



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGEMBANGAN MODEL PERENCANAAN ALOKASI PERSONEL  
PERAWATAN DI INDUSTRI MANUFAKTUR**

**TESIS**

**RANGGA ARYA WARDANA  
1406507026**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM PASCA SARJANA TEKNIK INDUSTRI  
JAKARTA  
DESEMBER 2016**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGEMBANGAN MODEL PERENCANAAN ALOKASI PERSONEL  
PERAWATAN DI INDUSTRI MANUFAKTUR**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister**

**RANGGA ARYA WARDANA  
1406507026**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM PASCA SARJANA TEKNIK INDUSTRI  
JAKARTA  
DESEMBER 2016**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah karya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Rangga Arya Wardana

NPM : 1406507026

Tanda Tangan : 

Tanggal : Desember 2016

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Rangga Arya Wardana  
NPM : 1406507026  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Tesis : Pengembangan Model Perencanaan Alokasi Personel  
Perawatan di Industri Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Komarudin, S.T., M.Eng, Ph.D (.....)  
Pembimbing : Dr. Akhmad Hidayatno, S.T., MBT (.....)  
Penguji : Prof. Dr. Ir. Teuku Yuri M. Zagloel, M.Eng.Sc (.....)  
Penguji : Ir. Fauzia Dianawati, M.Si (.....)  
Penguji : Armand Omar Moeis, S.T., M.Sc (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 23 Desember 2016

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul “Pengembangan Model Perencanaan Alokasi Personel Perawatan di Industri Manufaktur”. Karya ilmiah ini dibuat dalam rangka salah memenuhi satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik di Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, penulis tidak dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

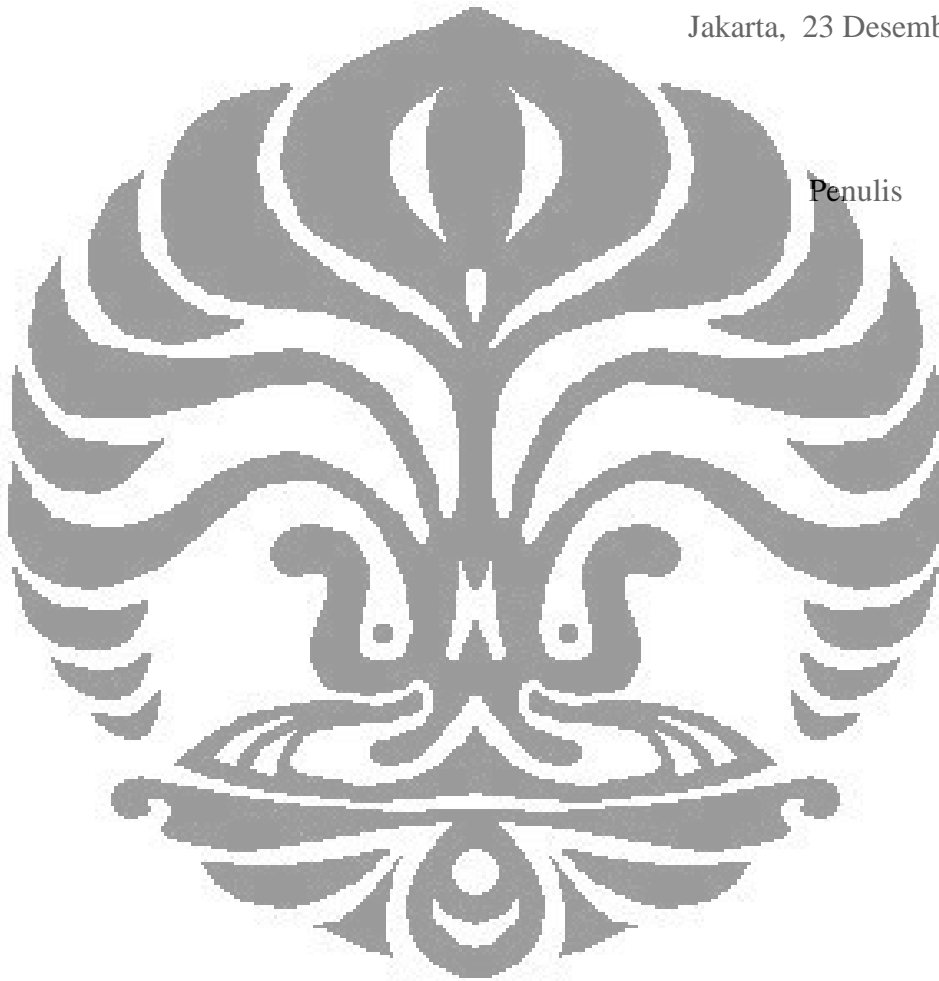
1. Komaradin S.T.,M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing 1 dan Dr. Akhmad Hidayatno, S.T., MBT selaku dosen pembimbing 2 yang selalu sabar dalam memberikan ilmu, perhatian serta bimbingannya sehingga tesis ini dapat diselesaikan;
2. Prof. Dr. Ir. Teuku Yuri M. Zagloel, M.Eng.Sc, Armand Omar Moeis, S.T., M.Sc dan Ir. Fauzia Dianawati, M.Si selaku dosen penguji yang telah banyak memberi masukan yang sangat membangun dan bermanfaat bagi penulisan tesis ini;
3. Seluruh dosen pengajar serta sekretariat Magister Teknik Industri Universitas Indonesia yang telah banyak membantu sehingga segala informasi dapat diterima dengan baik hingga tesis ini selesai ditulis;
4. Kedua orang tua penulis serta kedua mertua yang tiada henti memberikan dukungan serta doa yang tulus dalam setiap sujudmu. Istri tercinta, Anissa Feby, Psikolog yang selalu setia dan sabar menemani penulis dalam suka dan duka. Danya Alia Wardana, putri kecil titipan-Nya yang selalu menghibur di sela-sela penulisan tesis;
5. Teman-teman Magister Teknik Industri Universitas Indonesia Angkatan 2014, khususnya yang masih tersisa dan berjuang bersama dalam menyusun tesis atas semangat dan dukungan yang tiada hentinya;
6. Teman-teman seperjuangan dari Kota Baja, Widia Kurnia Adi dan M. Zaki Rahmani yang selalu mendukung penulis dan bersama-sama menyelesaikan tesis di semester ini. Tiada kata lelah dalam perjuangan.

Serta semua pihak berjasa lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tak luput dari kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan penulis sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi karya yang lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 23 Desember 2016

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Rangga Arya Wardana  
NPM : 1406507026  
Program Studi : Teknik Industri  
Departemen : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tesis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Pengembangan Model Perencanaan Alokasi Personel Perawatan di Industri Manufaktur**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 23 Desember 2016

Yang menyatakan



**(Rangga Arya Wardana)**

## ABSTRAK

Nama : Rangga Arya Wardana  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Tesis : Pengembangan Model Perencanaan Alokasi  
Personel Perawatan di Industri Manufaktur

Penentuan alokasi personel yang optimal serta efektif dalam sistem perawatan suatu perusahaan mempunyai peran yang sangat penting dalam penghematan biaya personel. Dalam menciptakan sistem manajemen perawatan yang baik dalam upaya mengoptimalkan jumlah personel dan meminimalkan biaya personel, maka diperlukan perencanaan yang baik berdasarkan data yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model untuk menyelesaikan permasalahan model perencanaan personel untuk menentukan alokasi personel yang optimal dan efektif dengan fungsi tujuan meminimalkan biaya personel perawatan dengan menggunakan metode *mixed integer linear programming*. Hasil penelitian berupa pengembangan model yang efektif dan dapat diterapkan pada kondisi aktual di industri manufaktur secara luas. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi keilmuan dalam menyelesaikan permasalahan model perencanaan personel khususnya di bidang perawatan industri.

**Kata Kunci:** Perawatan, perencanaan personel, *mixed integer linear programming*



## ABSTRACT

Name : Rangga Arya Wardana  
Program of Study : Industrial Engineering  
Title : Development of Maintenance Manpower Allocation  
Planning Model in Manufacturing Industry

Determination of the optimal and effective allocation of personnel in the maintenance system of a company has a very important role in labor cost savings. In creating a good maintenance management system in an effort to optimize the number of personnel and minimize the labor cost, it requires good planning based on accurate data. This study aims to develop a model to solve the problems of manpower planning models to determine the optimal and effective allocation of personnel with the objective function to minimizing the labor cost by using mixed integer linear programming method. Results of the research is the development of an effective model and can be applied to actual conditions in the manufacturing industry widely. We hope this research can give knowledge contribution to solve the problems of manpower planning model, especially in the field of industrial maintenance.

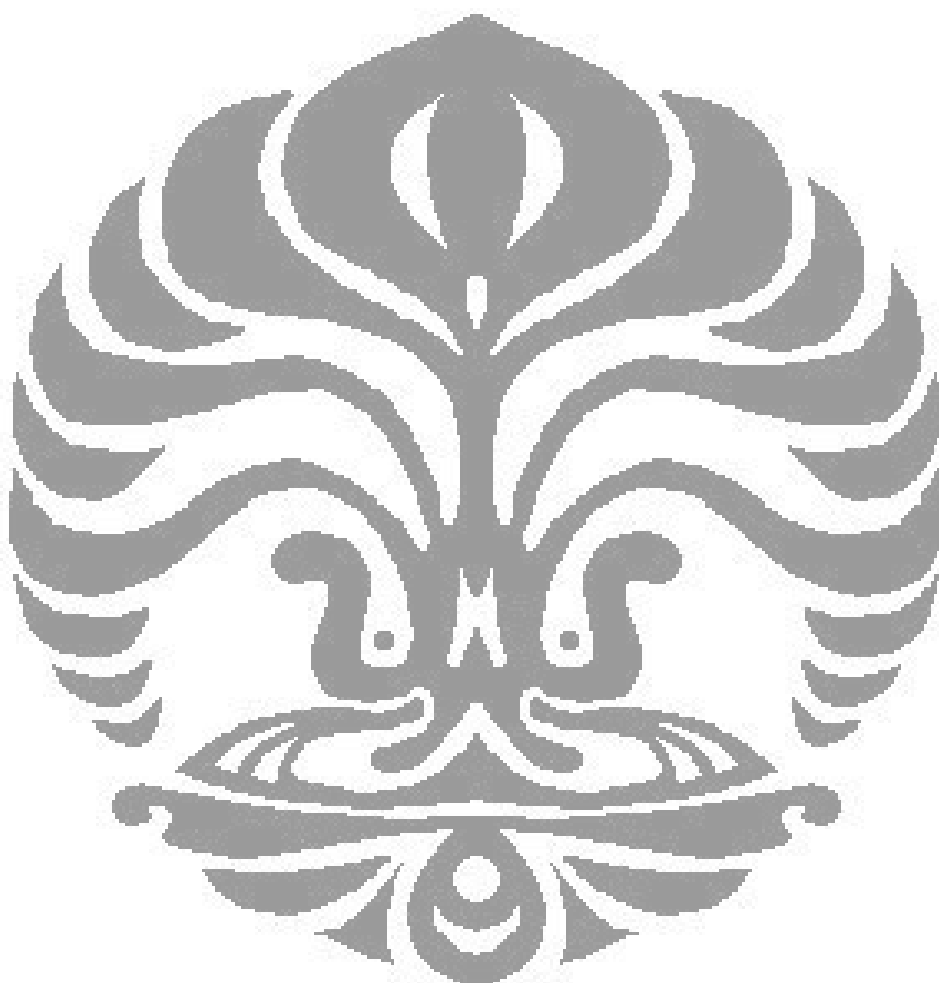
**Keywords:** Maintenance, manpower planning, mixed integer linear programming



