
2. Evy Herowati (2009) melakukan penelitian dengan judul “Efisiensi *Tour Scheduling* dengan Karyawan *Part Time*” pada suatu *departement store*. Penelitian ini bertujuan untuk meminimasi biaya tenaga kerja dengan memperkerjakan tambahan tenaga kerja pada shift 3 dan tenaga kerja *part time*. Hal ini dikarenakan jumlah kedatangan pelanggan yang fluktuatif dan cenderung banyak pada jam tertentu. Pada penelitian ini digunakan *integer linear programming* untuk menentukan jumlah optimal tenaga kerja yang dibutuhkan, kemudian menggunakan model *break window* untuk mengatur istirahat karyawan secara bergantian, melakukan penjadwalan tenaga kerja dengan algoritma Tibrewala Philippe dan Browne kemudian yang terakhir membandingkan biaya tenaga kerja yang dikeluarkan dengan 3 cara tersebut. *Part time* bisa menyelesaikan masalah kekurangan kasir pada jam ramai dengan efisien tanpa menambah *idle* pada jam sepi, pelayanan terhadap pelanggan tetap terjaga pada saat jam istirahat karena kasir diatur istirahat secara bergantian pada waktu istirahat, dengan mengetahui jumlah



optimal kebutuhan kasir *full time* dan *part time* memungkinkan perencanaan *recruitment* yang baik.

Tabel 2.1 Tabel Perbedaan Penelitian

Tahun	Peneliti	Obyek	Optimisasi	Heuristik
2007	Arif Rahman	Sistem pelayanan yang dimodelkan dengan teori antrian		Modified – Tibewala, Phillippe dan Browne
2009	Evy Herowati	Kasir pada suatu <i>Departement Store</i>	Integer Linier Programming	Break Window, Tibewala, Phillippe dan Browne
2012	Anis Nurfadillah	Perawat Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Kediri	Integer Goal Programming	
	Penelitian ini	Pekerja pada pabrik pupuk organik PT X		Modified – Tibewala, Phillippe dan Browne

3. Anis Nurfadillah (2012) melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Metode Goal Programming untuk Meminimalkan Pelanggaran Peraturan dalam Penjadwalan Shift Kerja Perawat, studi kasus pada Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Kediri). Pada penelitian ini, peneliti melakukan pengaturan jadwal untuk perawat Unit Gawat darurat rumah sakit agar tidak terjadi pelanggaran peraturan baik peraturan pemerintah maupun peraturan dari pihak rumah sakit itu sendiri. Karena dijumpai banyak perawat yang menukar jadwal shift untuk istirahat sejenak dikarenakan kinerja yang kurang maksimal. Kinerja perawat akan lebih maksimal jika jadwal yang dibuat sesuai dengan peraturan karena peraturan tersebut dibuat untuk menghindari kelelahan fisik bagi perawat. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan *Integer Goal Programming* (IGP) karena pada penelitian ini terdapat beberapa tujuan seperti meminimalkan deviasi perawat ditugaskan pada dua shift malam berturut-turut dan meminimalkan deviasi perawat ditugaskan pada

tiga *shift* sore berturut-turut dan lainnya. Terdapat juga beberapa *constraint* dalam melakukan penjadwalan perawat ini. Sehingga dengan dilakukannya penjadwalan dengan menggunakan IGP dapat dihasilkan suatu penjadwalan perawat dengan tidak ada pelanggaran yang terjadi.

Secara ringkas, perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

## **2.2 Penjadwalan**

### **2.2.1 Pengertian Penjadwalan**

Penjadwalan adalah proses pengambilan keputusan dengan melibatkan beragam sumber daya yang tersedia secara terbatas untuk menyelesaikan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu (Bayley, 2011). Sedangkan menurut Herjanto (2007), penjadwalan adalah pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi yang mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan maupun tenaga kerja, dan menentukan urutan pelaksanaan bagi suatu kegiatan operasi. Dari beberapa definisi yang telah disebutkan maka dapat ditarik satu definisi yaitu penjadwalan adalah suatu kegiatan perancangan berupa pengalokasian sumber daya baik mesin maupun tenaga kerja untuk menjalankan sekumpulan tugas sesuai prosesnya dalam jangka waktu tertentu.

### **2.2.2 Tujuan Penjadwalan**

Beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut (Bedworth, 1987):

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggu sehingga total waktu proses dapat berkurang, dan produktivitas dapat meningkat.
2. Mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain.
3. Mengurangi beberapa keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi biaya keterlambatan.
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas dan jenis kapasitas yang dibutuhkan setiap penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.



### 2.2.3 Kriteria Penjadwalan

Teknik penjadwalan yang benar bergantung pada volume pesanan, sifat alami operasi, dan kompleksitas pekerjaan secara keseluruhan, serta kepentingan dari keempat kriteria. Berikut keempat kriteria tersebut (Bayley, 2011) :

1. Meminimalkan waktu penyelesaian. Kriteria ini dievaluasi dengan menentukan waktu penyelesaian rata-rata untuk setiap pekerjaan.
2. Memaksimalkan utilisasi. Kriteria ini dievaluasi dengan menghitung presentase waktu suatu fasilitas digunakan.
3. Meminimalkan persediaan barang setengah jadi (*work in process*). Kriteria ini dievaluasi dengan menentukan jumlah pekerjaan rata-rata dalam sistem. Hubungan antara banyaknya pekerjaan dalam sistem dan persediaan WIP akan tinggi. Oleh karena itu, jika terdapat lebih sedikit pekerjaan dalam sistem, maka persediaan yang ada lebih rendah.
4. Meminimalkan waktu tunggu pelanggan. Kriteria ini dievaluasi dengan menentukan jumlah keterlambatan rata-rata.

## 2.3 Perencanaan Tenaga Kerja

Sumber daya manusia atau tenaga kerja, sebagai penentu keberhasilan perusahaan harus memiliki kualifikasi, keterampilan dan keahlian yang sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai keberhasilan suatu perusahaan. Perencanaan tenaga kerja dalam suatu perusahaan mempertimbangkan juga perkiraan jenis, waktu dan lokasi, baik secara kualitas maupun kuantitas (Husen, 2009). Sedangkan menurut Bayley (2011), perencanaan tenaga kerja adalah cara menentukan kebijakan karyawan yang berkaitan dengan stabilitas tenaga kerja dan jadwal kerja.

### 2.3.1 Kebijakan Stabilitas Tenaga Kerja

Stabilitas tenaga kerja berkaitan dengan jumlah karyawan yang dipelihara oleh sebuah organisasi pada suatu waktu tertentu. Terdapat dua kebijakan dasar yang berkaitan dengan stabilitas (Bayley, 2011), yaitu :

1. Mengikuti permintaan dengan tepat. Dengan mengikuti permintaan secara tepat akan menjaga biaya tenaga kerja langsung yang terkait dengan produksi, tetapi akan menimbulkan biaya lain. Biaya lain ini meliputi biaya perekrutan dan pemberhentian karyawan, asuransi pengangguran, dan upah yang lebih tinggi untuk menarik karyawan agar dapat menerima pekerjaan



yang tidak stabil. Kebijakan ini cenderung memperlakukan tenaga kerja sebagai biaya variabel.

2. Menjaga jumlah karyawan konstan. Dengan mempertahankan jumlah karyawan konstan berarti perusahaan mempertahankan karyawan yang terlatih, dan menjaga biaya perekrutan, pemberhentian, dan pengangguran menjadi minimum. Walaupun demikian, dengan dipertahankannya jumlah karyawan secara konstan, para karyawan mungkin tidak dimanfaatkan sepenuhnya saat permintaan rendah, dan perusahaan mungkin tidak memiliki sumber daya manusia yang dibutuhkan saat permintaan tinggi. Kebijakan ini cenderung memperlakukan biaya tenaga kerja sebagai biaya tetap.

### 2.3.2 Metode atau Pendekatan Penjadwalan Tenaga Kerja

Menurut (Bedworth, 1987), terdapat beberapa alternatif dari metode atau pendekatan penjadwalan tenaga kerja, antara lain :

1. *Flexitime*, tenaga kerja memilih waktu kapan mereka mulai dan selesai bekerja dalam batasan yang diatur manajemen, sesuai dengan kesepakatan untuk memenuhi kebutuhan waktu-waktu padat dalam sehari (*core part of the day*)
2. *Flexitour*, tenaga kerja memilih waktu kapan mereka mulai dan selesai bekerja di luar waktu-waktu padat (*core time*) namun tetap memenuhi jam kerja yang ditentukan.
3. *Gliding Time*, tenaga kerja diperbolehkan memilih waktu kapan mereka mulai dan selesai bekerja secara tidak menentu namun tetap memenuhi jam kerja yang ditentukan.
4. *Variable Day*, tenaga kerja diperbolehkan bekerja dengan jam kerja berubah-ubah tiap harinya namun tetap memenuhi total jam kerja dalam kesepakatan pada suatu periode.
5. *Maxiflex*, jam kerja harian sepenuhnya variabel dengan batasan semua pekerjaan terselesaikan.
6. *Job Splitting*, tenaga kerja diperbolehkan meminta bekerja dengan total jam kerja di bawah kesepakatan pada satu periode.
7. *Staggered Time*, tenaga kerja diperbolehkan memilih waktu kapan mereka mulai dan selesai bekerja berdasarkan daftar *shift* yang diperkenankan.

8. *Flexshift*, tenaga kerja diperbolehkan memilih waktu kapan mereka mulai dan selesai bekerja berdasarkan daftar kombinasi enam jam kerja, delapan jam kerja dan sepuluh jam kerja dalam sehari yang ditentukan manajemen.
9. *Compressed Work Weeks*, tenaga kerja diperbolehkan bekerja dengan sedikit hari kerja namun tetap memenuhi total jam kerja dalam kesepakatan dalam satu periode.

#### 2.4 Perencanaan Agregat

Agregat menyatakan bahwa perencanaan dibuat pada tingkat kasar untuk memenuhi total kebutuhan semua produk yang akan dihasilkan dengan menggunakan sumber daya yang ada. Dalam sistem manufaktur, faktor-faktor yang mempertimbangkan dalam pembuatan perencanaan agregat adalah semua sumber daya yang berupa kapasitas mesin yang tersedia, jumlah tenaga kerja yang ada, tingkat persediaan yang ditentukan, dan penjadwalannya (Nasution, 2008).

Untuk keperluan penentuan jumlah mesin yang dibutuhkan maka disini ada beberapa informasi yang harus diketahui sebelumnya, yaitu :

1. Volume produksi yang dicapai
2. Estimasi skrap pada setiap proses operasi
3. Waktu kerja standard untuk proses operasi yang berlangsung.

Selanjutnya, untuk menentukan jumlah mesin— dalam hal ini bisa pula untuk menentukan jumlah operator —yang diperlukan untuk aktivitas operasi, maka rumus umum berikut ini dipakai, yaitu :

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D.E} \quad (2-1)$$

Sumber : Wignjosoebroto, 1996

Dimana

P = jumlah produk yang harus dibuat oleh masing-masing mesin per periode waktu kerja

T = total waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk proses operasi produksi yang diperoleh dari hasil *time study* atau perhitungan secara teoritis

D = jam operasi kerja mesin yang tersedia, dimana untuk satu shift kerja D = 8jam/hari dua shift kerja D = 16jam/hari, dan tiga shift kerja D = 24 jam/hari



$E$  = faktor efisiensi kerja mesin yang disebabkan oleh adanya *set up*, *break down*, *repair* atau hal-hal lain yang menyebabkan terjadinya *idle*. Harga yang umum diambil dalam hal ini berkisar antara 0,8 – 0,9

$N$  = jumlah mesin ataupun operator yang dibutuhkan untuk operasi produksi.

## 2.5 Penjadwalan Tenaga Kerja (*Personnel Scheduling*)

Masalah *personnel scheduling* berkaitan dengan masalah *staffing* yang diperlukan untuk suatu pekerjaan atau penugasan tenaga kerja yang tersedia untuk menangani pekerjaan selama periode waktu tertentu. Menurut (Bedworth, 1987), *personnel demand* merupakan banyaknya tenaga kerja yang diperlukan selama satu periode untuk mencapai tingkat pelayanan (*level of service*) yang telah ditentukan.

Di dalam sebuah perusahaan, keputusan yang paling penting yang harus dibuat diantaranya adalah perencanaan kebutuhan dan penjadwalan tenaga kerja. Ada tiga hal yang berkaitan dengan proses dan pengambilan keputusan perencanaan kebutuhan dan penjadwalan tenaga kerja, yaitu :

### 1. *Staffing Decision*

*Staffing decision* yaitu merencanakan tingkat atau jumlah kebutuhan akan tenaga kerja perkualifikasinya

### 2. *Scheduling decision*

*Scheduling Decision* yaitu menjadwalkan hari masuk dan libur juga shift. Shift kerja untuk setiap harinya sepanjang periode penjadwalan dalam rangka memenuhi kebutuhan minimum tenaga kerja yang harus tersedia.

### 3. *Allocation Decision*

*Allocation decision* yaitu membentuk kelompok tenaga kerja untuk dialokasikan ke shift-shift atau hari-hari yang kekurangan tenaga akibat adanya variasi *demand* yang tidak diprediksi.

#### 2.5.1 Shift

*Shift* memiliki 2 arti, yaitu sejumlah atau sederet hari dalam suatu minggu dimana seorang pekerja diharapkan masuk kerja. Arti lain adalah waktu dalam satu hari dimana seorang pekerja mulai masuk (bekerja) hingga keluar, termasuk di dalamnya waktu untuk istirahat dan waktu makan (Bedworth, 1987). Sedangkan *schedule* adalah sekumpulan atau sejumlah *shift* yang ditugaskan untuk memenuhi *demand* atau jadwal yang berisi daftar *shift* (*days-on*, *days-off*) dari pekerja dalam seminggu. *Shift* kerja



terjadi ketika dua atau lebih pekerja secara berurutan pada lokasi pekerjaan yang sama. Bagi seorang pekerja, *shift* kerja berarti berada pada lokasi kerja yang sama, baik teratur pada saat yang sama (*shift* kerja kontinyu) atau pada waktu yang berlainan (*shift* kerja rotasi). *Shift* kerja berbeda dengan hari kerja biasa, dimana pada hari kerja biasa, pekerjaan dilakukan secara teratur pada waktu yang telah ditentukan sebelumnya, sedangkan *shift* kerja dapat dilakukan lebih dari satu kali untuk memenuhi jadwal 24 jam/hari. Biasanya perusahaan yang berjalan secara kontinyu yang menerapkan aturan *shift* kerja (Nurmianto, 2004)

### 2.5.1.1 Karakteristik dan Kriteria *Shift* Kerja

Knauth (1988) dalam Nurmianto (2004) mengemukakan bahwa terdapat 5 faktor utama yang harus diperhatikan dalam *shift* kerja, antara lain:

1. Jenis *shift* (pagi, siang, malam)
2. Panjang waktu tiap *shift*
3. Waktu dimulai dan diakhirnya satu *shift*
4. Distribusi waktu istirahat
5. Arah transisi *shift*

### 2.5.1.2 Pengaruh *Shift* Kerja terhadap Kesehatan Fisik

Josling (1988) dalam artikelnya yang berjudul *Shift Work and Ill Health* dalam Nurmianto (2004) menyatakan bahwa pada pekerja *shift*, terutama yang bekerja di malam hari, dapat terkena beberapa masalah kesehatan. Permasalahan kesehatan ini antara lain: gangguan tidur, kelelahan, penyakit jantung, tekanan darah tinggi, dan gangguan *gastrointestinal*. Segala gangguan kesehatan tersebut, ditambah dengan tekanan *stress* yang besar dapat secara otomatis meningkatkan resiko terjadinya kecelakaan pada pekerja malam.