## DAFTAR ISI

|  |           |
|--|-----------|
| HALAMAN PENGESAHAN.....  | III       |
| KATA PENGANTAR .....   | IV        |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....                            | VI        |
| ABSTRAK .....  | VII       |
| ABSTRACT .....   | VIII      |
| DAFTAR ISI.....  | IX        |
| DAFTAR TABEL.....  | XI        |
| DAFTAR GAMBAR .....  | XII       |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. Latar Belakang .....  | 1         |
| 1.2. Perumusan Masalah .....   | 4         |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....   | 5         |
| 1.4. Pembatasan Masalah .....  | 5         |
| 1.5. Metodologi Penelitian .....   | 5         |
| 1.6. Sistematika Penulisan .....   | 7         |
| <b>BAB 2 LANDASAN TEORI .....</b>  | <b>9</b>  |
| 2.1. Konsep Perawatan .....  | 9         |
| 2.1.1. Manajemen dan Jenis Perawatan .....                               | 10        |
| 2.1.2. Perawatan di Industri Manufaktur.....                             | 13        |
| 2.1.3. Perusahaan <i>Outsourcing</i> dalam Kegiatan Perawatan .....      | 16        |
| 2.2. Model Perencanaan Personel ( <i>Manpower Planning Model</i> ) ..... | 18        |
| 2.2.1. Definisi.....   | 18        |
| 2.2.2. Aplikasi Perencanaan Personel di Industri Jasa .....              | 19        |
| 2.2.3. Aplikasi Perencanaan Personel di Industri Manufaktur .....        | 21        |
| 2.3. Program Linier .....  | 21        |
| 2.4. Program Integer.....  | 23        |
| 2.2.4. Metode Penyelesaian Program Integer .....                         | 24        |
| <b>BAB 3 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>                       | <b>25</b> |
| 3.1. Profil Perusahaan .....   | 25        |
| 3.2. Pengumpulan Data .....  | 27        |
| 3.2.1. Data Struktur Organisasi Perawatan .....                          | 27        |
| 3.2.2. Data Jumlah Karyawan Saat Ini .....                               | 28        |
| 3.2.3. Data Upah Karyawan .....  | 29        |
| 3.2.4. Data Permintaan Perawatan .....                                   | 30        |
| 3.3. Penyusunan Model Matematika .....                                   | 32        |
| 3.4. Pengolahan Data.....  | 34        |
| 3.5. Output Hasil Pengolahan Data .....                                  | 35        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN ANALISA .....</b>                                     | <b>36</b> |
| 4.1. Hasil Pengolahan Data .....   | 36        |
| 4.1.1. Jumlah Personel Optimum .....                                     | 36        |
| 4.1.2. Hasil Biaya Personel Optimum .....                                | 38        |

|                             |   |           |
|-----------------------------|---|-----------|
| 4.2.                        | Analisa Pengolahan Data .....               | 48        |
| 4.2.1.                      | Perbandingan Jumlah Personel .....          | 48        |
| 4.2.2.                      | Perbandingan Biaya Personel Perawatan ..... | 51        |
| <b>BAB 5</b>                | <b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>           | <b>56</b> |
| 5.1.                        | Kesimpulan .....                            | 56        |
| 5.2.                        | Saran.....                                  | 56        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> |   | <b>57</b> |

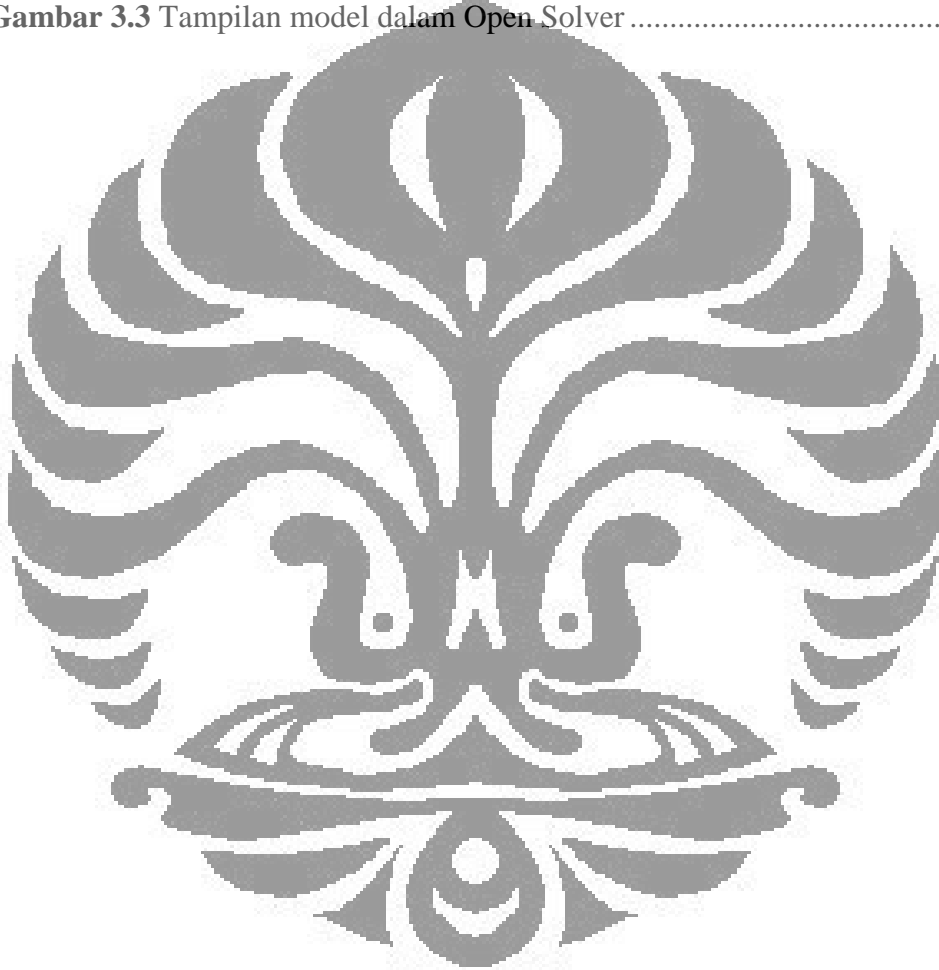


## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel 3.1</b> Jumlah personel tetap perawatan mekanikal .....                   | 28 |
| <b>Tabel 3.2</b> Jumlah personel tetap perawatan elektrikal.....                   | 28 |
| <b>Tabel 3.3</b> Jumlah personel variabel perawatan mekanikal dan elektrikal ..... | 29 |
| <b>Tabel 3.4</b> Data upah karyawan .....  | 29 |
| <b>Tabel 3.5</b> Permintaan perawatan pabrik pembuatan besi dalam satu tahun ..... | 30 |
| <b>Tabel 4.1</b> Jumlah personel optimum .....                                     | 36 |
| <b>Tabel 4.2</b> Jumlah personel perawatan mekanikal yang optimum .....            | 37 |
| <b>Tabel 4.3</b> Jumlah personel perawatan elektrikal yang optimum .....           | 38 |
| <b>Tabel 4.4</b> Pemenuhan 80% permintaan perawatan tidak terjadwal.....           | 39 |
| <b>Tabel 4.5</b> Pemenuhan 100% permintaan perawatan tidak terjadwal.....          | 42 |
| <b>Tabel 4.6</b> Pemenuhan 120% permintaan perawatan tidak terjadwal.....          | 44 |
| <b>Tabel 4.7</b> Rata-rata biaya dari 3 skenario.....                              | 47 |
| <b>Tabel 4.8</b> Biaya personel hasil optimasi (perawatan mekanikal) .....         | 47 |
| <b>Tabel 4.9</b> Biaya personel hasil optimasi (perawatan elektrikal) .....        | 48 |
| <b>Tabel 4.10</b> Perbandingan jumlah personel perawatan mekanikal.....            | 49 |
| <b>Tabel 4.11</b> Perbandingan jumlah personel perawatan elektrikal.....           | 50 |
| <b>Tabel 4.12</b> Biaya perawatan aktual tidak terpenuhi (mekanikal).....          | 51 |
| <b>Tabel 4.13</b> Biaya perawatan aktual tidak terpenuhi (elektrikal).....         | 52 |
| <b>Tabel 4.14</b> Perbandingan biaya personel perawatan (mekanikal).....           | 53 |
| <b>Tabel 4.15</b> Perbandingan biaya personel perawatan (elektrikal).....          | 54 |
| <b>Tabel 4.16</b> Rangkuman hasil penelitian.....                                  | 55 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar 2.1</b> Proses perawatan (Duffuaa, Ben-Daya, Al-Sultan, & Andijani, 2001)<br>.....                  | 10 |
| <b>Gambar 2.2</b> Struktur organisasi manajemen perawatan <i>hybrid</i> .....                                 | 11 |
| <b>Gambar 2.3</b> Tipe sistem manufaktur (Al-Turki et al., 2014).....   | 13 |
| <b>Gambar 2.4</b> Model masukan dan keluaran suatu perusahaan (Viser JK, 1998)..                              | 16 |
| <b>Gambar 3.1</b> Alur proses produksi perusahaan baju terpadu (Jin, Jiang, Bao, Hao,<br>& Zhang, 2015) ..... | 25 |
| <b>Gambar 3.2</b> Struktur organisasi perawatan dengan sistem <i>hybrid</i> .....                             | 27 |
| <b>Gambar 3.3</b> Tampilan model dalam Open Solver .....  | 35 |



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

#### **Pertumbuhan industri di Indonesia**

Dunia industri selama beberapa dekade terakhir berkembang dengan sangat pesat. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, industri manufaktur di Indonesia telah tumbuh sebesar 5,21% pada triwulan III tahun 2015 dan menyumbang kontribusi terhadap PDB (Produk Domestik Bruto) Nasional sebesar 17,82%. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang tumbuh sangat cepat. Pertumbuhan ekonomi dunia yang semakin meningkat juga merupakan salah satu faktor berkembangnya industri di dalam negeri.

Pada tahun 2016, target kontribusi terhadap PDB ditargetkan meningkat menjadi 18,5% dan laju pertumbuhan industri sebesar 5,7%. Untuk mewujudkannya tentu didorong oleh berbagai paket kebijakan ekonomi yang dikeluarkan oleh pemerintah. Hal ini merupakan langkah konkrit pemerintah untuk mencapai target kontribusi di atas 30% pada tahun 2035 layaknya yang telah dicapai oleh negara-negara maju.

Proyeksi meningkatnya industri didorong oleh berbagai macam faktor pendukung. Selain investasi yang masuk baik dari luar maupun dalam negeri dalam bentuk investor baru maupun ekspansi produksi dari pelaku usaha, kestabilan produksi pada industri yang sudah ada harus dijaga.

#### **Pentingnya perawatan dalam dunia industri**

Dalam dunia industri khususnya industri manufaktur, kegiatan perawatan merupakan elemen penting yang tidak dapat dipisahkan. Sistem perawatan yang diadopsi oleh suatu industri bisa saja berbeda satu dengan yang lainnya. Alasannya tergantung dengan strategi perawatan yang diadopsi oleh perusahaan tersebut. Selain itu juga teknologi serta peralatan yang digunakan sudah pasti

berbeda. Tapi pada akhirnya fungsi kegiatan perawatan dalam kegiatan industri adalah untuk memastikan peralatan-peralatan dalam proses produksinya dapat digunakan dan aman dioperasikan guna dapat memenuhi level target produksi (Duffuaa & Al-Sultan, 1999).

Kegiatan perawatan dikategorikan menjadi 2, yaitu: perawatan terjadwal (perawatan pencegahan rutin dan *overhaul*) dan perawatan tidak terjadwal (Duffuaa & Al-Sultan, 1999). Elemen penting dalam perawatan adalah fungsi perencanaan dan penjadwalan personel perawatan. Oleh karena itu, dibutuhkan perencanaan serta penjadwalan yang matang untuk dapat melaksanakan kegiatan perawatan yang baik.

Perawatan yang efektif untuk meningkatkan produktifitas dan keuntungan suatu perusahaan memiliki komposisi 66% implementasi perawatan yang terjadwal (Alsyouf, 2007). Sedangkan sisanya merupakan perawatan yang tidak terjadwal. Sehingga dapat dikatakan apabila suatu industri dapat menjaga rasio perawatannya antara yang terjadwal dan tidak terjadwal sesuai dengan teori tersebut maka perencanaan dalam pelaksanaan perawatannya sudah baik.

Dalam konsepnya, perawatan terjadwal merupakan komponen deterministik atau suatu kepastian yang dapat dijadwalkan baik waktu pelaksanaan maupun personel yang melakukan kegiatan perawatan tersebut. Lain halnya dengan perawatan tidak terjadwal, dimana terdiri dari komponen stokastik atau ketidakpastian. Dapat dikatakan seperti itu karena kegiatan perawatan ini dilakukan di luar jadwal yang sudah direncanakan atau pada saat kondisi darurat yang bahkan dapat mengganggu jadwal yang sudah direncanakan sebelumnya.

Komponen stokastik dalam penjadwalan perawatan merupakan sebuah tantangan yang harus dipertimbangkan agar kegiatan perawatan dapat dijalankan dengan baik demi menjaga kehandalan peralatan. Selain waktu pelaksanaan dan personelnnya, hal lain yang termasuk komponen stokastik adalah waktu penyelesaian pekerjaan, ketersediaan alat pendukung dan waktu datangnya suku cadang ke lokasi dilakukannya pekerjaan tersebut.

## Optimasi dalam kegiatan perawatan

Optimasi merupakan salah satu bidang keilmuan yang dipelajari dalam teknik industri. Secara umum, optimasi dapat dikatakan sebagai suatu metode untuk memecahkan masalah manajemen yang kompleks dalam bentuk model matematika. Diharapkan optimasi dapat menghasilkan analisa kuantitatif dari suatu permasalahan untuk dapat memberikan solusi yang objektif dan optimal.

Industri menghadapi banyak tantangan dalam hal optimasi fungsi operasi dan perawatan, dimana tergantung pada perkembangan teknologi dunia, kompetisi global serta pentingnya kebutuhan aspek lingkungan dan keselamatan. Tergantung dari jenis industrinya, sebesar 15-70% biaya produksi dikeluarkan untuk kegiatan perawatan (Bangkumaran dan Kumaran, 2012). Namun sayangnya karena faktor ketidakpastian dan perawatan yang tidak efisien dalam perencanaan perawatan, sekitar satu per tiga biaya perawatan terbuang percuma (Mobley, 2002).

Komponen-komponen biaya perawatan dikategorikan menjadi biaya personel perawatan, suku cadang dan biaya lainnya seperti kehilangan waktu produksi dan kualitas perawatan yang tidak sesuai (Salonen & Deleryd, 2011). Dalam biaya personel perawatan terdapat biaya variabel yang berasal dari komponen lembur personel. Hal ini terjadi ketika pekerjaan harus dilakukan di luar waktu kerja reguler personel tersebut.

Pengaturan utilisasi sumber daya khususnya personel perawatan dilakukan oleh seorang *scheduler* atau pembuat jadwal dalam suatu organisasi perusahaan. Alokasi jumlah personel yang ditugaskan untuk melakukan kegiatan pekerjaan harus dapat terpenuhi. Pada perawatan terjadwal, tidak ditemukan kesulitan dalam utilisasi personel karena setiap detail pekerjaan sudah direncanakan sebelumnya. Namun ditemukan masalah pada perawatan tidak terjadwal, karena dengan ketidakpastian yang tinggi terkait datangnya pekerjaan dan permintaan personel sehingga terkadang permintaan personel tidak dapat semuanya dipenuhi.

Namun pada dunia industri yang sebenarnya, ketidakpastian pada perawatan yang tidak terjadwal bisa saja terjadi di saat yang bersamaan dengan perawatan yang terjadwal. Dalam kondisi ini, alokasi personel untuk perawatan



terjadwal dapat terganggu sehingga tidak terpenuhinya permintaan. Komponen stokastik menjadi tantangan dalam pemenuhan permintaan personel perawatan. Optimasi dapat dilakukan untuk mendapatkan analisa kuantitatif apakah jumlah personel perawatan yang dimilikinya sudah sesuai atau belum dengan mengacu pada komponen deterministik (perawatan terjadwal) dan komponen stokastik (perawatan tidak terjadwal).

Dalam hal aplikasi perencanaan personel perawatan di industri manufaktur, Knapp & Mahajan (1998) telah mengembangkan model matematika guna memperkirakan kebutuhan personel dengan biaya yang paling minimum. Penelitian dilakukan pada industri kimia dengan beberapa asumsi seperti permintaan beban kerja dianggap independen, semua personel bekerja penuh waktu namun tidak memiliki kemampuan untuk bekerja lembur dan penentuan beban kerja terkait permintaan berdasarkan historikal data. Data-data yang dikumpulkan berupa total jumlah pekerja dan *man-hour* yang diperlukan setiap bulan.

Penelitian dilakukan setelah ditemukan celah dari penelitian sebelumnya, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Knapp & Mahajan (1998), dimana model matematika yang dikembangkan tidak memungkinkan personel untuk melakukan lembur. Sehingga biaya personel yang dihasilkan hanya untuk pekerjaan perawatan di waktu normal selama 8 jam per hari. Namun pada kenyataannya, kompleksitas peralatan atau mesin serta rumitnya proses produksi dalam suatu industri menjadikan pekerjaan perawatan tidak dapat diprediksi, sehingga sangat memungkinkan untuk dilakukannya lembur di luar waktu jam kerja normal. Selain itu juga penelitian sebelumnya dilakukan dengan menggunakan data beban pekerjaan dalam satuan *man-hour* secara bulanan. Untuk perencanaan yang lebih detil dalam jangka pendek maka dalam penelitian ini, perencanaan pekerjaan perawatan dilakukan secara mingguan.

## 1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana merencanakan alokasi personel perawatan yang optimal dalam bentuk suatu

model untuk menyelesaikan semua pekerjaan perawatan, baik yang terjadwal maupun tidak terjadwal. Selain itu pekerjaan dilakukan dalam waktu kerja normal dan di luar waktu kerja/lembur. Hal ini disebabkan karena model penelitian sebelumnya tidak menggambarkan kondisi perawatan aktual, dimana diasumsikan pekerjaan perawatan hanya dilakukan pada waktu kerja normal sehingga model yang dikembangkan belum optimal.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model perencanaan personel untuk dapat menentukan alokasi personel perawatan yang dibutuhkan dengan mempertimbangkan ketidakpastian dalam pelaksanaan perawatan. Selain itu juga memberikan peluang bagi perusahaan untuk melakukan program penghematan biaya dengan mengurangi biaya personel yang harus dibayarkan setiap tahunnya.

### **1.4. Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah dalam penyusunan tesis ini adalah:

1. Pembuktian model matematika dan proses optimasi dilakukan pada industri manufaktur pembuatan baja terpadu yang memiliki kompleksitas peralatan dan proses produksi. Selain itu, area yang ditentukan mewakili struktur organisasi perawatan secara umum
2. Jenis pekerjaan terkait perawatan difokuskan pada perawatan mekanikal dan elektrikal
3. Data diambil selama 1 tahun mulai 1 Januari 2015 hingga 31 Desember 2015
4. Data historikal tidak menyajikan kebutuhan personel secara lengkap seperti pangkat dan jabatan personel, sehingga dalam perhitungan biaya personel digunakan biaya rata-rata.

### **1.5. Metodologi Penelitian**

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur yang dilakukan melalui beberapa sumber seperti buku, penelitian jurnal ilmiah internasional, dan

juga sumber referensi lainnya mengenai permasalahan model perencanaan personel. Ruang lingkup permasalahan model perencanaan personel difokuskan pada aplikasi di industri manufaktur dan industri jasa untuk mengetahui secara jelas perbedaannya. Secara lebih mendalam studi dilakukan pada industri manufaktur dalam kegiatan operasional dan perawatan.

Perumusan masalah untuk penelitian ini adalah bagaimana merencanakan alokasi personel perawatan yang optimal dalam bentuk suatu model untuk menyelesaikan semua pekerjaan perawatan, baik yang terjadwal maupun tidak terjadwal. Selain itu pekerjaan dilakukan dalam waktu kerja normal dan di luar waktu kerja/lembur. Hal ini disebabkan karena model penelitian sebelumnya tidak menggambarkan kondisi perawatan aktual, dimana diasumsikan pekerjaan perawatan hanya dilakukan pada waktu kerja normal sehingga model yang dikembangkan belum optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan model perencanaan personel guna memberikan kontribusi secara keilmuan dalam menentukan alokasi personel perawatan yang dibutuhkan dengan mempertimbangkan ketidakpastian dalam pelaksanaan perawatan.

Pengumpulan data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi di industri baja terpadu. Data-data kualitatif terdiri atas data profil perusahaan, proses produksi di dalamnya, dan sistem organisasi serta manajemen perawatan perusahaan. Data-data kuantitatif meliputi data jumlah personel perusahaan, upah karyawan, dan data historikal perawatan selama satu tahun yang diambil dari sistem *Enterprise Asset Management* (EAM) perusahaan.

Data historikal perawatan seperti waktu serta durasi pekerjaan, beban pekerjaan dalam unit *man-hour*, serta jenis pekerjaan perawatan terjadwal maupun tidak terjadwal kemudian diolah dengan cara mengelompokkan setiap pekerjaan yang dilakukan unit fungsi setiap minggu. Waktu pekerjaan akan menentukan biaya personel karena berhubungan dengan waktu kerja normal atau waktu kerja lembur. Untuk pekerjaan tidak terjadwal diolah dengan melakukan tiga skenario permintaan, yaitu skenario pertama menggunakan 80% permintaan aktual, skenario kedua menggunakan 100% permintaan aktual dan yang skenario

menggunakan 120% permintaan aktual. Penggunaan skenario ini dilakukan untuk memberikan hasil yang akurat mengingat ketidakpastian dalam jenis perawatan ini.