### 2.5.1.3 Pemilihan Sistem Kerja yang Sesuai

Pada dasarnya, terdapat tiga aspek penting yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sistem *shift*, yakni :

1. Kesehatan dan Keselamatan Pekerja  
Sistem syaraf manusia memiliki daya tolak yang luar biasa terhadap perubahan yang terjadi secara tiba tiba. Jadi, penjadwalan kerja seharusnya diatur sehingga tidak mengganggu sistem syaraf tersebut secara berlebihan. Biasanya hal ini

dilakukan dengan memberikan perubahan bersifat sementara dan berikutnya pekerja dikembalikan pada kondisi normal.

## 2. Performansi Kerja

Berkurangnya jumlah dan kualitas tidur pekerja malam mengacu pada berkurangnya performansi pekerja. Pada beberapa pekerjaan, interaksi yang terjadi pada kesenjangan kebutuhan kerja-kondisi tubuh dengan kesulitan tidur dapat menimbulkan penurunan secara signifikan pada performansi dan keselamatan pekerja malam. (Monk dan Wagner (1989) dalam Nurmianto (2004)).

## 3. Interaksi Sosial

Permasalahan pokok yang berhubungan dengan shift kerja adalah terkadang pekerja tidur saat kegiatan sosial berlangsung. Hal ini menyebabkan pekerja sulit memberikan waktunya pada keluarga, berkumpul dan berinteraksi dengan masyarakat untuk mendapatkan nilai sosial yang besar.

### 2.5.1.4 Perputaran dan Rekomendasi Shift Kerja

Pembuatan jadwal shift kerja tidak dapat mengabaikan aspek- aspek yang mempengaruhinya. Grandjean (1986) mengemukakan teori Schwanzenau yang menyebutkan ada beberapa yang harus diperhatikan dalam penyusunan jadwal shift kerja, yaitu :

1. Pekerja shift malam sebaiknya berumur 25-50 tahun.
2. Pekerja yang cenderung mempunyai penyakit di perut dan usus, serta yang mempunyai emosi tidak stabil disarankan untuk tidak ditempatkan di shift malam.
3. Pekerja yang tinggal jauh dari tempat kerja atau yang berada di lingkungan yang ramai tidak dapat bekerja malam.
4. Sistem shift 3 rotasi biasanya berganti pada pukul 6- 14- 22, lebih baik diganti pada pukul 7- 15- 23 atau 8- 16- 24.
5. Rotasi pendek lebih baik daripada rotasi panjang dan harus dihindarkan kerja malam secara terus menerus.
6. Rotasi yang baik 2- 2- 2 (metropolitan pola) atau 2- 2- 3 (continental pola).
7. Kerja malam 3 hari berturut- turut harus segera diikuti istirahat paling sedikit 24 jam.
8. Tiap shift terdiri dari satu kali istirahat yang cukup untuk makan.



### 2.5.1.5 Peraturan Pemerintah Tentang Waktu Kerja

Pemerintah Republik Indonesia mengatur tentang ketenagakerjaan pada Undang-Undang No.13 tahun 2003. Berikut ini merupakan pasal yang memuat aturan tentang waktu kerja antara lain pada pasal 77,78, dan 79.

#### Pasal 77

1. Setiap pengusaha wajib melaksanakan ketentuan waktu kerja.
2. Waktu kerja sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) meliputi :
  - a. 7 (tujuh) jam 1 (satu) hari dan 40 (empat puluh) jam 1 (satu) minggu untuk 6 (enam) hari kerja dalam 1 (satu) minggu; atau
  - b. 8 (delapan) jam 1 (satu) hari dan 40 (empat puluh) jam 1 (satu) minggu untuk 5 (lima) hari kerja dalam 1 (satu) minggu.
3. Ketentuan waktu kerja sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) tidak berlaku bagi sektor usaha atau pekerjaan tertentu.
4. Ketentuan mengenai waktu kerja pada sektor usaha atau pekerjaan tertentu sebagaimana dimaksud dalam ayat (3) diatur dengan Keputusan Menteri.

#### Pasal 78

1. Pengusaha yang mempekerjakan pekerja/buruh melebihi waktu kerja sebagaimana dimaksud dalam Pasal 77 ayat (2) harus memenuhi syarat :
  - a. ada persetujuan pekerja/buruh yang bersangkutan; dan
  - b. waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
2. Pengusaha yang mempekerjakan pekerja/buruh melebihi waktu kerja sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) wajib membayar upah kerja lembur.
3. Ketentuan waktu kerja lembur sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) huruf b tidak berlaku bagi sektor usaha atau pekerjaan tertentu.
4. Ketentuan mengenai waktu kerja lembur dan upah kerja lembur sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) dan ayat (3) diatur dengan Keputusan menteri.

#### Pasal 79

1. Pengusaha wajib memberi waktu istirahat dan cuti kepada pekerja/buruh.
2. Waktu istirahat dan cuti sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), meliputi :



- a. istirahat antara jam kerja, sekurang-kurangnya setengah jam setelah bekerja selama 4 (empat) jam terus menerus dan waktu istirahat tersebut tidak termasuk jam kerja;
  - b. istirahat mingguan 1 (satu) hari untuk 6 (enam) hari kerja dalam 1 (satu) minggu atau 2 (dua) hari untuk 5 (lima) hari kerja dalam 1 (satu) minggu.
  - c. cuti tahunan, sekurang-kurangnya 12 (dua belas) hari kerja setelah pekerja/buruh yang bersangkutan bekerja selama 12 (dua belas) bulan secara terus menerus; dan
  - d. istirahat panjang sekurang-kurangnya 2 (dua) bulan dan dilaksanakan pada tahun ketujuh dan kedelapan masing-masing 1 (satu) bulan bagi pekerja/buruh yang telah bekerja selama 6 (enam) tahun secara terus-menerus pada perusahaan yang sama dengan ketentuan pekerja/buruh tersebut tidak berhak lagi atas istirahat tahunannya dalam 2 (dua) tahun berjalan dan selanjutnya berlaku untuk setiap kelipatan masa kerja 6 (enam) tahun.
3. Pelaksanaan waktu istirahat tahunan sebagaimana dimaksud dsalam ayat (2) huruf c diatur dalam perjanjian kerja, peraturan perusahaan, atau perjanjian kerja bersama.
  4. Hak istirahat panjang sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) huruf d hanya berlaku bagi pekerja/buruh yang bekerja pada perusahaan tertentu.
  5. Perusahaan tertentu sebagaimana dimaksud dalam ayat (4) diatur dengan Keputusan Menteri.

### 2.5.2 Karakteristik dari Permasalahan *Personnel Scheduling*

Masalah *personnel scheduling* memiliki beberapa karakteristik (Bedworth, 1987), antara lain :

1. Fluktuasi *demand* yang cenderung terjadi selama tujuh hari dalam seminggu
2. Tenaga kerja tidak dapat disimpan dalam *inventory*, terutama untuk produk jasa
3. *Customer* yang makin kritis.

Ketiga karakteristik tadi membuat permasalahan *personnel scheduling* menjadi makin kompleks. Penyelesaian untuk menentukan permasalahan *personnel scheduling* akan melibatkan beberapa penyelidikan tentang :

1. *Time Study*, untuk menentukan rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan pelayanan atau proses produksi.
2. *Forecasting Study*, untuk meramalkan kebutuhan *demand*

3. *Agregate Study*, untuk menentukan kebutuhan tenaga kerja yang harus disediakan.

### 2.5.3 Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne

Beberapa penelitian telah mengembangkan algoritma penjadwalan tenaga kerja dengan rotasi 2 hari libur dalam satu minggu dengan 1 shift dalam 1 hari, misalnya yang telah dikembangkan oleh Monroe (1970) dan Tibrewala (1972). Luce (1980) mengembangkan algoritma penjadwalan tenaga kerja dengan objek penelitian satu shift dalam satu hari kerja untuk menentukan waktu istirahat masing-masing tenaga kerja untuk mencegah terjadinya kekurangan *server* (*understaffing*) atau kelebihan *server* (*overstaffing*).

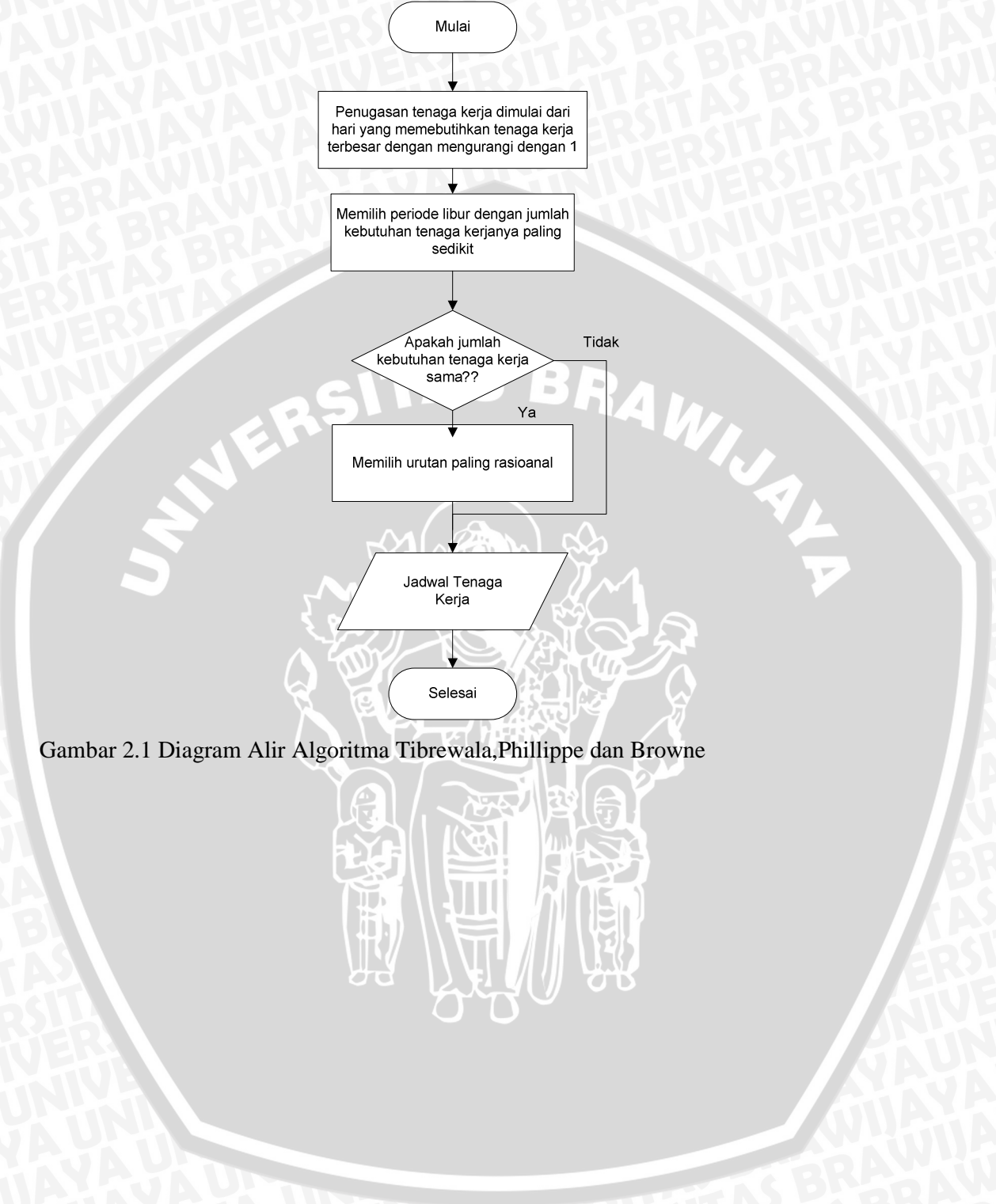
Langkah-langkah algoritma Tibrewala (Bedworth, 1987), yaitu :

1. Melakukan penugasan mulai dari hari yang membutuhkan tenaga kerja terbesar, kemudian terbesar berikutnya dan seterusnya berturut-turut. Untuk setiap harinya tugaskan seorang tenaga kerja (dengan cara mengurangi kebutuhan tenaga kerja setiap harinya dengan 1) sampai diperoleh jadwal *shift* dengan perioda 2 hari libur (*days-off*) yang berturutan. Jika terdapat lebih dari satu pilihan perioda 2 hari libur (*days-off*) yang berturutan, lanjutkan ke langkah 2
2. Memilih perioda libur yang jumlah kebutuhan tenaga kerjanya paling sedikit. Jika ada yang sama, lanjutkan ke langkah 3.
3. Pilih urutan yang paling rasional. Misalkan yang salah satu hari liburnya adalah hari Sabtu atau minggu atau hari yang lebih awal dalam 1 minggu.

Untuk lebih mudahnya, langkah-langkah algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne akan ditampilkan pada Gambar 2.1 dan Format Tabel Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne akan ditampilkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Format Tabel Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne

Hari	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
<i>Demand</i>							
<i>Shift #1</i>							
Sisa							
<i>Shift #2</i>							
Sisa							
<i>Shift #n</i>							
Sisa							



Gambar 2.1 Diagram Alir Algoritma Tibrewala,Phillippe dan Browne





## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan cara atau prosedur beserta tahapan-tahapan yang jelas dan disusun secara sistematis dalam proses penelitian. Penelitian harus mempunyai tujuan dan arah yang jelas. Oleh karena itu diperlukan sistematika kegiatan yang akan dilaksanakan dengan metode dan prosedur yang tepat mengarah kepada sasaran atau target yang telah ditetapkan.

### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan berdasarkan sifatnya termasuk penelitian deskriptif. Metode ini meneliti kondisi pada masa sekarang untuk membuat gambaran, deskripsi secara matematis dan jelas mengenai proses produksi yang berlangsung yang dapat digunakan untuk membuat usulan perbaikan.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT X. Pengambilan data dilakukan pada bulan Oktober 2012- Januari 2013

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data dalam penelitian ini, maka digunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut :

1. Observasi

Melakukan observasi atau pengamatan langsung terhadap objek penelitian, yaitu melihat proses produksi pupuk organik secara langsung.

2. Wawancara

Melakukan wawancara dengan cara mengadakan tanya jawab dengan kepala bagian produksi dan para pekerja yang berhubungan dengan permasalahan.