Pembuatan model dilakukan dengan cara menggambarkan masalah dengan notasi matematik serta menentukan variabel keputusan, fungsi tujuan dan kendala. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program Open Solver yang dihubungkan dengan Microsoft Excel 2010. Hasil pengolahan data berupa alokasi personel yang optimal serta biaya personel perawatan yang harus dibayarkan perusahaan dibandingkan dengan kondisi aktual. Hal ini dilakukan untuk membuktikan bahwa model yang dikembangkan memberikan hasil yang lebih efisien dalam menurunkan biaya personel.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penyusunan tesis ini berdasarkan pada urutan bab-bab berikut:

#### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang yang melandasi penulisan tesis, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penelitian.

#### **BAB 2. LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi penjelasan dasar teori yang digunakan termasuk permodelan terhadap permasalahan yang akan diselesaikan, meliputi: konsep perawatan, model perencanaan personel, dan program linier serta program integer. Pemahaman konsep-konsep ini bertujuan memudahkan penyelesaian masalah dalam penelitian ini.

#### **BAB 3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi data-data yang diperlukan seperti jumlah pekerjaan perawatan terjadwal dan tidak terjadwal, ketersediaan dan permintaan personel perawatan, klasifikasi dan durasi dari setiap pekerja, serta data-data lain yang ada

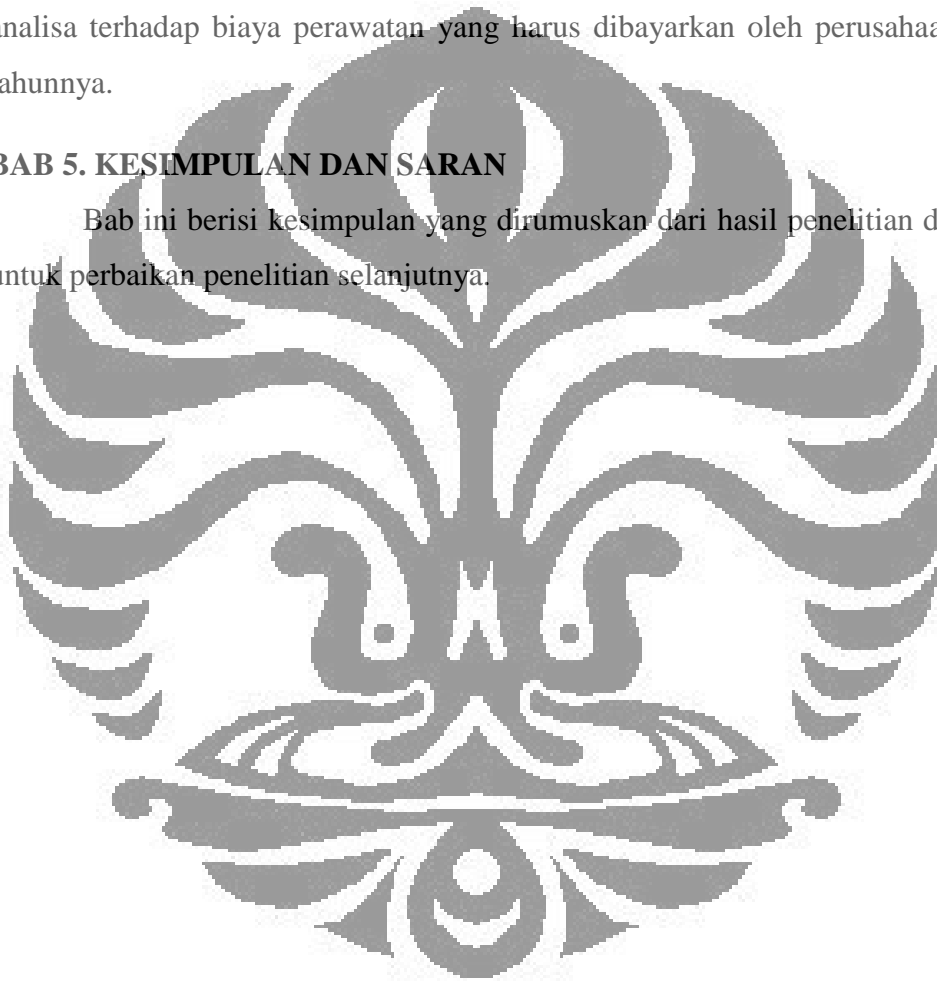
dalam historikal di sistem *Enterprise Asset Management (EAM)*. Setelah itu dilakukan pengolahan data berdasarkan model yang telah dibuat.

#### **BAB 4. HASIL DAN ANALISA**

Bab ini berisi analisa hasil pengujian model guna menentukan apakah ketersediaan personel perawatan saat ini sudah memadai atau belum. Analisa lebih dalam dilakukan secara rinci untuk mengetahui jumlah personel yang optimum dalam unit fungsi di struktur organisasi perawatan. Selain itu juga dilakukan analisa terhadap biaya perawatan yang harus dibayarkan oleh perusahaan setiap tahunnya.

#### **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan yang dirumuskan dari hasil penelitian dan saran untuk perbaikan penelitian selanjutnya.



## BAB 2 LANDASAN TEORI

### 2.1. Konsep Perawatan

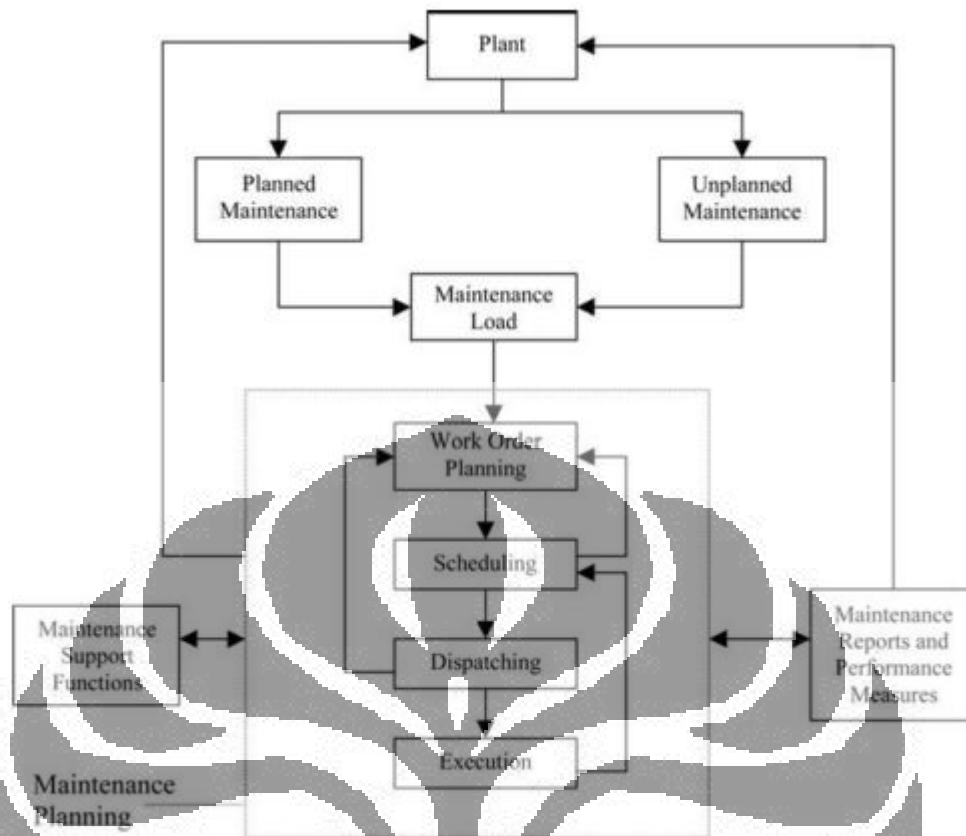
Pada dasarnya sistem perawatan berperan dalam menjaga mesin atau peralatan dalam kondisi yang optimal, aman untuk dioperasikan dan berfungsi dengan baik dalam menjalankan fungsinya. Sehingga perawatan sangat berdampak terhadap pengiriman, kualitas dan juga biaya.

Perawatan adalah proses yang dilakukan untuk mencegah kegagalan peralatan atau perbaikan yang direncanakan. Proses ini terdiri dari empat komponen penting, yaitu perencanaan, penjadwalan, kontrol dan persiapan sumber daya perawatan untuk melaksanakan kegiatan perawatan yang diperlukan. Bagian dari kegiatan perawatan dapat dibagi menjadi beberapa langkah berikut:

- Menentukan jumlah sumber daya (personel, suku cadang dan alat)
- Penjadwalan
- Memonitor perkembangan dari setiap pekerjaan
- Memastikan kualitas dari pekerjaan yang sudah selesai
- Perbaikan secara kontinyu

Sistem perawatan terdiri dari beberapa elemen dan aktivitas penting, sebagai berikut:

- **Beban perawatan**  
Beban perawatan terdiri dari dua komponen, yaitu: perawatan terjadwal dan perawatan tidak terjadwal (kegagalan yang tidak diharapkan)
- **Sumber daya perawatan**  
Sumber daya perawatan meliputi personel, material dan suku cadang, alat serta standar dan prosedur kerja
- **Perencanaan, penjadwalan dan pelaksanaan perawatan**
- **Fungsi pendukung perawatan**
- **Laporan dan pengukuran kinerja**

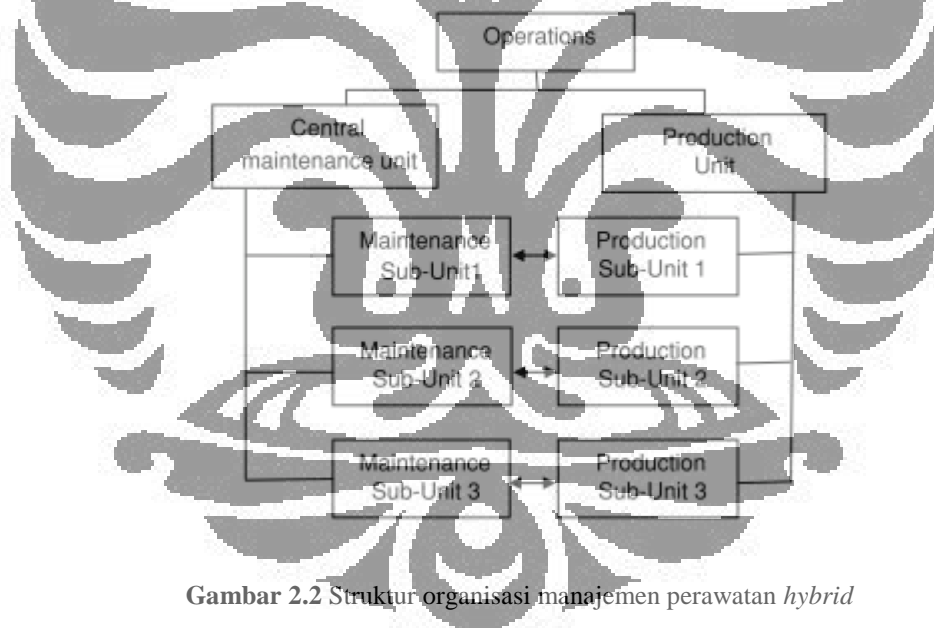


Gambar 2.1 Proses perawatan (Duffuaa, Ben-Daya, Al-Sultan, & Andijani, 2001)

### 2.1.1. Manajemen dan Jenis Perawatan

Manajemen perawatan adalah inti dari suatu struktur organisasi yang bertugas untuk merencanakan, mengimplementasikan, mengontrol dan meningkatkan aktivitas perawatan untuk memaksimalkan nilai aset perusahaan terkait produktivitas, kehandalan, biaya dan lainnya (Al-Turki, Ayar, Yilbas, & Sahin, 2014). Manajemen perawatan dapat berupa unit fungsi yang terpusat dimana fungsi ini berdiri secara paralel dengan unit fungsi lainnya seperti produksi. Selain itu juga, dalam organisasi perawatan dikenal adanya fungsi unit desentralisasi. Unit fungsi ini adalah bentuk struktur umum yang diadopsi oleh organisasi yang besar dengan beberapa unit produksi. Keputusan untuk mengadopsi struktur manajemen terpusat atau desentralisasi biasanya ditentukan oleh manajemen dengan beberapa pertimbangan, seperti ukuran besar atau kecilnya suatu organisasi dalam perusahaan tersebut, kompleksitas dari kegiatan operasi yang dilakukan, dan budaya organisasi.

Keuntungan manajemen organisasi perawatan terpusat dibandingkan desentralisasi adalah lebih efisien dalam pemanfaatan sumber daya manusia dan peralatan yang terspesialisasi. Namun, di sisi lain unit fungsi desentralisasi memberikan akses yang lebih cepat dan lebih responsif serta kualitas pekerjaan yang lebih baik dibandingkan unit fungsi terpusat. Perusahaan dengan organisasi kecil dan menengah lebih diuntungkan jika mengadopsi struktur terpusat karena biaya dan jumlah pekerjaan yang terbatas. Perusahaan dengan struktur organisasi yang lebih besar dapat memilih satu diantara dua pilihan tersebut. Pilihan ketiga adalah struktur organisasi unit fungsi *hybrid* yang menghubungkan unit perawatan terhadap masing-masing unit produksi dengan unit perawatan terpusat seperti digambarkan pada Gambar 2. Struktur organisasi ini memberikan akses dan interaksi antara unit fungsi perawatan di jalur produksi dengan dukungan dari keahlian khusus di unit fungsi perawatan terpusat dengan biaya yang rendah.



Gambar 2.2 Struktur organisasi manajemen perawatan *hybrid*

Menurut Mobley (2002) terdapat tiga jenis perawatan dan tiga komponen divisi dari perawatan pencegahan (*preventive maintenance*), yaitu:

- Penyempurnaan perawatan (*Maintenance improvement*)  
Fungsi dari jenis perawatan ini adalah untuk mengurangi atau menghilangkan kebutuhan akan perawatan. Contohnya adalah penggantian jenis oli yang digunakan sehingga dapat menghilangkan kebutuhan untuk

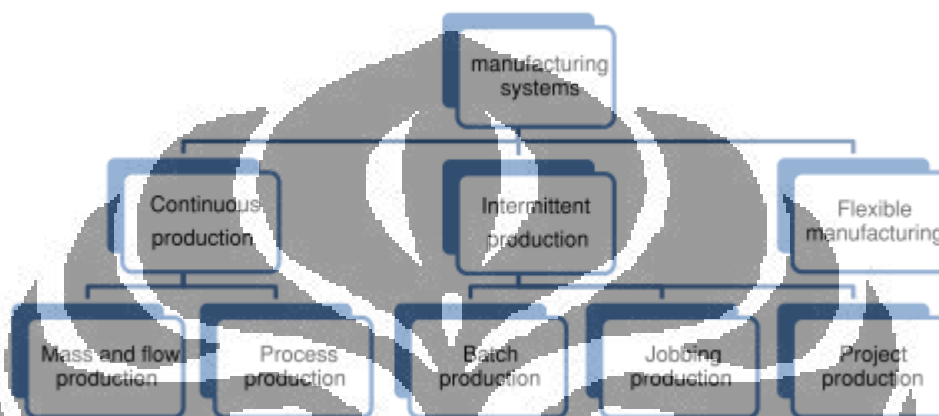


penggantian dan penyetingan komponen-komponen yang terkait dan menambah interval penggantian oli.

- Perawatan korektif (*Corrective maintenance*)  
 Saat ini, kegiatan perawatan paling banyak adalah jenis perawatan korektif. Perawatan korektif dilakukan ketika suatu alat telah mengalami kerusakan, namun tidak hanya memperbaiki alat tersebut agar dapat digunakan kembali, tetapi juga mempelajari sebab-sebab terjadinya kerusakan dan mempelajari cara-cara mengatasinya dengan cepat, tepat dan benar sehingga kerusakan serupa dapat dicegah dikemudian hari.
- Perawatan pencegahan (*Preventive maintenance*)  
 Sesuai dengan namanya, perawatan pencegahan dilakukan untuk menghindari terjadinya penghentian secara tidak terjadwal dan kerusakan prematur pada alat sehingga harus dilakukannya aktivitas perbaikan atau korektif. Sebagian besar pendekatan manajemen perawatan ini berdasarkan pada jadwal pekerjaan berbasis waktu seperti proses lubrikasi dan penyetingan alat untuk memantau tingkat kehandalan (*reliability*) dan ketersediaan (*availability*).
- Reaktif (*Reactive*)  
 Perawatan reaktif dilakukan ketika alat membutuhkannya. Pengecekan dengan menggunakan alat peraba manusia atau instrumen dibutuhkan untuk mengindikasi adanya masalah ketika dimulainya potensi kerusakan.
- Monitor kondisi (*Condition monitoring*)  
 Statistik dan teori probabilitas adalah dasar dari perawatan monitor kondisi. Tren pada analisa data membantu analis dalam memperkirakan penyebab kerusakan dan dilakukan langkah pencegahan untuk menghindari terjadinya kerusakan di masa datang.
- Terjadwal (*Scheduled*)  
 Perawatan terjadwal merupakan interval tetap dari perawatan pencegahan yang harus dilakukan ketika kerusakan tidak dapat dideteksi atau direduksi, atau juga merupakan perintah dari kebutuhan produksi.

### 2.1.2. Perawatan di Industri Manufaktur

Perawatan berperan sangat penting bagi keberhasilan suatu organisasi di beberapa sektor. Akan tetapi, perawatan di bidang industri manufaktur menarik perhatian lebih dibandingkan bidang industri lain karena dunia manufaktur berkembang dengan sangat cepat. Perhatian lebih ini terutama dipengaruhi oleh fitur-fitur istimewa dalam sektor manufaktur.



**Gambar 2.3** Tipe sistem manufaktur (Al-Turki et al., 2014)

Tipe lama dari sistem manufaktur adalah proses produksi yang memungkinkan orang atau mesin membuat beberapa produk yang sangat spesifik tergantung permintaan. Akan tetapi, manufaktur modern mengenal adanya istilah sistem produksi berkelanjutan (*continuous*), berselang (*intermittent*), dan juga fleksibel (*flexibel*).

Proses produksi berkelanjutan (*continuous*) adalah tipe industri manufaktur yang menggunakan jalur perakitan atau proses yang berkelanjutan untuk menghasilkan produk. Sistem ini digunakan untuk menghasilkan produk dengan jenis yang sama. Dalam sistem ini, produk bergerak dan diproses di sepanjang jalur produksi. Proses yang berkelanjutan adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan atau memproses bahan mentah baik berbentuk padat atau cairan secara kontinyu melalui reaksi kimia atau mekanikal atau perlakuan panas. Berkelanjutan terkadang berarti proses berjalan selama beberapa bulan atau minggu tanpa adanya gangguan. Sistem produksi ini menggunakan kontrol proses untuk melakukan otomatisasi dan mengontrol variabel produksi seperti laju aliran,

tingkat ketinggian tangki, tekanan, temperatur dan kecepatan putar suatu mesin. Beberapa contoh industri yang termasuk dalam kriteria ini adalah pemurnian minyak, pabrik kimia dan petrokimia, pabrik gula, pabrik baja, pembangkit listrik dan pabrik semen.

Proses produksi berselang (*intermittent*) adalah industri yang menghasilkan lebih dari satu produk yang sama yang dibuat dalam waktu yang singkat. Sistem ini diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu produksi partaian (*batch*), produksi terputus (*jobbing*), dan produksi proyek (*project*).

Dalam produksi partaian (*batch*), kelompok dari produk yang sejenis dihasilkan dari tiap-tiap stasiun kerja secara bertahap. Sistem ini memiliki biaya penyetingan yang relatif rendah untuk satu jalur produksi dalam menghasilkan beberapa jenis produk. Selain itu, jenis produksi ini mengurangi resiko ketidakpastian permintaan. Salah satu kelemahannya adalah dibutuhkan waktu untuk menghentikan proses produksi apabila akan berpindah dari satu partai produk ke partai produk yang lainnya untuk melakukan konfigurasi ulang terhadap alat atau mesin yang digunakan dan melakukan pengetesan.

Produksi terputus (*jobbing*) adalah ketika perusahaan memproduksi barang-barang yang membutuhkan persyaratan produk yang pasti dari pelanggan sebagai satu kesatuan. Produk yang dihasilkan memiliki desain yang berbeda dan dibuat secara spesifik sesuai kebutuhan masing-masing individu pelanggannya.

Dalam produksi proyek, kumpulan aktivitas yang dikerjakan dalam periode waktu tertentu dengan estimasi anggaran belanja untuk menghasilkan karakteristik produk yang diinginkan dimana produk tersebut tidak bergerak selama diproduksi. Beberapa contoh produk yang dihasilkan dengan menggunakan sistem ini adalah produksi kapal laut, lokomotif kereta, pesawat terbang, jembatan dan jalan.

Berbeda dengan tipe-tipe yang lainnya, sistem produksi fleksibel dapat menghasilkan produk-produk baru atau memiliki kemampuan untuk menggunakan beberapa mesin untuk melakukan pekerjaan yang sama. Biasanya sistem produksi fleksibel terdiri dari mesin-mesin CNC yang canggih lalu

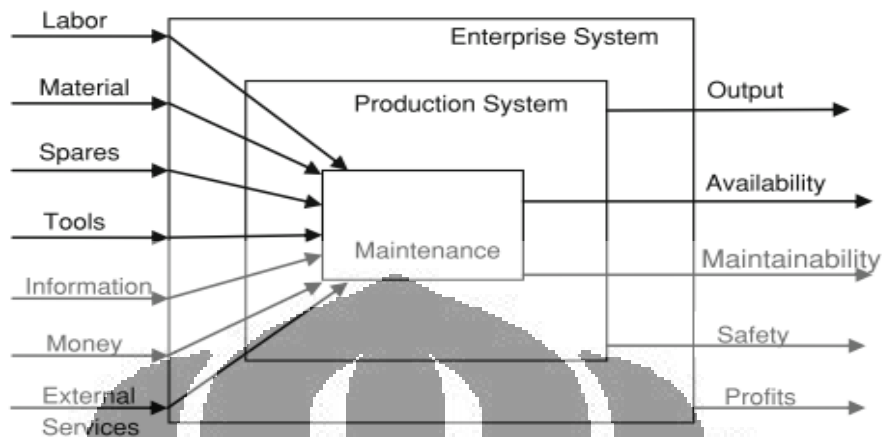
dihubungkan dengan sistem pemindahan material yang mutakhir dan mengontrol pergerakan material serta aliran mesin menggunakan sistem komputerisasi terpusat.