3. Studi Pustaka

Studi pustaka, yaitu pengumpulan data sekunder yang diperoleh dengan cara membaca pustaka yang memiliki hubungan dengan objek yang diteliti.

#### 4. *Brainstorming*

*Brainstorming* yaitu berdiskusi dan bertukar pendapat dengan para pakar yang *capable* dalam suatu bidang tertentu.

### 3.4 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dipakai pada penelitian ini antara lain studi lapangan dan studi pustaka, identifikasi masalah, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisa, serta penarikan kesimpulan dan saran.

#### 3.4.1 Studi Lapangan dan Studi Pustaka

Studi lapangan dalam penelitian ini dilakukan dengan mengamati langsung kondisi perusahaan dan melakukan wawancara dengan pihak perusahaan. Usaha ini dilakukan agar dapat melihat permasalahan yang ada dengan lebih jelas.

Studi pustaka dilakukan peneliti untuk melihat teori yang mungkin digunakan untuk memecahkan masalah yang ada sesuai dengan kondisi pada perusahaan. Studi pustaka sangat berguna dalam penelitian karena dapat dimanfaatkan sebagai landasan berpikir logis dalam menyelesaikan suatu masalah secara ilmiah. Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang akan digunakan untuk mencapai tujuan penelitian.

#### 3.4.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan berdasarkan studi lapangan terhadap objek penelitian dan studi literatur tentang permasalahan yang dihadapi. Pengamatan di lapangan dan wawancara dengan pihak perusahaan akan diperoleh kondisi-kondisi dimana hal tersebut tidak sesuai pelaksanaannya atau hasil yang diperoleh dengan kondisi yang sebenarnya diharapkan. Hal ini yang diidentifikasi menjadi masalah. Dari studi literatur akan dipilih metode yang mungkin untuk memecahkan masalah dan dipilih yang sesuai.

### 3.4.3 Perumusan Masalah

Setelah mengidentifikasi masalah dengan seksama, tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah sesuai dengan kenyataan di lapangan.

### 3.4.4 Penentuan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Hal ini ditujukan untuk menentukan batasan-batasan yang perlu dalam pengolahan dan analisis hasil pengukuran selanjutnya.

### 3.4.5 Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne

Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne dilakukan karena terdapat beberapa perbedaan pada sistem yang dihadapi. Perbedaan tersebut antara lain pada Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne hanya terdapat 1 shift dalam 1 hari, penentuan hari libur dilakukan dengan memilih hari libur tersebut berturut-turut. Sedangkan pada PT X, dengan permintaan akan produk pupuk organik yang semakin meningkat, PT X melakukan *improvement* produksi dengan menjadwalkan tenaga kerjanya menjadi 3 shift kerja untuk memenuhi permintaan tersebut. Selain itu *management* memberikan kebijakan pada hari Minggu wajib diliburkan untuk *Plan Maintenance*. Pertimbangan lain yaitu aspek – aspek dalam penentuan sisten shift yang baik demi kesehatan dan keselamatan pekerja. Sehingga dengan adanya perbedaan tersebut, maka akan dilakukan modifikasi terhadap Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.

### 3.4.6 Pengumpulan Data

Jenis data yang dikumpulkan terdiri dari dua jenis dengan metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer yaitu data yang secara langsung diambil dari objek penelitian oleh peneliti yang berupa data hasil pengamatan, hasil pengukuran, dan hasil wawancara terhadap pihak terkait. Adapun data primer yang dikumpulkan adalah data siklus produksi.



## 2. Data Sekunder

Data sekunder memberikan informasi yang berhubungan dengan penelitian. Adapun data sekunder yang dikumpulkan adalah:

- a. Data tinjauan umum PT X
- b. Struktur organisasi PT X
- c. Data jumlah permintaan aktual produk
- d. Data kapasitas produksi
- e. Data jumlah tenaga kerja
- f. Data penjadwalan shift

### 3.4.7 Pengolahan Data

Langkah-langkah dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah produk yang harus dibuat oleh masing-masing mesin per periode waktu kerja.
2. Menghitung waktu untuk mengerjakan satu unit produk (waktu baku) diperlukan untuk mengubah unit produksi menjadi waktu produksi yang dibutuhkan
3. Menghitung waktu kerja yang tersedia dalam satu kurun perencanaan tertentu.
4. Menghitung jumlah tenaga kerja yang diperlukan dengan rumus (2-1).
5. Melakukan penjadwalan terhadap tenaga kerja yang dibutuhkan per *station* perhari dengan menggunakan algoritma tibrewala yang telah dimodifikasi yaitu dengan ketentuan rotasi 2 hari libur dalam satu minggu dan hari minggu diwajibkan untuk libur dengan mempertimbangkan pembagian *shift* dalam hari.
6. Memberikan rekomendasi perbaikan

### 3.4.8 Analisis

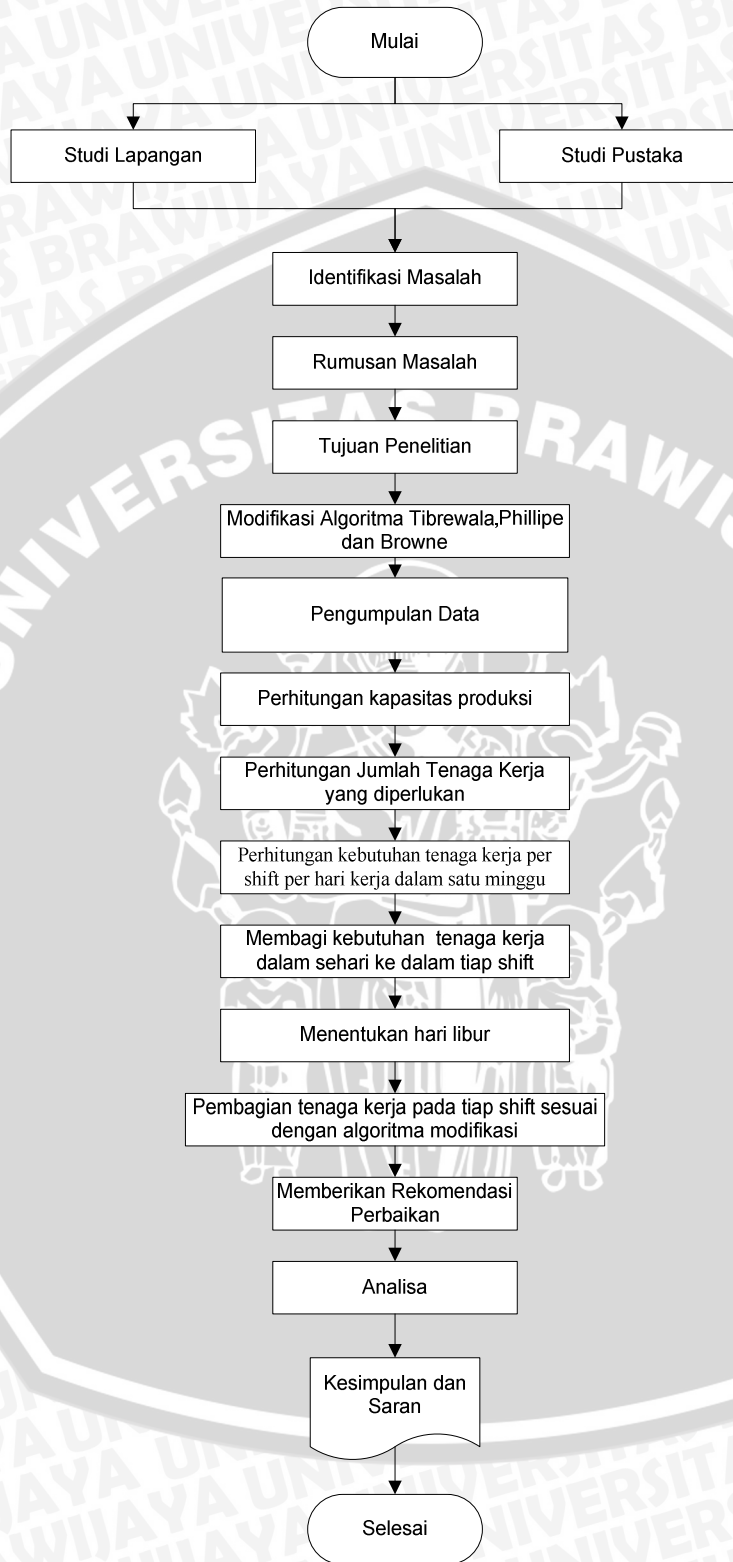
Pada tahap ini akan dilakukan analisa dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan akan dapat diperoleh kesimpulan yang akan menjawab tujuan awal dari penelitian ini.

### 3.4.9 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir dari penelitian ini yaitu menarik kesimpulan yang didasarkan pada hasil pengolahan data dan analisis yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Selanjutnya akan diberikan saran-saran yang dianggap penting dan mungkin untuk ditindaklanjuti baik untuk kepentingan pihak perusahaan maupun untuk penyempurnaan bagian penelitian selanjutnya.



### 3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Tinjauan Umum Perusahaan

Pada bab ini akan dijelaskan tentang gambaran umum PT X , penjelasan mengenai data-data yang dikumpulkan dan melakukan pengolahan data serta pembahasan dari hasil pengolahan data untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

#### 4.1.1 Profil Perusahaan

PT X berdiri pada tahun 2005, merupakan anak perusahaan dari CV. Y yang bergerak di bidang produksi *agriculture* dengan pangsa pasar domestik dan ekspor, peternakan ayam petelor, taekwood parquet flooring dan property. Melihat peluang yang ada dalam masa mendatang, pupuk organik dapat digunakan sebagai pengganti pupuk anorganik sehingga kualitas lingkungan dapat ditingkatkan kesuburannya, maka di tahun 2009 PT X melakukan ekspansi di bidang produksi pupuk organik. Perusahaan memulai usaha ini dibantu oleh tenaga profesional yang memiliki talenta penguasaan teknis di bidangnya dan mempunyai dedikasi yang tinggi dalam membangun perusahaan untuk mewujudkan visi dan misi perusahaan. Kegiatan ini juga akan membuka lapangan kerja baru antara lain, tenaga kerja, pemanfaatan limbah ternak, industri pertanian, pengangkutan dan lain-lain.

Didukung oleh fasilitas mesin, luas bangunan seluas 2700 m<sup>2</sup> dan lantai jemur 1600 m<sup>2</sup> untuk proses pengeringan, pemilahan dan fermentasi bahan baku. PT X mampu memproduksi pupuk dengan kualitas dan kuantitas yang diharapkan. Perusahaan yang menghasilkan produk pupuk organik padat granul dan pupuk padat curah ini memiliki target pasar, yaitu memenuhi dan mencukupi kebutuhan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) atau Badan Usaha Milik Swasta (BUMS), dinas- dinas yang terkait dengan kegiatan pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan dan peternakan.

#### 4.1.2 Tujuan Perusahaan

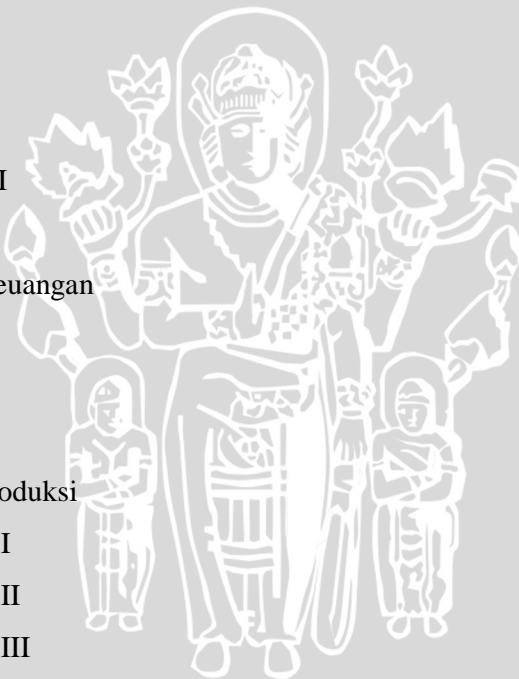
Adapun tujuan PT X dalam menjalankan perusahaannya adalah sebagai berikut :

1. Mendukung program pemerintah untuk sektor pertanian terutama program swasembada pangan murah serta penyediaan bahan baku produksi yang terjangkau dan kualitas mutu yang terjaga.
2. Penyerapan tenaga kerja yang efektif, berkualitas dan berdedikasi.

#### 4.1.3 Struktur Organisasi

Dalam menjalankan segala aktivitas produksinya, PT X memiliki struktur organisasi. Adapun struktur organisasi PT X terdiri dari :

1. Komisaris utama
2. Komisaris I
3. Komisaris II
4. Direktur Utama
5. Direktur Keuangan I
6. Direktur Keuangan II
7. Manager Keuangan
8. Assisten Manager Keuangan
9. Direktur Produksi I
10. Direktur Produksi II
11. Manager Produksi
12. Assisten Manager produksi
13. Supervisor Produksi I
14. Supervisor Produksi II
15. Supervisor Produksi III
16. Tenaga Ahli
17. Technical Service
18. Tenaga Kerja produksi



## 4.2 Proses Produksi

Proses produksi merupakan teknik merubah input menjadi *output*, sehingga hasil yang diperoleh baik berupa barang ataupun jasa memiliki nilai tambah yang lebih tinggi.

### 4.2.1 Bahan Baku Produksi

Bahan baku merupakan faktor utama dalam proses produksi. Kualitas serta kuantitas bahan baku sangat penting karena dapat menentukan efektifitas proses produksi. Bahan baku utama yang digunakan dalam proses produksi ini adalah kompos ayam dan kompos sapi yang didapatkan dari Anugerah Farm dan peternak di wilayah kabupaten Kediri. Sedangkan bahan baku penolong yang digunakan dalam proses produksi adalah Mixtro dan kapur pertanian

### 4.2.2 Peralatan produksi

Untuk menunjang kelancaran produksi pupuk organik PT X memiliki peralatan produksi antara lain :

#### 1. Mesin Crusher

Mesin crusher merupakan mesin yang digunakan sebagai penghalus bahan baku . bahan baku yang semula merupakan butiran- butiran yag besar diperhalus dengan mesin crusher. Mesin crusher bekerja secara semi otomatis, dengan bantuan sedikit tenaga manusia untuk memasukkan bahan baku dan mendorong bahan baku agar cepat masuk ke dalam mesin crusher. Bahan baku yang dimasukkan ke dalam mesin crusher memiliki berat senilai 50 kg/sak. Hasil dari penghalusan crusher ini ditampung dalam sak baru yang akan disimpan di dalam warehouse.

#### 2. Pan Granulator

Pan Granulator berbentuk seperti alat penggorengan yang berfungsi sebagai pembuat granula atau bulatan-bulatan yang sesuai dengan spesifikasi. Pada Pan Granulator juga terdapat proses pencampuran bahan dari bahan baku dasar, senyawa- senyawa kimia sesuai komposisi menjadi suatu pupuk organik.