Perawatan pada ruang lingkup industri manufaktur merupakan salah satu tipe perawatan yang paling rumit dibandingkan dengan industri yang berkembang di konstruksi, transportasi dan bisnis jasa (Al-Turki et al., 2014). Proses produksi dalam industri manufaktur menuntut kompetisi yang tinggi dengan tekanan yang begitu besar dalam menurunkan biaya serta meningkatkan nilai aset dan kualitas produk. Selain itu juga, secara langsung berpengaruh pada biaya produksi dan kepuasan pelanggan. Dalam suatu penelitian sekitar 15-70% dari biaya produksi digunakan untuk perawatan (R. S. Velmurugan, 2015). Tapi sayangnya, karena ketidakpastian dan tidak efisiennya perencanaan perawatan, sekitar satu per tiga biaya perawatan terbuang (Moblely, 2002).

Hal lain yang membuat ruang lingkup industri manufaktur lebih istimewa dibandingkan ruang lingkup industri lainnya adalah adanya hubungan timbal balik dengan jumlah yang besar antara pemegang kepentingan baik secara internal maupun eksternal. Struktur manajemen dalam industri ini juga lebih luas dibanding struktur manajemen di industri lainnya. Secara internal, beberapa area fungsional seperti pemasaran, pembelian, produksi, rekayasa dan perawatan berperan dalam fungsi yang berbeda dan saling berhubungan satu sama lainnya menuju industri manufaktur yang sukses secara global. Di sisi lain secara eksternal, termasuk di dalamnya kontraktor, penyedia suku cadang dan teknologi, serta pelanggan juga secara langsung mempengaruhi daya saing industri secara global. Fasilitas perawatan merupakan inti yang berperan dalam hubungan timbal balik yang rumit ini sehingga menjadikan perawatan memegang peran penting dalam ruang lingkup industri manufaktur dalam hal memuaskan para pemegang kepentingan tersebut.

Peralatan dengan jumlah yang banyak dengan kebutuhan tenaga ahli yang spesial tapi terbatasnya pilihan penyedia teknologi menjadi tantangan dalam perawatan di industri manufaktur. Selain itu juga dalam penerapannya

membutuhkan perencanaan dan pelaksanaan dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi dibandingkan dengan di lingkup industri lainnya.



**Gambar 2.4** Model masukan dan keluaran suatu perusahaan (Viser JK, 1998)

Perawatan merupakan jantung dari sistem produksi dalam sebuah industri berskala global. Kunci keberhasilan suatu perusahaan sangat tergantung pada keluaran sistem produksi dalam hal kuantitas, kualitas dan keselamatan. Keluaran hasil produksi pun tidak akan tercapai tanpa sistem perawatan yang efektif dan efisien dalam memelihara ketersediaan peralatan perawatan dalam jangka waktu yang panjang guna menjaga nilai aset pada tingkat yang tinggi. Sistem perawatan tersusun atas rencana dan pelaksanaan yang menjamin ketersediaan sumber daya material, suku cadang, peralatan, manusia dan keuangan pada waktu yang tepat dengan kualitas dan jumlah yang tepat pula. Sumber daya eksternal dan penggunaan *outsourcing* merupakan beberapa strategi yang dapat diambil oleh suatu perusahaan dalam memenuhi kebutuhan perawatan.

### 2.1.3. Perusahaan *Outsourcing* dalam Kegiatan Perawatan

Pengertian *outsourcing* menurut Al-Mutairi & Al-Hammad (2015) adalah perjanjian kontrak antara pelanggan dengan satu atau lebih pemasok untuk menghasilkan jasa atau proses yang dilakukan oleh pelanggan secara internal. *Outsourcing* tidak hanya sekedar membeli barang mentah atau melakukan standarisasi terhadap suatu barang dalam waktu yang singkat, akan tetapi dapat juga didefinisikan sebagai suatu hubungan antara suatu perusahaan dengan

penyedia eksternal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dilakukan di dalam perusahaan dalam jangka waktu yang panjang.

Berikut ini adalah beberapa keuntungan yang dapat dirasakan oleh perusahaan yang menggunakan strategi penggunaan *outsourcing*:

- Menghemat pengeluaran perusahaan
- Personel yang disediakan memiliki kualitas yang lebih tinggi di bidangnya
- Dapat lebih baik melakukan penyesuaian terhadap fluktuasi pekerjaan
- Memberikan peluang yang besar untuk perusahaan dalam menjalankan inti bisnisnya
- Jumlah karyawan dapat berkurang secara signifikan
- Perusahaan dapat menyediakan jasa yang mana personel internal perusahaan tersebut tidak dapat melakukannya

Beberapa pendekatan strategi perawatan dapat diimplementasikan ke dalam beberapa lingkup pekerjaan, meliputi pengecekan, monitor kondisi, pengertesam, pekerjaan rutin, perbaikan, konstruksi ulang, perbaikan sementara, pelubrikan, proses pembersihan, diagnosis, mengatasi permasalahan, modifikasi dan pengaturan. Sehingga pekerjaan perawatan oleh *outsourcing* dapat dikategorikan menjadi beberapa tingkatan sebagai berikut (Idhammar C., 2014):

- *Outsourcing* dengan seluruh fungsi perawatan. Biasanya dalam tingkatan ini dibagi menjadi beberapa perusahaan perawatan. Perusahaan tersebut akan memberikan jasa perawatan terhadap organisasi industri manufaktur
- *Outsourcing* beberapa pekerjaan saat kegiatan perawatan terjadwal. Industri manufaktur yang mengadopsi tingkatan ini salah satunya adalah industri kertas. Cara ini dianggap efektif untuk menekan biaya pada saat kebutuhan personel eksternal sangat tinggi.
- *Outsourcing* dengan keahlian spesial. Keahlian tertentu yang tidak ada dalam organisasi perawatan dapat mengadopsi tingkatan ini untuk menekan biaya, karena sangat sulit bagi perusahaan untuk selalu memperbaharui keahlian personel internalnya dengan kemajuan serta perkembangan teknologi yang baru.

- *Outsourcing* fungsi sistem atau peralatan. Beberapa perusahaan menawarkan jaminan dengan biaya tetap, termasuk dalam hal operasi, perawatan dan unjuk kerja reabilitas. Sebagai contohnya adalah pompa, kompresor dan peralatan yang dapat dipindahkan (*mobile*)
- *Outsourcing* penyimpanan suku cadang. Tingkatan ini hanya berlaku dalam bentuk jasa terhadap pengelolaan suku cadang peralatan atau mesin yang digunakan dalam proses produksi.

## 2.2. Model Perencanaan Personel (*Manpower Planning Model*)

### 2.2.1. Definisi

Menurut definisinya, model perencanaan personel adalah pengaturan jumlah orang yang sesuai untuk dialokasikan pada variasi jenis pekerjaan, biasanya dalam struktur hirarki (berdasarkan definisi tahun 1969). Penggunaan model matematika untuk perencanaan personel sudah banyak dipublikasikan saat ini. Dalam sejarah berkembangnya model perencanaan personel dimulai pada tahun 1779 ketika Rowe pertama kali mengembangkan model rencana karir di Royal Marines (McClean, 1991). Seiring berjalannya waktu, pada tahun 1970-an terjadi revolusi dalam aplikasi perencanaan personel, yaitu tidak hanya para peneliti dan ahli matematika yang menggunakannya tetapi menjadi hal yang biasa dilakukan oleh manajer dalam kehidupan sehari-hari (Purkiss, 1981).

Model perencanaan personel dibagi menjadi dua kategori, yaitu model pemenuhan (*supply model*) dan model permintaan (*demand model*). Model pemenuhan memungkinkan untuk memprediksi kebutuhan personel di waktu mendatang dengan memerhatikan kebutuhan pasar atau pendekatan waktu. Sedangkan model permintaan fokus pada ketersediaan personel saat ini dan memanfaatkannya untuk memprediksi kebutuhan di waktu mendatang.

Secara umum, ada beberapa manfaat yang diperoleh dari perencanaan personel, diantaranya yaitu (Purkiss, 1981):

- Membantu mengevaluasi faktor bisnis yang berpengaruh terhadap jumlah personel

- Menguji karakteristik yang dikatakan ahli akan membantu memahami dan memprediksi proses yang menyebabkan pengurangan karyawan
- Menampilkan dan mendiagnosa karakteristik dari struktur personel yang sudah ada untuk memetakan area yang berpotensi memiliki masalah
- Mensimulasikan kebiasaan sistem personel dengan mengidentifikasi dan menggambarkan aliran personel, seperti proses rekrutmen, promosi hingga kehilangan personel baik dari sisi organisasi maupun karyawan eksternal
- Menguji dampak pada variasi organisasi terhadap variabel pertumbuhan atau kontrak, campuran antara merekrut dan promosi, atau pemborosan tenaga kerja
- Membuat rencana untuk rekrutmen, pelatihan dan perkembangan karir yang seimbang.

### 2.2.2. Aplikasi Perencanaan Personel di Industri Jasa

Perencanaan personel di industri jasa sudah sangat luas digunakan, tidak hanya pada penyedia jasa transportasi saja seperti pelayanan terminal kargo udara (Yan, Chen, & Chen, 2006) dan terminal kapal laut (Di Francesco, Díaz-Maroto Llorente, Zanda, & Zuddas, 2016), akan tetapi pada industri jasa lainnya. Dalam literatur yang ditulis oleh Yang & Chou (2011), model optimasi dengan beberapa fungsi tujuan dikembangkan untuk memfasilitasi penugasan personel di perusahaan konsultan rekayasa. Selain itu juga model perencanaan personel diaplikasikan dan dipecahkan menggunakan model matematika dalam menentukan jumlah personel dan rute yang paling optimum oleh divisi pemasaran (Tang, Wilson, & Perevalov, 2008).

Secara khusus perencanaan personel dalam kegiatan perawatan secara umum dilakukan pada industri penyedia jasa transportasi seperti pesawat terbang dan MRT (*Mass Rapid Transfer*). Selain itu, beberapa penelitian dilakukan dalam bidang pelayanan perbaikan jalan bebas hambatan dan perbaikan gedung rumah sakit.

Penyelesaian model perencanaan personel perawatan untuk industri pesawat terbang dilakukan oleh T. H. Yang, Yan, & Chen (2003) dengan



menggunakan metode *mixed integer programming* sehingga dapat dipetakan jumlah personel yang paling optimum untuk menyelesaikan setiap permintaan perawatan. Permintaan perawatan tergantung dengan tipe pesawat terbang dalam setiap slot waktu kerja. Jumlah permintaan personel ditetapkan selalu sama menurut tipe pesawat terbang yang akan diperbaiki sehingga tidak ada faktor stokastik atau ketidakpastiaan permintaan dalam penelitian ini.