#### 3. Dryer

Alat ini berfungsi sebagai alat pengering pupuk organik yang telah dibuat dalam bentuk granula-granula. Proses pengeringan pupuk pada alat dryer ini menggunakan tungku atau kompor dengan bahan bakar oli bekas dan suhu  $\geq 500^{\circ}$  C.



#### 4. Cooler

Cooler berfungsi sebagai alat pendingin pada pupuk yang telah dikeringkan. Pada alat ini juga dilakukan proses pemisahan ukuran granula-granula pupuk dari ukuran yang sesuai spesifikasi (on), debu, terlalu kecil (*under*) dan terlalu besar (*over*).

#### 5. Mesin Jahit Tangan

Mesin jahit tangan berfungsi pada proses pengemasan pupuk organik yang telah sesuai dengan spesifikasi pada sak ukuran 50 kg.

### 4.2.3 Proses pengolahan

Proses pengolahan pupuk organik pada PT X terdiri dari :

#### 1. Penerimaan kompos ayam dan sapi

Kompos sapi dan ayam yang dikemas dalam sak dari *supplier* peternak diterima kemudian sak-sak tersebut diletakkan pada *warehouse* bahan baku sebelum diolah.

#### 2. Penghalusan bahan

Proses penghalusan bahan dari bahan baku berupa kompos ayam dan sapi menjadi ukuran yang lebih kecil. Proses ini menggunakan mesin *crusher*. Bahan baku dari *supplier* yang diletakkan di *warehouse* di masukkan ke dalam mesin *crusher* per 50 kg. Bahan baku ini dipecah menjadi lebih kecil oleh mesin *crusher* dan dibantu oleh operator. Bahan baku yang telah dipecah ditampung dalam sak. Setelah melalui proses penghalusan ini, bahan baku ini ditimbang oleh operator seberat 50 kg/sak.

#### 3. Pencampuran bahan

Pencampuran bahan yang dimaksudkan adalah pencampuran dari bahan baku yang telah dipecah dengan Mixtro dan kapur pertanian, suatu bahan tambahan dari PT Petrokimia Gresik. Pencampuran bahan ini juga sekaligus membuat pupuk ini menjadi granula-granula atau bulatan sesuai spesifikasi. Proses ini dilakukan pada mesin Pan Granulator.

#### 4. Proses pengeringan

Proses pengeringan dilakukan pada pupuk yang telah berbentuk granula. Granula ini dikeringkan dalam tungku besar dengan bahan bakar oli bekas dan suhu  $\geq 500^{\circ}$  C.

#### 5. Proses Pemisahan Ukuran

Pada proses ini, pupuk yang telah dikeringkan oleh *dryer* kemudian diproses di *cooler* yang berfungsi sebagai pendingin setelah terjadi proses pengeringan oleh tungku. Dalam proses ini, dilakukan juga proses pemisahan ukuran granula yang

sesuai spesifikasi atau disebut dengan “on”, terlalu kecil yang disebut “under” dan terlalu besar “over”

#### 6. Pengemasan

Setelah dilakukan proses pemisahan ukuran, pupuk yang ukurannya telah sesuai dengan spesifikasi dikemas dalam sak dengan berat 50 kg/sak. Pupuk yang ukurannya terlalu besar dilakukan proses produksi ulang, sedangkan pupuk yang ukurannya terlalu kecil (debu) tidak dapat diproses kembali.

### 4.3 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data yang berhubungan dengan proses produksi dan penjadwalan tenaga kerja. Data- data tersebut antara lain adalah data waktu yang digunakan dalam menghasilkan produk pupuk organik, data jumlah mesin yang tersedia, data jumlah tenaga kerja tiap mesin, data permintaan produksi.

#### 4.3.1 Data Waktu Proses Pupuk Organik 50 kg Tiap Mesin

Dari hasil pengamatan langsung (*time study*), berikut ini merupakan waktu proses pupuk organik 50 kg pada tiap mesin. Data waktu proses akan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Waktu Proses Produksi Pupuk Organik 50 Kg Tiap Mesin.

Nama Mesin	Waktu (menit)
Mesin Crusher	2,58
Mesin Pan Granulator	5,75
Mesin Cooler	1,42

Sumber : PT X

#### 4.3.2 Data Jumlah Mesin dan Jumlah Tenaga Kerja

PT X memiliki mesin yang telah disebutkan pada pembahasan sebelumnya. Mesin- mesin tersebut memiliki jumlah tertentu sesuai dengan kebutuhan dari pihak perusahaan. Dalam menjalankan mesin tersebut, diperlukan bantuan tenaga kerja dalam menjalankan mesin. Jumlah tenaga kerja tersebut berbeda tiap mesin sesuai dengan kebutuhan masing-masing mesin. Penjelasan mengenai jumlah mesin dan tenaga kerja yang menangani disajikan pada Tabel 4.2.



Tabel 4.2 Jumlah Mesin dan Jumlah Tenaga Kerja

Nama Mesin	Total Mesin	Total Tenaga Kerja per Shift	Total Tenaga Kerja
Mesin Crusher	2	12	24
Mesin Pan Granulator	4	8	16
Mesin Cooler	1	3	6

Sumber : PT X

Penjelasan lebih lanjut mengenai jumlah tenaga kerja yang menangani tiap mesin dan tugas dari masing- masing tenaga kerja akan ditampilkan melalui *Gang Process Chart*. Hal ini dapat dilihat pada lampiran A.

#### 4.4 Modifikasi Algoritma Tibrewala, Phillippe dan Browne

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi terhadap Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne. Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne dikarenakan terdapat beberapa perbedaan pada sistem yang dihadapi. Perbedaan tersebut antara lain pada Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne hanya terdapat 1 shift dalam 1 hari, penentuan hari libur dilakukan dengan memilih kebutuhan tenaga kerja yang paling sedikit dengan ketentuan hari libur yang dipilih tersebut berturut-turut. Sedangkan pada PT X, dengan permintaan akan produk pupuk organik yang semain meningkat, PT X melakukan *improvement* produksi dengan menjadwalkan tenaga kerjanya menjadi 3 shift kerja untuk memenuhi permintaan tersebut. Selain itu *management* memberikan kebijakan pada hari Minggu wajib diliburkan untuk *Plan Maintenance*. Dengan adanya perbedaan tersebut, maka dilakukan modifikasi terhadap Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.

Dengan mempertimbangkan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, performansi kerja serta interaksi sosial yang dialami oleh pekerja, maka sebaiknya perlu diperhatikan pemilihan sistem shift. Sesuai dengan Teori Schwanzenau yang dikemukakan oleh Grandjean mengenai aspek-aspek yang mempengaruhi pembuatan jadwal shift kerja antara lain kerja malam 3 hari berturut- turut harus segera diikuti istirahat paling sedikit 24 jam, rotasi pendek lebih baik daripada rotasi panjang dan harus dihindarkan kerja malam secara terus menerus, serta rotasi yang baik adalah 2- 2- 2 (metropolitan pola) atau 2- 2- 3 (continental pola), maka digunakanlah hal ini sebagai dasar pertimbangan dalam modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.

Modifikasi algoritma bertujuan untuk mengakomodasi waktu produksi 3 shift per hari dengan 6 hari per minggu, dimana tenaga kerja bekerja 5 hari per minggu dengan



pergantian 3 shift serta libur 2 hari yaitu di hari Minggu sesuai kebijakan perusahaan dan 1 hari setelah shift 3.

Tabel 4.3 Perbedaan antara Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne dengan Sistem pada PT X

No	Aspek	Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne	Sistem
1	Banyak shift dalam 1 hari	1 shift	3 shift
2	Aturan hari libur	libur 2 hari berturut-turut (hari Minggu tidak selalu libur)	libur di hari Minggu dan 1 hari setelah shift 3
3	Pergantian shift	tidak ada pergantian shift karena hanya terdapat 1 shift dalam 1 hari	terdapat pergantian 3 shift dalam 5 hari kerja untuk tiap tenaga kerja

Penjadwalan tenaga kerja dengan menggunakan Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne terdiri dari 3 langkah yang diulangi secara iteratif hingga nilai kebutuhan tenaga kerja bernilai 0 atau negatif. Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne mengubah dan menambahkan dari tiga langkah menjadi lima langkah, antara lain mengubah format tabel tabular penjadwalan tenaga kerja untuk tiga shift, serta mengubah aturan pemilihan hari libur.

Perubahan aturan pemilihan hari libur dilakukan karena adanya beberapa pertimbangan dan *constraint*. Berikut ini merupakan pemaparan perubahan aturan hari libur pada modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.

Preposisi 1 :

Memilih hari libur dengan kebutuhan tenaga kerja yang paling sedikit

$$\text{Min } \{D_i\}, \forall_i$$

Dimana :

$D_i$  = kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut

$i$  = Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jum'at, Sabtu

Preposisi 2 :

Setelah hari libur menjadwalkan pada shift 1 yang kebutuhan tenaga kerjanya paling banyak, pemilihan hari libur sebelum shift 1 adalah memilih hari dimana keesokan harinya kebutuhan tenaga kerja pada shift 1 paling banyak

$$\text{Max} \{ D_{1+i} \}$$

Dimana :

$D_{1+i}$  = kebutuhan tenaga kerja pada shift I setelah hari libur

Preposisi 3 :

sebelum hari libur menjadwalkan pada shift 3 yang kebutuhan tenaga kerjanya paling banyak, pemilihan hari libur setelah shift 3 adalah memilih hari dimana hari sebelumnya kebutuhan tenaga kerja pada shift 3 paling banyak.

$$\text{Max} \{ D_{3-i} \}$$

Dimana :

$D_{3-i}$  = kebutuhan tenaga kerja pada shift III sebelum hari libur

Lemma 1 :

Pemilihan hari libur yang baik adalah pada saat kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut paling sedikit dengan mempertimbangkan kebutuhan tenaga kerja pada shift 1 setelah hari libur yang paling banyak dimana pemilihan hari libur sebelum shift 1 adalah memilih hari libur dimana keesokan harinya kebutuhan tenaga kerja pada shift 1 paling banyak dan mempertimbangkan kebutuhan tenaga kerja pada shift 3 sebelum hari libur yang paling banyak dimana pemilihan hari libur setelah shift 3 adalah memilih hari libur dimana hari sebelumnya kebutuhan tenaga kerja pada shift 3 paling banyak.

Berdasarkan prinsip pemilihan tersebut, maka optimasi hari libur ditunjukkan pada persamaan (4-1)

$$\max L = (D_{3-i} + D_{1+i}) - D_i \quad (4-1)$$

Dimana :

$L$  = Optimasi hari libur

$L$  =  $\{ \min D_i ; \max D_{3-i} ; \max D_{1+i} \}$

Dari penjelasan persamaan penentuan pemilihan hari libur serta pertimbangan – pertimbangan yang ada pada sistem maka modifikasi algoritmanya menjadi sebagai berikut :

1. Tentukan kebutuhan tenaga kerja per hari kerja dalam satu minggu. Bagi kebutuhan tenaga per hari kerja dalam kebutuhan tiap *shift* dalam format tabular seperti pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Tabel Format Tabular Penjadwalan Tenaga Kerja

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari																			
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift																			
L																			

2. Pilih hari libur berdasarkan nilai terbesar yang dihasilkan dari rumus kebutuhan tenaga kerja pada shift III sebelum hari libur ditambah kebutuhan tenaga kerja pada shift I setelah hari libur dikurangi kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut. Pilih dengan memberikan tanda nilai 0. Seperti dijelaskan pada rumus (4-2)

$$L = (D_{3i-1} + D_{1i+1}) - D_i \quad (4-2)$$

Dimana:

L = hari libur yang dipilih

$D_i$  = kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut

$D_{1i+1}$  = kebutuhan tenaga kerja pada shift I setelah hari libur

$D_{3i-1}$  = kebutuhan tenaga kerja pada shift III sebelum hari libur

3. Satu hari setelah hari libur (bukan hari Minggu), jadwalkan pada shift I dengan memberikan tanda nilai -1. Satu hari sebelum hari libur, jadwalkan pada shift III dengan memberikan tanda nilai -1. Dan di tengah keduanya, jadwalkan pada shift II dengan memberikan tanda -1.
4. Pada hari-hari yang tersisa bandingkan kebutuhan tenaga kerja pershiftnya. Kebutuhan tenaga kerja per shift pada shift I dan II pada hari antara terjadwal shift I dan hari terjadwal shift II, serta kebutuhan tenaga kerja per shift II dan III pada hari terjadwal shift II dan hari terjadwal shift III. Kebutuhan tenaga kerja pershift yang lebih besar yang dijadwalkan dengan memberikan nilai -1.
5. Satu tenaga kerja telah terjadwalkan. Jumlahkan kebutuhan per shift dengan jadwalnya yang telah diberi tanda 0 dan -1, menjadi kebutuhan per shift yang baru. Kebutuhan per hari diperbarui dengan berdasarkan kebutuhan per shift baru yang positif. Jika semua kebutuhan per shift telah bernilai 0 atau negatif, berarti penjadwalan telah lengkap, namun jika belum, dilanjutkan mulai langkah 2.



#### 4.5 Pengolahan Data

Setelah diperoleh data-data yang diperlukan, selanjutnya data-data tersebut digunakan untuk pengolahan data. Langkah-langkah pengolahan data tersebut antara lain:

##### 4.5.1 Kebutuhan Mesin

Dengan permintaan akan produk pupuk organik yang semakin meningkat, PT X melakukan *improvement* produksi dengan menjadwalkan tenaga kerjanya menjadi 3 shift kerja untuk memenuhi permintaan tersebut. Sebelum melakukan hal tersebut, perusahaan menentukan jumlah kebutuhan mesin dari volume produksi. Penentuan jumlah mesin ini juga mempengaruhi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan oleh perusahaan yang akan dijadwalkan kelak. Penentuan jumlah mesin dilakukan pada seluruh mesin yang ada pada PT X. Persamaan (2-1) digunakan dalam menghitung jumlah mesin yang dibutuhkan dalam proses produksi PT X.

##### 4.5.1.1 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Mesin

PT X memiliki mesin crusher, mesin Pan Granulator, mesin dryer dan mesin cooler. Dari data mesin yang telah ada, diperlukan perhitungan kembali mengenai kapasitas yang dapat dipenuhi oleh mesin. Kebutuhan akan mesin yang dibutuhkan dalam memenuhi target produksinya. Yang perlu diketahui dalam menghitung jumlah kebutuhan akan mesin adalah target unit produksi, waktu proses, efisiensi mesin, dan jumlah jam kerja dalam sehari.

Perhitungan jumlah mesin didapatkan dari persamaan (2-1). Permintaan produk sejumlah 36 ton/hari atau 720 unit pupuk organik kemasan 50 kg.

Misalkan perhitungan pada mesin Crusher :

Diketahui :

P = 720 unit

T = 2,58 menit

D = 24 jam

E = 0,8

$$N = \frac{2,58}{60} \frac{720}{24 \times 0,8} = 1,61 = 2$$

Sehingga, dibutuhkan 2 mesin Crusher dalam mencapai volume produksi yang ditargetkan. Hal ini menyatakan bahwa tidak diperlukannya penambahan mesin pada PT

X. Begitu juga pada mesin Pan Granulator dan mesin Cooler. Dibutuhkan 4 mesin Pan Granulator dan 1 mesin Cooler dalam melaksanakan proses produksi di PT X. Tabel 4.5 menunjukkan jumlah kebutuhan mesin pada proses produksi PT X.

Tabel 4.5. Perhitungan Jumlah Kebutuhan Mesin PT X

Nama Mesin	N	Jumlah Mesin yang Dibutuhkan
Mesin Crusher	1,61	2
Mesin Pan Granulator	3,59	4
Mesin Cooler	0,89	1

#### 4.6 Penjadwalan Tenaga Kerja Tiap Mesin

Penjadwalan yang dilakukan pada penelitian ini adalah penjadwalan terhadap tenaga kerja pada masing- masing mesin.

##### 4.6.1 Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher

Mesin crusher merupakan mesin yang digunakan sebagai penghalus bahan baku. Seperti yang telah dijelaskan pada poin sebelumnya, terdapat 2 mesin crusher pada PT X. Pada masing- masing mesin crusher ditangani oleh 6 tenaga kerja yang memiliki tugas masing-masing.

Pada penelitian ini, penjadwalan tenaga kerja pada mesin Crusher menggunakan algoritma Tibrewalla, Philippe dan Browne yang dimodifikasi. Seperti pada penjelasan modifikasi dari algoritma tersebut, pada awalnya ditentukan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada hari dan shift tersebut. Kemudian, menentukan hari libur tenaga kerja dengan rumus persamaan (4-1).

Selanjutnya, menjadwalkan satu hari setelah hari libur (bukan hari Minggu), menjadwalkan pada shift I dengan memberikan tanda nilai -1. Satu hari sebelum hari libur, menjadwalkan pada shift III dengan memberikan tanda nilai -1. Dan di tengah keduanya, menjadwalkan pada shift II dengan memberikan tanda -1. Menjadwalkan tenaga kerja pada shift I setelah hari libur diharapkan pekerja dapat kembali beraktifitas bekerja dalam keadaan optimal setelah beristirahat. Kemudian, maksud dari menjadwalkan shift III pada satu hari sebelum hari libur (bukan hari Minggu) diharapkan setelah shift III, pekerja dapat beristirahat untuk memulihkan stamina dalam bekerja, mengingat minimal istirahat yang diperlukan bagi pekerja shift III adalah 11 jam setelah bekerja malam. Selanjutnya, di antara keduanya dijadwalkan untuk shift II dengan maksud sebagai arah transisi rotasi shift, dari shift I, II dan III.

Pada hari-hari yang tersisa, membandingkan kebutuhan tenaga kerja pershiftnya. Kebutuhan tenaga kerja per shift pada shift I dan II pada hari antara terjadwal shift I dan hari terjadwal shift II, serta kebutuhan tenaga kerja per shift II dan III pada hari terjadwal shift II dan hari terjadwal shift III. Kebutuhan tenaga kerja per shift yang lebih besar yang dijadwalkan dengan memberikan nilai -1. Hal ini bertujuan agar kebutuhan tenaga kerja pada tiap shift terbagi merata setiap harinya.

**4.6.1.1 Iterasi Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher**

Langkah- langkah penjadwalan tenaga kerja mesin Crusher dengan menggunakan Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne adalah :

1. Menentukan kebutuhan tenaga kerja per hari kerja dalam satu minggu. Bagi kebutuhan tenaga per hari kerja dalam kebutuhan tiap *shift* dalam format tabular seperti pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Format Tabular Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

2. Langkah kedua adalah menentukan hari libur, langkah- langkah tersebut antara lain:
  - a. Memilih hari libur berdasarkan nilai terbesar yang dihasilkan dari rumus kebutuhan tenaga kerja pada shift III sebelum hari libur ditambah kebutuhan tenaga kerja pada shift I setelah hari libur dikurangi kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut. Pilih dengan memberikan tanda nilai 0. Seperti dijelaskan pada rumus (4-2). Misalnya menentukan nilai hari libur di hari Rabu Jumlah kebutuhan tenaga kerja pada hari tersebut adalah 36, kebutuhan tenaga kerja pada hari sebelumnya (Jumat) shift III adalah 12, dan kebutuhan tenaga kerja pada hari setelahnya (Senin) pada shift I adalah 12. Sehingga:

$$L = (D_{3i-1} + D_{1i+1}) - D_i$$

$$L = (12 + 12) - 36$$

$$L = -12$$



Tabel 4.7 Penentuan L pada Iterasi 1 di Hari Rabu

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal																			
Kebutuhan Baru																			
L									-12										

$D_{3_{i-1}}$

$D_i$

$D_{1_{i+1}}$

Melakukan langkah perhitungan yang sama pada perhitungan L pada hari-hari yang lain.

Tabel 4.8 Penentuan L pada Iterasi 1 pada Semua Hari

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal																			
Kebutuhan Baru																			
L		-12			-12			-12			-12			-12			-12		

- b. Setelah melakukan perhitungan L, langkah selanjutnya adalah memilih nilai L yang paling besar. Hal ini sesuai dengan faktor- faktor yang telah dijelaskan sebelumnya. Karena pada iterasi 1 ini nilai L sama yaitu -12, maka dipilih nilai L yang paling beralasan. Pada penelitian ini dipilih hari Sabtu dengan alasan agar berurutan dengan hari Minggu. Memilih hari libur dengan memberikan tanda nilai 0. Hari libur yang dipilih ditandai dengan judul kolom yang diarsir.

Tabel 4.9 Penentuan Hari Libur

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu	Minggu		
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36	0		
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal																0	0	0	
Kebutuhan Baru																			
L		-12			-12			-12			-12			-12			-12		

- 3. Satu hari setelah hari libur (bukan hari Minggu) dalam iterasi 1 ini adalah hari Senin, jadwalkan pada shift I dengan memberikan tanda nilai -1. Satu hari sebelum hari libur dalam iterasi ini adalah hari Jumat , jadwalkan pada shift III dengan memberikan tanda nilai -1. Dan di tengah keduanya yaitu hari Rabu, jadwalkan pada shift II dengan memberikan tanda -1.

Tabel 4.10 Penugasan pada Shift III Sebelum Hari Libur, Shift I Setelah Hari Libur dan Shift II diantara Keduanya.

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal	-1							-1							-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru																			
L	-12			-12			-12			-12			-12			-12			

4. Pada hari-hari yang tersisa membandingkan kebutuhan tenaga kerja pershiftnya. Kebutuhan tenaga kerja per shift pada shift I dan II pada hari antara terjadwal shift I dan hari terjadwal shift II yaitu hari Selasa, serta kebutuhan tenaga kerja per shift II dan III pada hari terjadwal shift II dan hari terjadwal shift III yaitu hari Kamis. Kebutuhan tenaga kerja pershift yang lebih besar yang dijadwalkan dengan memberikan nilai -1. Karena nilai dari kebutuhan nilai tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sama, maka dapat dipilih penugasan pada shift I atau shift II pada hari antara terjadwal shift I dan hari terjadwal shift II yaitu hari Selasa, pada iterasi ini dipilih pada shift II. Kemudian pada hari terjadwal shift II dan hari terjadwal shift III yaitu hari Kamis ditugaskan pada shift III, sehingga bentuk penjadwalan pada iterasi 1 ini adalah shift I pada hari Senin, shift I pada hari Selasa dan Rabu, shift III pada hari Kamis dan Jumat, serta libur di hari Sabtu dan Minggu.

Tabel 4.11 Penugasan pada Hari di Antara Shift I dan Shift II serta di Antara Shift II dan Shift III

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal	-1				-1			-1				-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru																			
L	-12			-12			-12			-12			-12			-12			

5. Setelah melakukan penugasan dengan mengurangi dengan -1, langkah selanjutnya adalah menjumlah kebutuhan baru yang digunakan sebagai kebutuhan per shift pada iterasi selanjutnya.

Tabel 4.12 Perhitungan Kebutuhan Baru

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal	-1				-1			-1				-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
L	-12			-12			-12			-12			-12			-12			

Iterasi 1 telah selesai dilakukan, satu tenaga telah terjadwalkan, langkah-langkah di atas dilakukan secara iteratif hingga semua kebutuhan per shift telah bernilai 0 atau

negatif. Jika semua kebutuhan per shift telah bernilai 0 atau negatif, berarti penjadwalan telah lengkap, namun jika belum, dilanjutkan mulai langkah 2.

Penjadwalan pada mesin Crusher membutuhkan iterasi sebanyak 45 iterasi. Jumlah iterasi yang dilakukan menunjukkan jumlah tenaga kerja yang diperlukan dalam proses produksi pada mesin Crusher. Pada iterasi ke-45, jumlah kebutuhan tenaga kerja telah bernilai  $\leq 0$  yang menunjukkan bahwa kebutuhan tenaga kerja tiap shift tiap hari telah terpenuhi, sehingga tidak diperlukan pengulangan iterasi. Tabel 4.13 merupakan iterasi-iterasi yang dilakukan pada Penjadwalan Mesin Crusher dengan menggunakan modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne.





Tabel 4.13 Iterasi Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

## Iterasi 1

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	36			36			36			36			36			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Jadwal	-1				-1			-1				1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	11	12	12	12	11	12	12	11	12	12	12	11	12	12	11	12	12	12	
L	-12			-12			-12			-12			-12			-12			

## Iterasi 2

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	35			35			35			35			35			36			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	11	12	12	12	11	12	12	11	12	12	12	11	12	12	11	12	12	12	
Jadwal	0	0	0	-1			-1				-1			-1				-1	
Kebutuhan Baru	11	12	12	11	11	12	11	11	12	12	11	11	12	11	11	12	12	11	
L	-11			-11			-11			-11			-12			-14			

## Iterasi 3

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	35			34			34			34			34			35			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	11	12	12	11	11	12	11	11	12	12	11	11	12	11	11	12	12	11	
Jadwal			-1			-1	0	0	0	-1					-1			-1	
Kebutuhan Baru	11	12	11	11	11	11	11	11	12	11	11	11	11	11	11	12	11	11	
L	-13			-11			-10			-10			-11			-13			

## Iterasi 4

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	34			33			34			33			33			34			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	11	12	11	11	11	11	11	11	12	11	11	11	11	11	11	12	11	11	
Jadwal		-1			-1				-1		-1		0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	11	11	11	11	10	11	11	11	11	11	11	10	11	11	11	11	11	11	
L	-12			-11			-12			-10			-10			-12			

## Iterasi 5

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	33			32			33			32			33			33			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	11	11	11	11	10	11	11	11	11	11	11	10	11	11	11	11	11	11	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1				-1					-1
Kebutuhan Baru	11	11	10	11	10	11	10	11	11	10	11	10	11	10	11	11	11	10	
L	-11			-10			-11			-10			-12			-11			

## Iterasi 6

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	32			32			32			31			32			32			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	11	11	10	11	10	11	10	11	11	10	11	10	11	10	11	11	11	10	
Jadwal		-1				-1			-1	0	0	0	-1			-1			
Kebutuhan Baru	11	10	10	11	10	10	10	11	10	10	11	10	10	10	11	10	11	10	
L	-11			-12			-11			-9			-11			-10			

## Iterasi 7

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	31			31			31			31			31			31			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	11	10	10	11	10	10	10	11	10	10	11	10	10	10	11	10	11	10	
Jadwal	-1			-1				-1			-1				-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	
L	-10			-11			-11			-11			-11			-9			

## Iterasi 8

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	30			30			30			30			30			31			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	
Jadwal	0	0	0	-1				-1			-1				-1			-1	
Kebutuhan Baru	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	9	10	10	10	9	10	11	9	
L	-10			-10			-10			-10			-10			-11			

## Iterasi 9

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	30			29			29			29			29			30			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	9	10	10	10	9	10	11	9	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1				-1			-1		
Kebutuhan Baru	10	10	9	9	10	10	9	9	10	9	9	10	10	9	9	10	10	9	
L	-12			-9			-9			-9			-9			-11			



## Iterasi 10

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	29			29			28			28			28			29			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	10	10	9	9	10	10	9	9	10	9	9	10	10	9	9	10	10	9	
Jadwal	-1				-1				-1			-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	9	10	9	9	9	10	9	9	9	9	9	9	10	9	9	9	10	9	
L	-11			-11			-9			-8			-8			-10			

## Iterasi 11

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	28			28			27			27			28			28			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	9	10	9	9	9	10	9	9	9	9	9	9	10	9	9	9	10	9	
Jadwal		-1				-1	0	0	0	-1			-1					-1	
Kebutuhan Baru	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	
L	-10			-10			-8			-8			-10			-10			

## Iterasi 12

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	27			27			27			26			27			27			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	
Jadwal		-1				-1			-1	0	0	0	-1			-1			
Kebutuhan Baru	9	8	9	9	9	8	9	9	8	8	9	9	8	9	9	8	9	9	
L	-9			-9			-10			-8			-9			-9			

Iterasi 13

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	26			26			26			26			26			26			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	9	8	9	9	9	8	9	9	8	8	9	9	8	9	9	8	9	9	
Jadwal	-1			-1				-1				-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	8	8	9	8	9	8	9	8	8	8	9	8	8	9	8	8	9	9	
L	-8			-8			-10			-10			-9			-8			

Iterasi 14

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	25			25			25			25			25			26			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	8	8	9	8	9	8	9	8	8	8	9	8	8	9	8	8	9	9	
Jadwal			-1	0	0	0	-1					-1		-1				-1	
Kebutuhan Baru	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	
L	-8			-7			-9			-9			-9			-10			

Iterasi 15

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	24			25			24			24			24			25			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	
Jadwal		-1				-1			-1	0	0	0	-1					-1	
Kebutuhan Baru	8	7	8	8	9	7	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	
L	-8			-9			-8			-8			-8			-9			

## Iterasi 16

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	23			24			23			24			23			24			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	8	7	8	8	9	7	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	
Jadwal	-1				-1			-1				-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	7	7	8	8	8	7	8	7	7	8	8	7	7	8	8	7	8	8	
L	-7			-8			-8			-10			-7			-8			

## Iterasi 17

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	22			23			22			23			23			23			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	7	7	8	8	8	7	8	7	7	8	8	7	7	8	8	7	8	8	
Jadwal	0	0	0	-1			-1				-1				-1			-1	
Kebutuhan Baru	7	7	8	7	8	7	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7	8	7	
L	-6			-7			-7			-9			-9			-8			

## Iterasi 18

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	22			22			21			22			22			22			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	7	7	8	7	8	7	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7	8	7	
Jadwal			-1			-1	0	0	0	-1				-1				-1	
Kebutuhan Baru	7	7	7	7	8	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
L	-8			-7			-6			-8			-8			-8			



Iterasi 19

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	21			21			21			21			21			21			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	7	7	7	7	8	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Jadwal	-1				-1			-1				-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	6	7	7	7	7	6	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	
L	-7			-7			-8			-7			-7			-7			