Metode optimasi yang sama juga digunakan untuk menyelesaikan perencanaan personel perawatan MRT oleh Chen, Yan, & Chen (2010). Model matematika dan metode penyelesaian mengadopsi model perencanaan personel untuk operasi namun dikembangkan dengan metode simulasi berbasis evaluasi. Permintaan perawatan dalam perencanaan personel berpengaruh pada kombinasi permintaan deterministik dan stokastik sehingga lebih menggambarkan kondisi aktual.

Model perencanaan personel digunakan dalam optimasi perawatan infrastruktur jalan bebas hambatan oleh (Jha, Udentia, Chacha, & Abdullah, 2010). Dalam rangka meningkatkan efisiensi logistik di dalam kota, maka kondisi infrastruktur di jalan bebas hambatan harus selalu dalam kondisi baik. Oleh karena itu, perawatan terhadap infrastruktur sangat penting untuk dilakukan. Anggaran belanja dan jumlah personel menjadi kendala bagi otoritas pemerintah lokal dalam rangka menghadapi tantangan dalam merawat jalan bebas hambatan ini. Proses optimasi dilakukan dengan fungsi tujuan memaksimalkan pemanfaatan personel perawatan guna memenuhi permintaan pengecekan kondisi infrastruktur jalan bebas hambatan.

Aplikasi lain dalam penggunaan model perencanaan personel juga dilakukan di perawatan gedung atau properti. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh (Al-Zubaidi & Christer, 1997) dengan melakukan simulasi model perencanaan personel untuk perawatan gedung di kawasan rumah sakit. Penentuan jumlah personel untuk memenuhi permintaan perawatan gedung digunakan sebagai dasar untuk kebijakan manajemen perawatan. Sebagai hasil penelitian yang dilakukan, model perencanaan personel ini dapat diterapkan pada perawatan gedung rumah yang besar atau kawasan pabrik.

### 2.2.3. Aplikasi Perencanaan Personel di Industri Manufaktur

Pengembangan model perencanaan personel di industri manufaktur sebagian besar dilakukan terkait proses produksi. Tergantung pada jenis produk yang dihasilkan, akan tetapi model perencanaan personel berfokus pada alokasi personel yang optimum pada proses pembuatan produk dan optimasi jumlah personel yang dibutuhkan. Penelitian terkait masalah ini ditemukan dalam industri pembuat telepon genggam, industri makanan dan industri dengan proses produksi bertingkat.

Penelitian yang dilakukan oleh Egilmez, Erenay, & Süer (2014) tentang model alokasi personel yang optimal dalam meningkatkan laju produksi. Selanjutnya Ekechukwu, Madu, Nwanya, & Agunwamba (2011) dan Kurata, Matias, & Grepo, (2015) masing-masing meneliti dalam bidang produksi makanan, khususnya industri pembuatan roti dan industri proses pembuatan daging terkait dengan perencanaan jumlah personel yang optimal untuk mengurangi biaya penyimpanan dalam gudang, memangkas biaya energi dan meningkatkan kapasitas produksi. Wu, Shamsuzzaman, & Wang (2007) melakukan penelitian dengan mengembangkan model perencanaan personel di sistem kontrol proses statistik untuk meminimalkan total biaya dalam hal ini biaya kualitas dan biaya personel di perusahaan yang bergerak di bidang industri dengan proses produksi bertingkat.

### 2.3. Program Linier

Dalam menyelesaikan model optimasi tidak ada satu metode umum yang dapat digunakan untuk menyelesaikan semua model matematika. Namun, metode yang secara umum digunakan adalah program linier yang didesain untuk model dengan fungsi tujuan dan kendala yang linier. Metode ini dapat digunakan dalam pemecahan pengalokasian sumber terbatas secara optimal, dimana diharuskan untuk memilih atau menentukan setiap kegiatan yang akan dilakukan, dimana setiap kegiatan membutuhkan sumber daya yang sama namun jumlahnya terbatas (Handy Taha, 1987).

Pada tahun 1827, seorang ahli matematika asal Perancis J. B. J. Fourier mempublikasikan metode untuk menyelesaikan sistem persamaan linier. Kemudian pada tahun 1939, L.V. Kantorovich, seorang ahli matematika asal Rusia mengembangkan formula program linier untuk masalah alokasi sumber daya. Di tahun yang sama, ahli ekonomi asal Belanda T.C. Koopmans menyusun formula model program linier terkait permasalahan ekonomi klasik. Tahun 1975, Kantorovich dan Koopmans menerima hadiah nobel dalam keilmuan ekonomi terkait penelitian mereka. Selama Perang Dunia ke 2, program linier digunakan untuk mendesain dan menyelesaikan masalah perencanaan militer. Pada tahun 1947, G. B. Dantzig menemukan metode yang disebut metode simpleks. Seiring berjalannya waktu dan teknologi, memungkinkan komputer dalam proses perhitungannya dan penggunaan metode untuk menyelesaikan masalah di kehidupan nyata dalam skala yang besar. Pada akhir tahun 1960 perangkat lunak pertama dipasarkan untuk menyelesaikan model matematika (Schrijver, 1998).

Meskipun memiliki fungsi beragam, program linier memiliki kesamaan karakteristik dan asumsi antara lain sebagai berikut: (Render, Stair, Jr, & Hanna 2012)

- Merupakan fungsi dengan satu obyektif, artinya LP digunakan untuk memaksimalkan atau meminimalkan suatu besaran, biasanya berupa keuntungan atau biaya.
- Adanya satu atau lebih kendala (*constraint*) yang akan mempersempit tingkat pencapaian terhadap suatu obyektif.
- Tersedianya alternatif terhadap arah keputusan.
- Hubungan matematis bersifat linier.
- Adanya kepastian: artinya selama berlangsungnya studi, parameter-parameter pada obyektif dan batasan-batasan diketahui secara pasti dan tidak berubah.
- Divisibilitas: solusi yang digunakan dapat berupa pecahan.
- Variabelnya non negatif.

Cakupan aplikasi program linier mencakup beberapa permasalahan dalam bidang perencanaan kota, penentuan konversi mata uang, investasi, perencanaan

produksi dan kontrol inventaris, pemurnian dan pencampuran minyak dan perencanaan personel.

Model program linier memiliki tiga komponen dasar, yaitu: 1) variabel keputusan (*decision variable*) yang dicari untuk ditentukan, 2) fungsi tujuan (*objective function*) untuk optimasi baik untuk memaksimalkan atau meminimalkan, 3) kendala (*constrain*) yang harus dipenuhi oleh solusi yang diberikan. Bentuk umum model program linier adalah sebagai berikut:

- Variabel keputusan

Dinotasikan dalam bentuk  $x_1, \dots, x_n$  dimana  $n$  adalah bilangan bulat positif terbatas

- Fungsi tujuan

Notasi  $c_1x_1 + \dots + c_nx_n$  adalah fungsi linier dengan  $n$  variabel keputusan dimana  $c_1, \dots, c_n$  adalah bilangan asli, disebut sebagai koefisien tujuan. Tergantung dari fungsi tujuan untuk memaksimalkan atau meminimalkan, maka fungsi tujuannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{Maksimumkan } (c_1x_1 + \dots + c_nx_n); \text{ atau} \quad (2.1)$$

$$\text{Minimumkan } (c_1x_1 + \dots + c_nx_n) \quad (2.2)$$

- Kendala

Kendala dalam program linier ditunjukkan dengan tanda ' $\leq$ ', ' $=$ ' atau ' $\geq$ ' sehingga dapat dituliskan menjadi:

$$a_{1i}x_1 + \dots + a_{in}x_n (\leq, =, \geq) b_i \quad (2.3)$$

dimana  $a_{ij}$  adalah koefisien dari variabel keputusan ke- $j$ ,  $x_j$  untuk kendala ke- $i$ . Notasi  $m$  adalah jumlah kendala. Notasi di sisi kiri merupakan kendala linier dalam  $x_1, \dots, x_m$  untuk  $i \in \{1, \dots, m\}$  dan  $j \in \{1, \dots, n\}$ ,  $a_{ij}$ ,  $b_i$  dan  $c_j$  adalah bilangan asli dan disebut sebagai parameter model.

#### 2.4. Program Integer

Model program integer adalah model yang memiliki batasan-batasan dan fungsi obyektif yang identik dengan pemrograman linier, faktor pembeda terletak pada satu atau lebih variabel keputusan yang harus bernilai bulat atau integer (Render, Stair Jr., & Hanna, 2012). Program integer dibagi menjadi tiga jenis:

- Programa integer murni, dimana semua variabel harus berupa bilangan bulat
- Programa integer campuran (*mixed interger programming*), dimana tidak semua variabel keputusan berupa bilangan bulat.
- Programa integer satu-nol, dimana nilai variabel keputusan adalah satu atau nol.

#### 2.4.1. Metode Penyelesaian Programa Integer

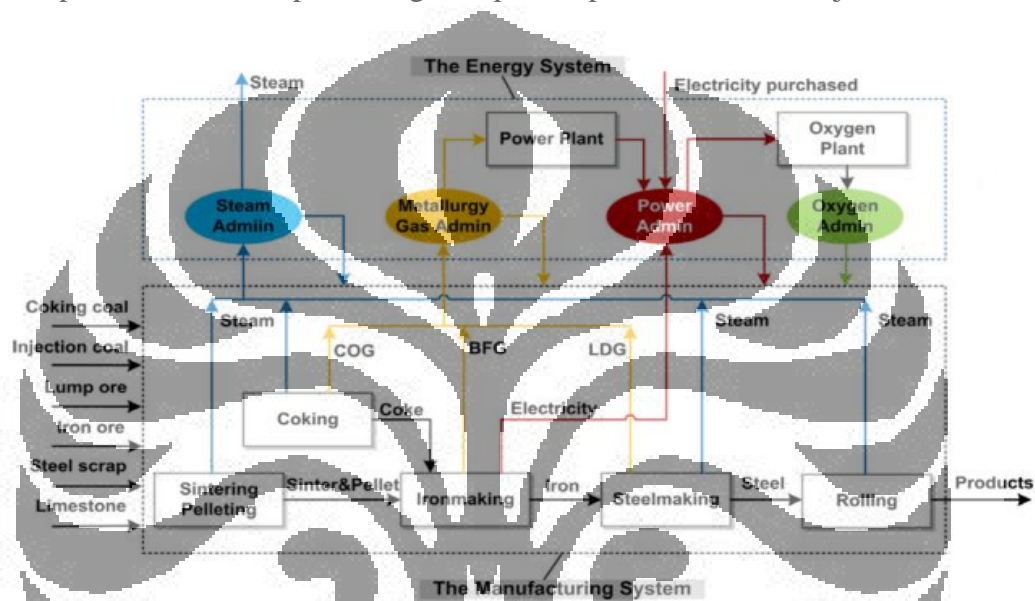
Dalam menyelesaikan programa integer, terdapat 2 metode algoritma yang umum digunakan yaitu *Branch-and Bound (B&B) Algorithm* dan *Cutting Plane Algorithm*:

- *Branch-and Bound (B&B) Algorithm*  
Pertama kali algoritma ini dikembangkan pada tahun 1960 oleh A. Land dan G. Doig untuk programa integer campuran umum dan programa integer murni. Kemudian, pada tahun 1965, E. Balas mengembangkan *additive algorithm* untuk menyelesaikan permasalahan programa integer satu-nol (biner). Metode ini merupakan suatu pendekatan penyelesaian pemrograman integer yang berdasarkan pada prinsip bahwa total himpunan solusi yang mungkin dapat dipartisi dalam subset dari solusi yang lebih kecil.
- *Cutting Plane Algorithm*  
Sama seperti algoritma B&B, *cutting plane algorithm* juga dimulai pada solusi programa linier yang optimum. Kendala khusus yang disebut *cut* ditambahkan ke dalam solusi untuk mendapatkan solusi optimum integer pada titik yang ekstrim.