Iterasi 20

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	20			20			20			20			21			20			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	6	7	7	7	7	6	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1				-1			-1		
Kebutuhan Baru	6	7	6	7	7	6	6	6	7	6	7	6	7	6	7	6	6	7	
L	-6			-6			-7			-6			-9			-7			

Iterasi 21

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	19			20			19			19			20			19			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	6	7	6	7	7	6	6	6	7	6	7	6	7	6	7	6	6	7	
Jadwal	0	0	0	-1				-1			-1				-1			-1	
Kebutuhan Baru	6	7	6	6	7	6	6	5	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	
L	-5			-8			-7			-5			-8			-6			

Iterasi 22

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	19			19			18			18			19			18			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	6	7	6	6	7	6	6	5	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	
Jadwal		-1			-1				-1	0	0	0	-1				-1		
Kebutuhan Baru	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	
L	-7			-7			-6			-4			-7			-6			

Iterasi 23

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	18			18			17			18			18			17			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	
Jadwal	-1			-1			-1					-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	5	6	6	5	6	6	6	4	6	6	6	5	6	6	5	5	6	6	
L	-6			-6			-5			-6			-7			-5			

Iterasi 24

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	17			17			16			17			17			17			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	5	6	6	5	6	6	6	4	6	6	6	5	6	6	5	5	6	6	
Jadwal			-1			-1	0	0	0	-1			-1					-1	
Kebutuhan Baru	5	6	5	5	6	5	6	4	6	5	6	5	5	6	5	5	5	6	
L	-6			-5			-4			-5			-7			-7			

## Iterasi 25

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	16			16			16			16			16			16			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	5	6	5	5	6	5	6	4	6	5	6	5	5	6	5	5	5	6	
Jadwal	0	0	0	-1			-1				-1			-1				-1	
Kebutuhan Baru	5	6	5	4	6	5	5	4	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
L	-5			-5			-6			-5			-6			-6			

## Iterasi 26

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	16			15			15			15			15			15			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	5	6	5	4	6	5	5	4	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Jadwal		-1			-1			-1		0	0	0	-1				-1		
Kebutuhan Baru	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5
L	-7			-5			-5			-4			-5			-5			

## Iterasi 27

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	15			14			14			15			14			14			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1				-1				-1	
Kebutuhan Baru	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4
L	-6			-4			-4			-6			-5			-4			



Iterasi 28

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	14			14			13			14			13			13			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	
Jadwal	-1				-1			-1				-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	4	5	4	4	4	5	4	3	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	
L	-6			-6			-4			-5			-4			-3			

Iterasi 29

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	13			13			12			13			12			13			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	4	5	4	4	4	5	4	3	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	
Jadwal		-1				-1	0	0	0	-1			-1				-1		
Kebutuhan Baru	4	4	4	4	4	4	4	3	5	3	5	4	3	4	4	4	4	4	
L	-5			-5			-3			-4			-4			-5			

Iterasi 30

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	12			12			12			12			11			12			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	4	4	4	4	4	4	4	3	5	3	5	4	3	4	4	4	4	4	
Jadwal	-1				-1				-1			-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	5	3	3	4	4	3	4	4	
L	-4			-4			-5			-4			-3			-4			

## Iterasi 31

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	11			11			11			11			11			11			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	5	3	3	4	4	3	4	4	
Jadwal	0	0	0	-1			-1				-1				-1			-1	
Kebutuhan Baru	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	
L	-3			-3			-4			-4			-5			-4			

## Iterasi 32

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	11			10			10			10			10			10			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	
Jadwal			-1	0	0	0	-1				-1			-1				-1	
Kebutuhan Baru	3	4	3	3	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	2	
L	-5			-3			-3			-3			-4			-4			

## Iterasi 33

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	10			10			9			9			9			9			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	3	4	3	3	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	2	
Jadwal		-1				-1	0	0	0	-1			-1				-1		
Kebutuhan Baru	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	3	2	3	3	3	3	2	
L	-5			-5			-2			-2			-3			-3			

## Iterasi 34

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	9			9			9			8			8			8			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	3	2	3	3	3	3	2	
Jadwal	0	0	0	-1				-1				-1			-1			-1	
Kebutuhan Baru	3	3	3	2	3	3	2	2	4	2	2	3	2	3	2	3	3	1	
L	-4			-4			-4			-2			-2						

## Iterasi 35

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	9			8			8			7			7			7			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	3	3	3	2	3	3	2	2	4	2	2	3	2	3	2	3	3	1	
Jadwal	-1				-1				-1			-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	
L	-6			-3			-3			-1			-1			-2			

## Iterasi 36

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	8			7			7			6			7			6			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	1	
Jadwal		-1				-1			-1	0	0	0	-1					-1	
Kebutuhan Baru	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	1	
L	-5			-2			-2			-1			-3			-2			



Iterasi 37

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	7			6			6			6			6			5			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	1	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1				-1				-1	
Kebutuhan Baru	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	0	
L	-4			-1			-2			-3			-2			-1			

Iterasi 38

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	6			6			5			5			5			4			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	0	
Jadwal		-1			-1				-1			-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2	0	
L	-4			-3			-2			-2			-1			0			

Iterasi 39

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	5			5			4			4			5			3			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2	0	
Jadwal	-1			-1			-1			-1					-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	0	
L	-3			-2			-1			-2			-3			1			

## Iterasi 40

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	4			4			3			3			4			3			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	0	
Jadwal			-1			-1	0	0	0	-1				-1			-1		
Kebutuhan Baru	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	
L	-3			-1			0			-1			-2			-1			

## Iterasi 41

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	3			3			3			2			3			2			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	
Jadwal	-1			-1			-1					-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	
L	-2			-1			-2			0			-1			0			

## Iterasi 42

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	2			2			2			1			2			2			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	
Jadwal		-1				-1			-1	0	0	0	-1				-1		
Kebutuhan Baru	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	
L	-2			0			-1			1			-1			-2			

Iterasi 43

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	1			1			1			1			1			1			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	
Jadwal			-1	0	0	0	-1				-1			-1				-1	
Kebutuhan Baru	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	
L	-1			1			-1			-1			-1						

Iterasi 44

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	0			1			0			0			0			0			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	
Jadwal	-1				-1			-1				-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	0	1	-1	
L	-1			-1			0			0			0			0			

Iterasi 45

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	-1			0			-1			-1			-1			0			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	0	1	-1	
Jadwal			-1			-1	0	0	0	-1			-1				-1		
Kebutuhan Baru	-1	0	-1	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	0	-1	0	0	-1	
L	0			0			1			1			0			-2			



Tabel 4.14 Tabel Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher

Tenaga Kerja	Hari Kerja																	
	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu		
1	1			2			2			3			3			L		L
2	L			1			1			2			2			3		L
3	3			3			L			1			1			2		L
4	2			2			3			3			L			1		L
5	3			L			1			1			2			3		L
6	2			3			3			L			1			1		L
7	1			1			2			2			3			L		L
8	L			1			2			2			3			3		L
9	3			L			1			1			2			2		L
10	1			2			3			3			L			1		L
11	2			3			L			1			1			2		L
12	2			3			3			L			1			1		L
13	1			1			2			3			3			L		L
14	3			L			1			2			2			3		L
15	2			3			3			L			1			2		L
16	1			2			2			3			L			1		L
17	L			1			1			2			3			3		L
18	3			3			L			1			2			2		L
19	1			2			2			3			L			1		L
20	3			L			1			1			2			2		L
21	L			1			2			2			3			3		L
22	2			2			3			L			1			1		L
23	1			1			2			3			3			L		L
24	3			3			L			1			1			2		L
25	L			1			1			2			2			3		L
26	2			2			3			L			1			1		L
27	3			L			1			1			2			3		L
28	1			2			2			3			3			L		L
29	2			3			L			1			1			2		L
30	1			2			3			3			L			1		L
31	L			1			1			2			3			3		L
32	3			L			1			2			2			3		L
33	2			3			L			1			1			2		L
34	L			1			2			2			3			3		L
35	1			2			3			3			L			1		L
36	2			3			3			L			1			2		L
37	3			L			1			1			2			3		L
38	2			2			3			3			L			1		L
39	1			1			2			2			3			L		L
40	3			3			L			1			2			2		L
41	1			1			2			3			3			L		L
42	2			3			3			L			1			1		L
43	3			L			1			2			2			3		L
44	1			2			2			3			3			L		L
45	3			3			L			1			1			2		L
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Jumlah	13	12	13	12	12	13	12	13	12	13	12	13	13	12	12	12	12	13
Kebutuhan per shift	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Overstaffing	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1

#### 4.6.1.2 Analisis Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Crusher

Dari Tabel 4.14 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan algoritma Tibrewalla, Phillipe dan Browne yang telah dimodifikasi, permasalahan yang ada dapat dijadwalkan secara iteratif hingga iterasi ke-45. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sebanyak 45 orang, dengan perincian 8 orang libur di hari Sabtu-Minggu, 7 orang libur Senin dan Minggu, 8 orang Selasa dan Minggu, 8 orang libur di hari Rabu dan Minggu, 7 orang libur di hari Kamis dan Minggu, 7 orang libur hari Jumat dan Minggu.

Berdasarkan total kebutuhan tenaga kerja 6 hari kerja seluruh shift mulai hari Senin hingga Sabtu sebesar 216 *man-days*. Penjadwalan tenaga kerja dengan 3 shift dengan 1 hari libur setelah shift tiga dan hari Minggu libur membutuhkan 225 *man-days* sehingga membutuhkan 9 *man-days* tenaga kerja lebih banyak. *Overstaffing* ini bermanfaat untuk mengisi kekosongan personil tenaga kerja ketika ada tenaga kerja yang tidak dapat masuk kerja karena sakit, ijin maupun cuti.

#### 4.6.2 Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Pan Granulator

Pada penjadwalan pada mesin Pan Granulator, dilakukan langkah yang sama dengan mesin Crusher. Iterasi- iterasi tersebut dapat dilihat pada lampiran 4. Tabel 4.15 menyajikan kesimpulan dari iterasi- iterasi yang telah dilakukan.

Dari Tabel 4.15, dapat diketahui bahwa dengan menggunakan algoritma Tibrewalla, Phillipe dan Browne yang telah dimodifikasi, permasalahan yang ada dapat dijadwalkan secara iteratif hingga iterasi ke-29. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sebanyak 29 orang, dengan perincian 5 orang libur di hari Sabtu-Minggu, 5 orang libur Senin dan Minggu, 5 orang Selasa dan Minggu, 4 orang libur di hari Rabu dan Minggu, 5 orang libur di hari Kamis dan Minggu, 5 orang libur hari Jumat dan Minggu.

Berdasarkan total kebutuhan tenaga kerja 6 hari kerja seluruh shift mulai hari Senin hingga Sabtu sebesar 144 *man-days*. Penjadwalan tenaga kerja dengan 3 shift dengan 1 hari libur setelah shift tiga dan hari Minggu libur membutuhkan 145 *man-days* sehingga membutuhkan 1 *man-days* tenaga kerja lebih banyak. *Overstaffing* ini bermanfaat untuk mengisi kekosongan personil tenaga kerja ketika ada tenaga kerja yang tidak dapat masuk kerja karena sakit, ijin maupun cuti.

Tabel 4.15 Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Pan Granulator

Tenaga Kerja	Hari Kerja																		
	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
1	1			2			2			3			3			L		L	
2	L			1			1			2			2			3		L	
3	3			3			L			1			1			2		L	
4	2			2			3			3			L			1		L	
5	3			L			1			1			2			3		L	
6	2			3			3			L			1			1		L	
7	1			1			2			2			3			L		L	
8	L			1			2			2			3			3		L	
9	3			L			1			1			2			2		L	
10	1			2			3			3			L			1		L	
11	2			3			L			1			1			2		L	
12	2			3			3			L			1			1		L	
13	1			1			2			3			3			L		L	
14	3			L			1			2			2			3		L	
15	2			3			3			L			1			2		L	
16	1			2			3			3			L			1		L	
17	L			1			1			2			3			3		L	
18	3			3			L			1			2			2		L	
19	1			2			2			3			3			L		L	
20	L			1			1			2			2			3		L	
21	1			2			2			3			L			1		L	
22	2			3			3			L			1			2		L	
23	3			L			1			1			2			2		L	
24	3			3			L			1			1			2		L	
25	L			1			2			2			3			3		L	
26	2			2			3			3			L			1		L	
27	1			1			2			2			3			L		L	
28	3			L			1			1			2			3		L	
29	2			2			3			L			1			1		L	
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Jumlah	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Kebutuhan per shift	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Overstaffing	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



### 4.6.3 Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Cooler

Seperti mesin-mesin yang lain, penjadwalan mesin Cooler juga menggunakan modifikasi algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne. Iterasi- iterasi penjadwalan pada Mesin Cooler ditampilkan pada Lampiran 5. Dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan tiap shift sejumlah 3 orang, maka penjadwalan mesin Cooler dapat ditampilkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 menjelaskan bahwa dengan menggunakan algoritma Tibrewalla, Phillipe dan Browne yang telah dimodifikasi, permasalahan yang ada dapat dijadwalkan secara iteratif hingga iterasi ke-11. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sebanyak 11 orang, dengan perincian 2 orang libur di hari Sabtu-Minggu, 2 orang libur Senin dan Minggu, 2 orang Selasa dan Minggu, 2 orang libur di hari Rabu dan Minggu, 1 orang libur di hari Kamis dan Minggu, 2 orang libur hari Jumat dan Minggu.

Berdasarkan total kebutuhan tenaga kerja 6 hari kerja seluruh shift mulai hari Senin hingga Sabtu sebesar 54 orang. Penjadwalan tenaga kerja dengan 3 shift dengan 1 hari libur setelah shift tiga dan hari Minggu libur membutuhkan 55 *man-days* sehingga dibutuhkan 1 *man-days* tenaga kerja lebih banyak.

Tabel 4.16 Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Cooler

Tenaga Kerja	Hari Kerja																	
	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu		
1	1			2			2			3			3			L		L
2	L			1			1			2			2			3		L
3	3			3			L			1			1			2		L
4	2			2			3			3			L			1		L
5	3			L			1			1			2			3		L
6	2			3			3			L			1			1		L
7	1			1			2			2			3			L		L
8	L			1			2			2			3			3		L
9	3			L			1			1			2			2		L
10	1			2			3			3			L			1		L
11	2			3			L			1			1			2		L
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Jumlah	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
Kebutuhan per shift	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Overstaffing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

### 4.7 Analisis Perbandingan Penjadwalan Terdahulu dengan Hasil Penjadwalan Modifikasi Algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne

Penjadwalan yang sekarang sedang berlangsung di proses produksi PT X dilakukan dengan 2 shift dengan 2 minggu sekali rotasi dari shift I ke shift II. Tenaga kerja bekerja selama 6 hari kerja dengan jam kerja lebih dari 40 jam/ minggu.

Sedangkan penjadwalan hasil modifikasi algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne dilakukan dengan 3 shift, yaitu shift I,II dan III. Dengan adanya penambahan menjadi 3 shift, perlu diperhatikan istirahat dari shift III ke shift I sehingga diperlukan adanya hari libur. Tenaga kerja bekerja selama 5 hari kerja dengan jam kerja 40 jam/minggu. Hal ini sesuai dengan aturan Pemerintah pasal 77 ayat 2. Penjadwalan baru ini, memperhatikan aturan bagi pekerja shift malam dan kebijakan dari pemerintah dan dari perusahaan yang mengharuskan libur di hari Minggu.

Jumlah tenaga kerja semula adalah 46 orang dalam 2 shift. Dengan penjadwalan tenaga kerja yang baru, dibutuhkan sejumlah 85 orang dalam 3 shift dengan perincian 45 orang di mesin Crusher, 29 orang di mesin Fan dan 11 orang di mesin Cooler. Jumlah *overstaffing* pada mesin Crusher sejumlah 9 *man-days* (ekuivalen dengan 1,8 orang), di mesin Pan Granulator sejumlah 1 *man-days* (ekuivalen dengan 0,2 orang) dan di mesin Cooler sejumlah 1 *man-days* (ekuivalen dengan 0,2 orang). Sehingga dibutuhkan *recruitment* sejumlah 39 orang.

Dengan penjadwalan yang telah dimodifikasi ini, kesehatan dan keselamatan tenaga kerja terjaga, sehingga tenaga kerja dapat memberikan *performance* yang optimal dalam bekerja untuk meningkatkan produktifitas perusahaan.

## BAB V PENUTUP

Pada bab penutup ini akan dijelaskan kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan ditujukan untuk menjawab rumusan masalah, serta saran merupakan masukan-masukan yang mengacu pada hasil analisis dan pembahasan.

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dikemukakan sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Modifikasi algoritma Tibrewala, Philippe dan Browne telah dilakukan dengan menyesuaikan kondisi yang ada pada sistem PT X. Modifikasi yang dilakukan mengubah dan menambahkan dari tiga langkah menjadi lima langkah, mengubah format tabel tabular penjadwalan tenaga kerja untuk tiga shift, menambahkan adanya pergantian shift dalam satu minggu, serta mengubah aturan pemilihan hari libur.
2. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan oleh PT X dalam melakukan produksinya adalah sejumlah 85 orang dengan perincian 45 orang di mesin Crusher, 29 orang di mesin Fan dan 11 orang di mesin Cooler. Jumlah *overstaffing* pada mesin Crusher sejumlah 9 *man-days* (ekuivalen dengan 1,8 orang), di mesin Pan Granulator sejumlah 1 *man-days* (ekuivalen dengan 0,2 orang) dan di mesin Cooler sejumlah 1 *man-days* (ekuivalen dengan 0,2 orang). Adanya *overstaffing* bermanfaat untuk mengisi kekosongan personil tenaga kerja ketika ada tenaga kerja yang tidak dapat masuk kerja karena sakit, ijin maupun cuti. Jumlah tenaga kerja semula adalah 46 orang dalam 2 shift. Sehingga dibutuhkan *recruitment* sejumlah 39 orang.
3. Usulan perbaikan penjadwalan tenaga kerja dengan menggunakan modifikasi algoritma Tibrewalla, Philippe dan Browne dilakukan dengan 3 shift, yaitu shift I, II dan III. Tenaga kerja bekerja selama 5 hari kerja dengan jam kerja 40 jam/minggu. Hal ini sesuai dengan aturan Pemerintah pasal 77 ayat 2 dimana memperhatikan aturan bagi pekerja shift malam dan kebijakan dari perusahaan yang mengharuskan libur di hari Minggu. Dengan penjadwalan yang telah dimodifikasi ini, kesehatan dan keselamatan tenaga kerja terjaga, sehingga tenaga kerja dapat memberikan *performance* yang optimal dalam bekerja untuk meningkatkan produktifitas perusahaan.



## 5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian yang akan datang adalah sebagai berikut

1. Sebaiknya PT X mempertimbangkan rekomendasi perbaikan yang telah diberikan sebagai upaya meningkatkan produktifitas.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan melakukan pengembangan penelitian dengan menggunakan *database* dan bahasa pemrograman yang dapat mempermudah dalam proses penjadwalan.

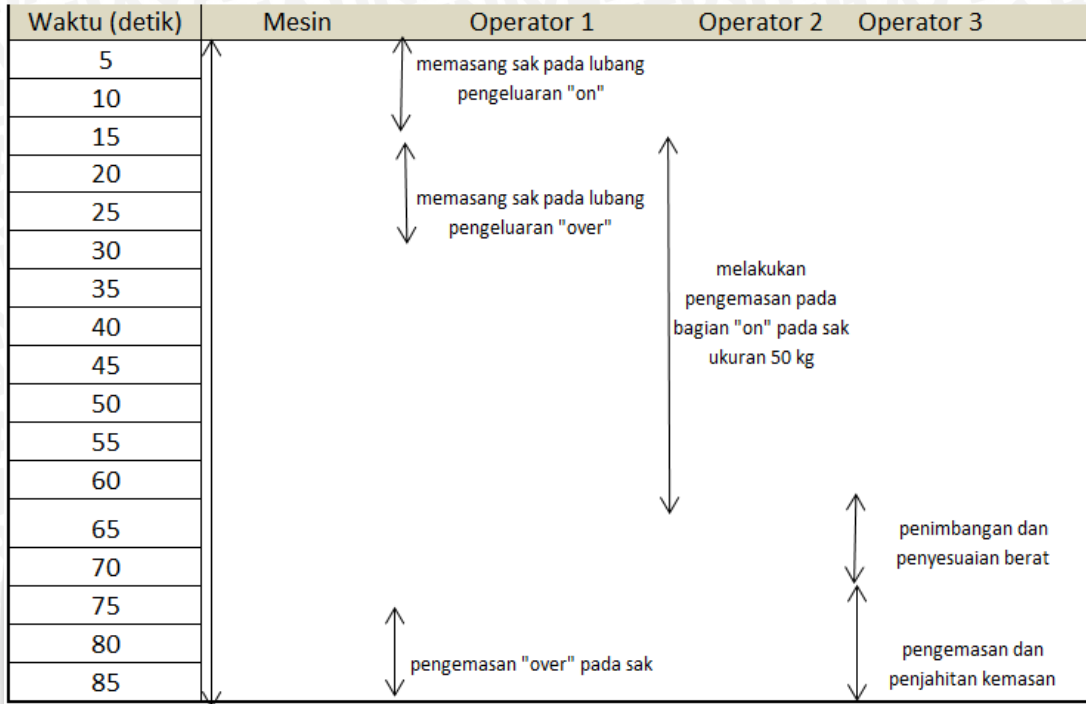
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR PUSTAKA

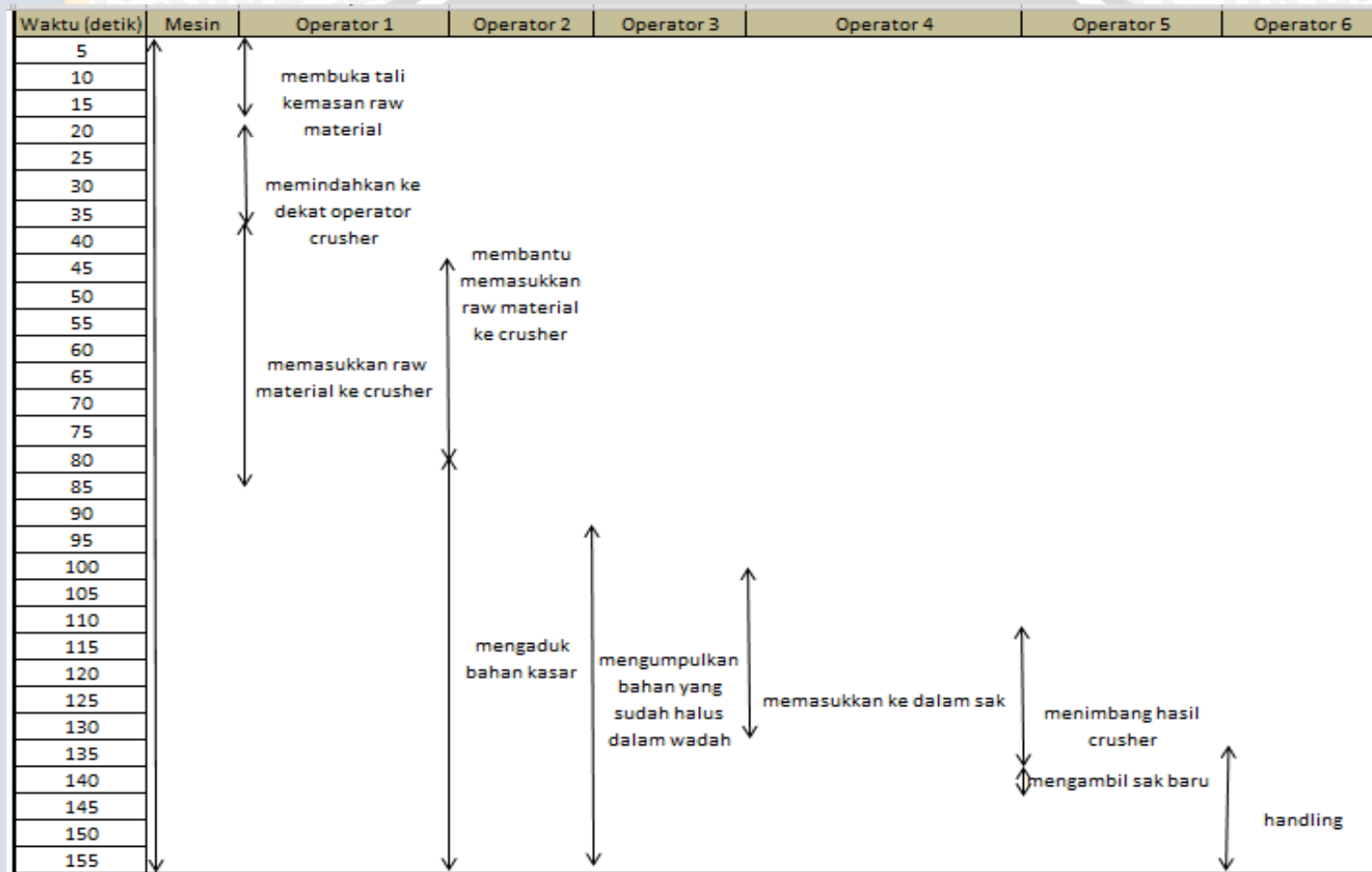
- Bayley. 2011. *Manajemen Operasi*. Jakarta : Gramedia
- Bedworth, D.D and Beily, E.J.1987.*Integrated Production and Control System management analysis design 2/E*. John Wilet and Sons.Inc.
- Grandjean, E. 1986. *Fitting the Task to the Man*. London: Taylor & Francis.
- Herjanto, Eddy. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: Grasindo.
- Herowati, Evy. 2009. *Efisiensi Tour Scheduling dengan Karyawan Part Time*. Seminar Nasional *Industrial Services 2009*. ISBN 978-979-19280-0-7
- Husen, Abrar. 2009. *Manajemen Proyek, Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta : Andi.
- Luce, B. J. 1983. "A Shift Scheduling Algorithm". Reported in E.S Buffa. Modern Production/Operation Management, 7<sup>th</sup> ed. New York ; John Wiley
- Monroe, G. 1970. "Scheduling Manpower for Service Operations." Industrial Engineering, aug.
- Nasution, Arman Hakim.2005. *Manajemen Industri*. Surabaya : Andi.
- Nurfadillah, Anis. 2012. *Penerapan Metode Goal Programming untuk Meminimalkan Pelanggaran Peraturan dalam Penjadwalan Shift Kerja Perawat*. Skripsi Sarjana tidak dipublikasikan, Program Studi Teknik Industri, Universitas Brawijaya, Malang.
- Nurmianto, Eko. 2004.*Ergonomi Konsep dan Dasar Aplikasinya*.Surabaya:Guna Widya
- Rahman, Arif. 2007. *Penjadwalan Shift Tenaga Kerja pada Sistem NonStationary Poisson Process*. Diagonal 8. No 1,63-73.
- Subagyo,Triono.2012. *Masyarakat diimbau Gunakan Pupuk Organik*. <http://www.antarabengkulu.com/berita/6311/masyarakat-diimbau-gunakan-pupuk-organik>. 25 September. (diakses 28 Oktober 2012)
- Tibrewala,R., D.Philippe and J.Browne. 1972. "Optimal Scheduling of Two Consecutive Idle Periods." Management Science, vol.19, Sept.
- Wignjosobroto, Sritomo. 1996. *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan*. Surabaya: Guna Widya.

### Lampiran 1 : Gang Process Chart Cooler Machine



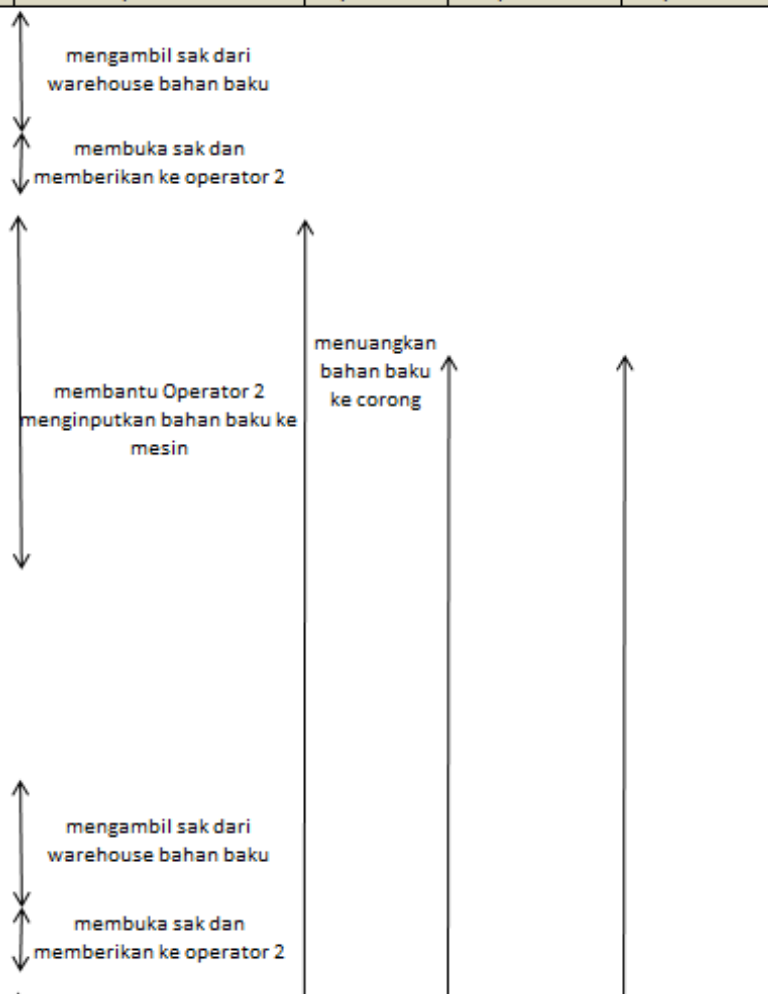


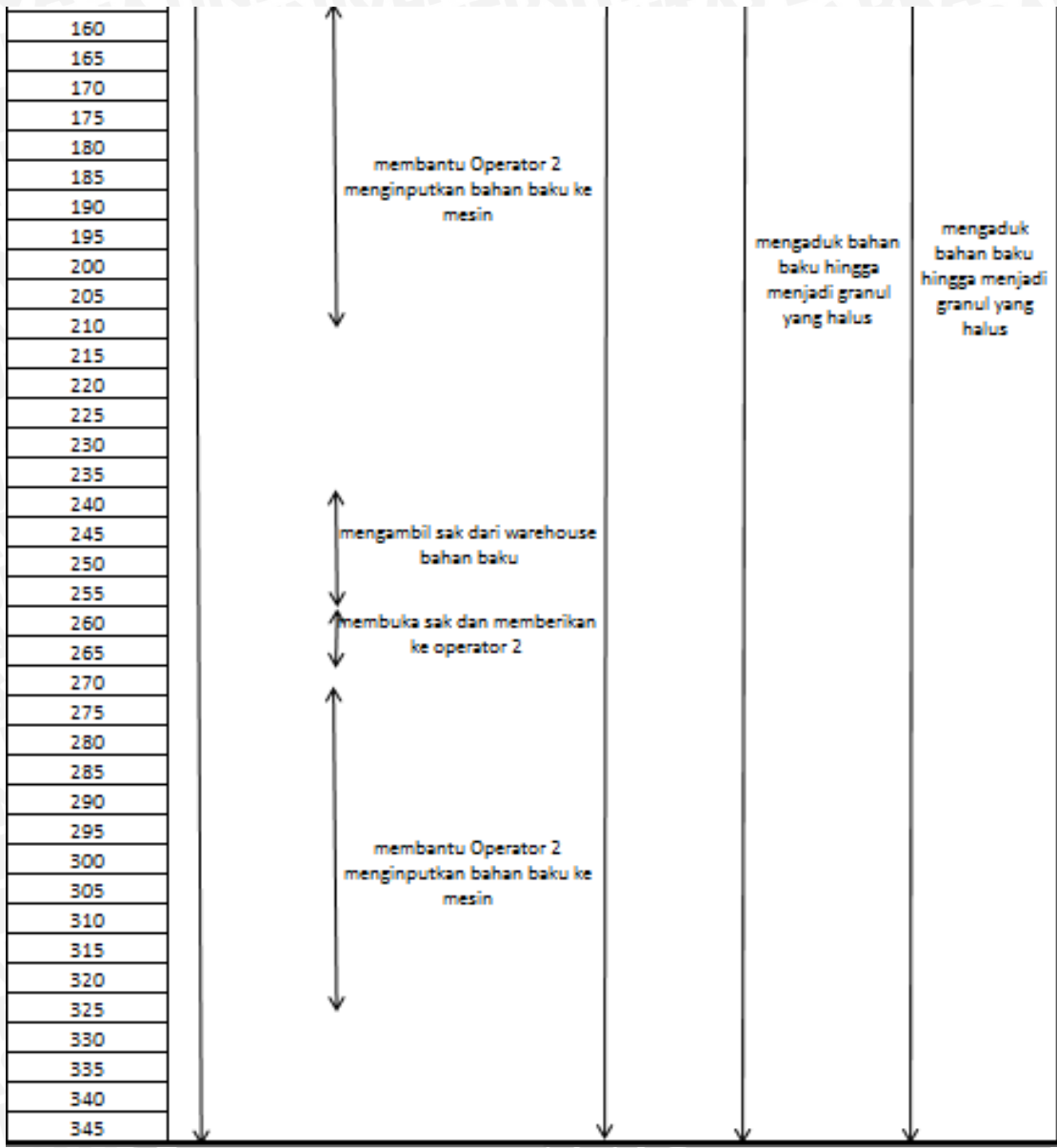
Lampiran 2 : Gang Process Chart Crusher Machine



### Lampiran 3 : Gang Process Chart Pan Granulator Machine

Waktu (detik)	Mesin	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					
60					
65					
70					
75					
80					
85					
90					
95					
100					
105					
110					
115					
120					
125					
130					
135					
140					
145					
150					
155					







**Lampiran 4 : Iterasi Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Pan Granulator**

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	24			24			24			24			24			24			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	

Iterasi 1

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	24			24			24			24			24			24			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Jadwal	-1				-1			-1				-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	7	8	8	8	7	8	8	7	8	8	8	7	8	8	7	8	8	8	
L	-8			-8			-8			-8			-8			-8			

Iterasi 2

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	23			23			23			23			23			24			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	7	8	8	8	7	8	8	7	8	8	8	7	8	8	7	8	8	8	
Jadwal	0	0	0	-1			-1				-1			-1				-1	
Kebutuhan Baru	7	8	8	7	7	8	7	7	8	8	7	7	8	7	7	8	8	7	
L	-7			-7			-7			-7			-8			-10			

Iterasi 3

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	23			22			22			22			22			23			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	7	8	8	7	7	8	7	7	8	8	7	7	8	7	7	8	8	7	
Jadwal			-1			-1	0	0	0	-1			-1					-1	
Kebutuhan Baru	7	8	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	8	7	7	
L	-9			-7			-6			-6			-7			-9			

Iterasi 4

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	22			21			22			21			21			22			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	7	8	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	8	7	7	
Jadwal		-1			-1				-1			-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	
L	-8			-7			-8			-6			-6			-8			

Iterasi 5

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	21			20			21			20			21			21			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1				-1				-1	
Kebutuhan Baru	7	7	6	7	6	7	6	7	7	6	7	6	7	6	7	7	7	6	
L	-7			-6			-7			-6			-8			-7			

Iterasi 6

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	20			20			20			19			20			20			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	7	7	6	7	6	7	6	7	7	6	7	6	7	6	7	7	7	6	
Jadwal		-1				-1			-1	0	0	0	-1			-1			
Kebutuhan Baru	7	6	6	7	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	7	6	7	6	
L	-7			-8			-7			-5			-7			-6			

Iterasi 7

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	19			19			19			19			19			19			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	7	6	6	7	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	7	6	7	6	
Jadwal	-1			-1			-1			-1					-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	
L	-6			-7			-7			-7			-7			-5			

Iterasi 8

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	18			18			18			18			18			19			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	
Jadwal	0	0	0	-1			-1			-1					-1			-1	
Kebutuhan Baru	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	5	6	7	5	
L	-6			-6			-6			-6			-6			-7			

Iterasi 9

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	18			17			17			17			17			18			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	5	6	7	5	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1					-1			-1	
Kebutuhan Baru	6	6	5	5	6	6	5	5	6	5	5	6	6	5	5	6	6	5	
L	-8			-5			-5			-5			-5			-7			



Iterasi 10

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	17			17			16			16			16			17			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	6	6	5	5	6	6	5	5	6	5	5	6	6	5	5	6	6	5	
Jadwal	-1				-1				-1			-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	5	6	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	5	
L	-7			-7			-5			-4			-4			-6			

Iterasi 11

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	16			16			15			15			16			16			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	5	6	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	5	
Jadwal		-1				-1	0	0	0	-1			-1				-1		
Kebutuhan Baru	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	
L	-6			-6			-4			-4			-6			-6			

Iterasi 12

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	15			15			15			14			15			15			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	
Jadwal		-1				-1			-1	0	0	0	-1			-1			
Kebutuhan Baru	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	
L	-5			-5			-6			-4			-5			-5			

Iterasi 13

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	14			14			14			14			14			14			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	
Jadwal	-1			-1			-1					-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	
L	-4			-4			-6			-6			-5			-4			

Iterasi 14

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	13			13			13			13			13			14			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	
Jadwal			-1	0	0	0	-1					-1			-1			-1	
Kebutuhan Baru	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	
L	-4			-3			-5			-5			-5			-6			

Iterasi 15

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	12			13			12			12			12			13			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	
Jadwal		-1				-1			-1	0	0	0	-1					-1	
Kebutuhan Baru	4	3	4	4	5	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	
L	-4			-5			-4			-4			-4			-5			

Iterasi 16

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	11			12			11			12			11			12			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	4	3	4	4	5	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	
Jadwal	-1				-1				-1			-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	3	3	4	4	4	3	4	4	2	4	4	3	3	4	4	3	4	4	
L	-3			-4			-4			-6			-3			-4			

Iterasi 17

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	10			11			10			11			11			11			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	3	3	4	4	4	3	4	4	2	4	4	3	3	4	4	3	4	4	
Jadwal	0	0	0	-1			-1					-1			-1			-1	
Kebutuhan Baru	3	3	4	3	4	3	3	4	2	4	3	3	3	4	3	3	4	3	
L	-2			-3			-3			-6			-5			-4			

Iterasi 18

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	10			10			9			10			10			10			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	3	3	4	3	4	3	3	4	2	4	3	3	3	4	3	3	4	3	
Jadwal			-1			-1	0	0	0	-1					-1			-1	
Kebutuhan Baru	3	3	3	3	4	2	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
L	-4			-3			-2			-5			-4			-4			



Iterasi 19

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	9			9			9			9			9			9			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	3	3	3	3	4	2	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Jadwal	-1				-1			-1				-1			-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	
L	-3			-3			-4			-4			-3			-3			

Iterasi 20

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	8			8			8			8			8			9			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	
Jadwal	0	0	0	-1			-1					-1			-1			-1	
Kebutuhan Baru	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	
L	-2			-2			-3			-3			-3			-5			

Iterasi 21

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	8			7			7			7			7			8			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	
Jadwal	-1				-1			-1				-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	1	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	1	3	2	2	2	3	2	
L	-4			-2			-2			-2			-2			-4			

Iterasi 22

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	7			6			6			6			7			7			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	1	3	2	2	2	3	2	
Jadwal		-1				-1			-1	0	0	0	-1					-1	
Kebutuhan Baru	1	2	3	2	2	1	2	2	1	3	2	1	2	2	2	2	2	2	
L	-3			-1			-1			-1			-4			-4			

Iterasi 23

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	6			5			5			6			6			6			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	2	3	2	2	1	2	2	1	3	2	1	2	2	2	2	2	2	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1					-1			-1	
Kebutuhan Baru	1	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	
L	-2			0			-1			-3			-3			-3			

Iterasi 24

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	5			5			4			5			5			5			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	
Jadwal			-1			-1	0	0	0	-1			-1					-1	
Kebutuhan Baru	1	2	1	2	2	0	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	0	2	
L	-1			-2			-1			-2			-2			-2			

Iterasi 25

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	4			4			4			4			4			4			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	2	1	2	2	0	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	0	2	
Jadwal	0	0	0	-1				-1			-1				-1			-1	
Kebutuhan Baru	1	2	1	1	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	
L	0			-2			-3			-2			-1			-1			

Iterasi 26

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	4			3			3			3			3			3			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	2	1	1	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	
Jadwal		-1			-1			-1			-1		0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	
L	-2			-1			-2			-1			0			-1			

Iterasi 27

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	3			2			2			2			3			2			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	
Jadwal	-1			-1				-1			-1				-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	
L	-1			0			-1			-1			-2			0			

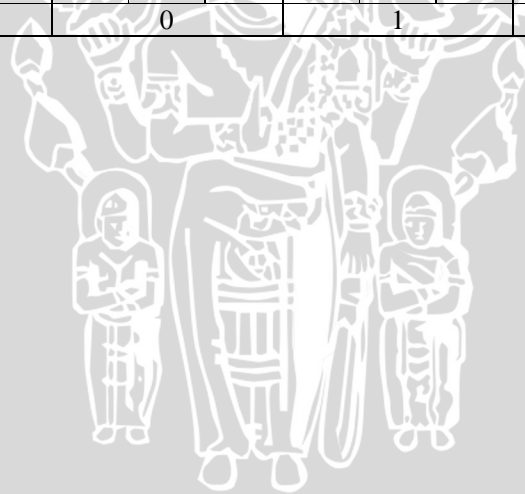


Iterasi 28

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	2			1			1			1			2			2			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1				-1				-1	
Kebutuhan Baru	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
L	-1			1			0			0			-1			-2			

Iterasi 29

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	1			1			0			0			1			1			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
Jadwal		-1			-1				-1	0	0	0	-1			-1			
Kebutuhan Baru	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
L	-1			-1			0			1			0			-1			



**Lampiran 5 : Iterasi Penjadwalan Tenaga Kerja Mesin Mesin Cooler**

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	9			9			9			9			9			9			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Iterasi 1

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu	Minggu		
Kebutuhan per Hari	9			9			9			9			9			9	0		
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Jadwal	-1			-1			-1			-1			-1			0	0	0	
Kebutuhan Baru	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	
L	-3			-3			-3			-3			-3			-3			

Iterasi 2

Hari Kerja	Senin	Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu		
Kebutuhan per Hari	8	8			8			8			8			9			0		
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	
Jadwal	0	0	0	-1			-1			-1			-1					-1	
Kebutuhan Baru	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	
L	-2			-2			-2			-2			-3			-5			

Iterasi 3

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu	Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu		
Kebutuhan per Hari	8			7			7	7			7			8			0		
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	
Jadwal			-1			-1	0	0	0	-1			-1					-1	
Kebutuhan Baru	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	
L	-4			-2			-1			-1			-2			-4			

Iterasi 4

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	7			6			7			6			6			7			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	
Jadwal		-1			-1			-1			-1		0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	
L	-3			-2			-3			-1			-1			-3			

Iterasi 5

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	6			5			6			5			6			6			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1				-1				-1	
Kebutuhan Baru	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1	
L	-2			-1			-2			-1			-3			-2			

Iterasi 6

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	5			5			5			4			5			5			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1	
Jadwal		-1				-1			-1	0	0	0	-1			-1			
Kebutuhan Baru	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	
L	-2			-3			-2			0			-2			-1			



Iterasi 7

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	4			4			4			4			4			4			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	
Jadwal	-1			-1			-1			-1					-1	0	0	0	
Kebutuhan Baru	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
L	-1			-2			-2			-2			-2			0			

Iterasi 8

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	3			3			3			3			3			4			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
Jadwal	0	0	0	-1			-1			-1					-1			-1	
Kebutuhan Baru	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	2	0	
L	-1			-1			-1			-1			-1			-2			

Iterasi 9

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	3			2			2			2			2			3			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	2	0	
Jadwal			-1	0	0	0	-1			-1					-1			-1	
Kebutuhan Baru	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	
L	-3			0			0			0			0			-2			

Iterasi 10

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	2			2			1			1			1			2			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	
Jadwal	-1				-1				-1			-1	0	0	0	-1			
Kebutuhan Baru	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
L	-2			-2			0			1			1			-1			

Iterasi 11

Hari Kerja	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Minggu
Kebutuhan per Hari	1			1			0			0			1			1			0
Shift Kerja	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Kebutuhan per shift	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
Jadwal		-1				-1	0	0	0	-1			-1					-1	
Kebutuhan Baru	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
L	-1			-1			1			1			-1			-1			