## BAB 3 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

### 3.1. Profil Perusahaan

Pengambilan data dilakukan di perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan baja terpadu yang berlokasi di Cilegon, Banten. Perusahaan ini memproduksi slab dan pelat dengan kapasitas produksi sebesar 3 juta ton/tahun.



Gambar 3.1 Alur proses produksi perusahaan baja terpadu (Jin, Jiang, Bao, Hao, & Zhang, 2015)

Proses produksi secara singkat dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Pabrik pembuatan besi  
Proses produksi di pabrik ini dimulai dari persiapan bahan mentah seperti batu bara, kapur, dan bijih besi. Proses pengangkutan bahan mentah dari pelabuhan ke gudang penyimpanan dilakukan oleh fasilitas ban berjalan (*belt conveyor*) untuk kemudian didistribusikan ke unit fungsi yang lain guna memenuhi permintaan produksi. Bahan-bahan mentah tersebut dikirim ke fasilitas penggumpalan bijih besi dengan cara melebur batu bara dengan bijih besi dan sub bahan mentah lainnya. Selain itu juga bahan mentah dari gudang penyimpan seperti batu bara dikirim ke fasilitas pembuatan kokas. Bahan mentah yang sudah diproses di fasilitas penggumpalan bijih besi dan

pembuatan kokas kemudian dikirim ke fasilitas tungku tanur tinggi untuk dilebur pada temperatur 1800°C menjadi besi cair. Produk ini merupakan keluaran dari pabrik pembuatan besi.

- Pabrik pembuatan baja

Keluaran besi cair dari proses sebelumnya menjadi masukan bagi pabrik pembuatan baja. Setelah ditransportasikan dengan menggunakan kendaraan khusus yang disebut *multi mover vehicle*, besi cair tersebut mulai diproses menjadi baja cair di fasilitas ini. Penurunan kadar karbon dilakukan dengan injeksi oksigen terhadap besi cair tersebut hingga di bawah kadar 2%. Setelah proses penurunan kadar karbon, selanjutnya ada proses pemurnian sesuai dengan permintaan dari pelanggan. Besi cair yang sudah menjadi baja murni tersebut kemudian dicetak menjadi produk yang disebut slab. Pada tahap ini, produk yang dihasilkan berupa slab sudah bernilai jual dan dapat dipasarkan menjadi bahan setengah jadi.

- Pabrik pengerolan baja

Slab yang telah dihasilkan oleh pabrik pembuatan baja melalui proses terakhir di fasilitas pengerolan baja menjadi pelat. Klasifikasi pelat yang dihasilkan ditujukan bagi produsen pembuat kapal. Dalam prosesnya, slab dikirim ke fasilitas ini dengan menggunakan *roller* untuk kemudian dipanaskan sebelum ditipiskan. Hal ini dilakukan untuk menjaga temperatur slab tersebut dan memudahkan dalam proses pengerolannya. Setelah berbentuk pelat, proses pendinginan dilakukan untuk menghilangkan tegangan sisa akibat proses pemanasan dan pengerolan untuk menghindari adanya kecacatan produk. Pelat yang sudah didinginkan akan dipotong-potong sesuai ukuran yang disyaratkan oleh pelanggan. Di jalur akhir produksi, pelat yang sudah dipotong diperiksa menggunakan gelombang ultrasonik untuk menjamin kualitas dan mencegah adanya cacat dalam produk akhir tersebut. Setelah dinyatakan layak oleh divisi kualitas produk maka pelat-pelat tersebut siap dikirim ke pelanggan.

- Utilitas energi

Dalam setiap proses dibutuhkan energi untuk mengoperasikan fasilitas. Selain penggunaan listrik, energi dalam bentuk gas yang dihasilkan dalam produksi

digunakan kembali sebagai penggerak pembangkit listrik. Selain itu juga, gas-gas yang masih bernilai kalori tinggi digunakan sebagai bahan bakar untuk proses pembakaran di beberapa fasilitas tertentu. Komponen utama dalam fasilitas ini adalah pipa-pipa penyalur gas, katup dan sistem kontrol yang mengendalikannya.

## 3.2. Pengumpulan Data

### 3.2.1. Data Struktur Organisasi Perawatan

Kegiatan perawatan di perusahaan pembuatan baja terpadu ini dilakukan oleh perusahaan *outsourcing* untuk setiap pekerjaan, baik pekerjaan perawatan terkait mekanikal dan elektrikal. Struktur organisasi perawatan menggunakan sistem organisasi perawatan *hybrid* dimana terdiri dari organisasi terpusat dan organisasi desentralisasi di masing-masing pabrik. Berikut ini adalah bagan organisasi dan pekerjaan perawatan yang dilakukan oleh *outsourcing*:



**Gambar 3.2** Struktur organisasi perawatan dengan sistem *hybrid*



### 3.2.2. Data Jumlah Karyawan Saat Ini

Jumlah personel perawatan untuk pekerjaan perawatan mekanikal sebesar 485 orang. Berikut ini detil jumlah personel untuk setiap jenis pekerjaan (baik unit fungsi desentralisasi dan terpusat):

**Tabel 3.1** Jumlah personel tetap perawatan mekanikal

| Klasifikasi | Lokasi                 | Jenis pekerjaan     | Jumlah personel         |     |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------|-----|
| Mekanikal   | Pabrik pembuatan besi  | Perawatan fasilitas | 28                      |     |
|             | Pabrik pembuatan baja  | Perawatan fasilitas | 20                      |     |
|             | Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas | 16                      |     |
|             | Utilitas               | Perawatan fasilitas | 6                       |     |
|             | Pusat                  |                     | Perbaikan mekanik       | 265 |
|             |                        |                     | Perbaikan khusus        | 13  |
|             |                        |                     | Belt conveyor           | 16  |
|             |                        |                     | Alat ungkit             | 38  |
|             |                        |                     | Lubrikasi dan hidraulik | 23  |
|             |                        |                     | Pompa                   | 24  |
|             |                        |                     | Kompresor               | 13  |
|             |                        |                     | Penangkap debu          | 17  |
|             |                        |                     | Utilitas                | 6   |
|             |                        |                     | Total                   | 485 |

Untuk perawatan elektrik, total jumlah personel yang tersedia saat ini adalah sebanyak 152 orang. Secara rinci, jumlah personel seperti tertera dalam tabel di bawah ini:

**Tabel 3.2** Jumlah personel tetap perawatan elektrikal

| Klasifikasi | Lokasi                 | Jenis pekerjaan     | Personel aktual    |    |
|-------------|------------------------|---------------------|--------------------|----|
| Elektrikal  | Pabrik pembuatan besi  | Perawatan fasilitas | 12                 |    |
|             | Pabrik pembuatan baja  | Perawatan fasilitas | 23                 |    |
|             | Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas | 22                 |    |
|             | Utilitas               | Perawatan fasilitas | 6                  |    |
|             | Pusat                  |                     | Perbaikan elektrik | 60 |
|             |                        |                     | Pengukuran spesial | 13 |
|             |                        |                     | Kualitas produk    | 8  |
|             |                        |                     | Alat ungkit        | 8  |
|             |                        | Total               | 152                |    |

Sehingga jumlah total personel yang bekerja di perusahaan ini untuk menyelesaikan pekerjaan perawatan, baik pekerjaan mekanikal dan elektrikal adalah sebanyak 637 personel tetap.

Selain personel karyawan tetap, dalam kontrak dengan perusahaan *outsourcing* penyedia jasa perawatan juga ditentukan jumlah karyawan variabel dimana jumlahnya disesuaikan dengan permintaan. Jumlah personel karyawan variabel maksimum ditentukan dalam tabel berikut:

**Tabel 3.3** Jumlah personel variabel perawatan mekanikal dan elektrikal

| Klasifikasi | Lokasi | Jenis pekerjaan    | Personel aktual |
|-------------|--------|--------------------|-----------------|
| Mekanikal   | Pusat  | Perbaikan mekanik  | 214             |
| Elektrikal  | Pusat  | Perbaikan elektrik | 20              |
| Total       |        |                    | 234             |

### 3.2.3. Data Upah Karyawan

Besaran upah karyawan setiap bulannya menentukan biaya personel yang harus dibayarkan oleh perusahaan. Dapat dilihat pada tabel di bawah dimana karyawan diklasifikasikan menjadi dua, yaitu personel karyawan tetap dan personel karyawan variabel. Biaya personel untuk masing-masing pangkat dan jabatan baik untuk hari kerja normal (8 jam per hari) dan juga lembur tertera pada tabel di bawah ini.

**Tabel 3.4** Data upah karyawan

| Klasifikasi                | Pangkat | Jabatan           | Upah         |              |
|----------------------------|---------|-------------------|--------------|--------------|
|                            |         |                   | Hari kerja   | Lembur       |
| Personel karyawan tetap    | G1      | Junior operator   | Rp 24.964,00 | Rp 18.188,00 |
|                            | G2      | Operator          | Rp 27.277,00 | Rp 19.584,00 |
|                            | G3      | Junior foreman    | Rp 31.733,00 | Rp 22.709,00 |
|                            | G4      | Foreman           | Rp 34.930,00 | Rp 24.956,00 |
|                            | G5      | Junior supervisor | Rp 46.713,00 | Rp 33.683,00 |
|                            | G6      | Supervisor        | Rp 53.011,00 | Rp 38.114,00 |
| Personel karyawan variabel | -       | -                 | Rp 36.500,00 | Rp 23.000,00 |

Data biaya karyawan ini akan digunakan dalam formulasi penyelesaian model matematika untuk menentukan jumlah personel yang optimum. Namun, dalam perhitungannya digunakan data rata-rata dari setiap pangkat dan jabatan untuk upah personel karyawan tetap. Hal ini dikarenakan, data yang didapat dari historikal perintah pekerjaan tidak melampirkan secara rinci pangkat serta jabatan setiap personel yang ditugaskan.

Terkait waktu lembur, berdasarkan Kepmen No.102 Tahun 2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Transmigrasi Republik Indonesia, waktu lembur hanya dapat dilakukan paling banyak tiga jam dalam satu hari dan empat belas jam dalam satu minggu. Oleh karena itu, batasan ini menjadi hal yang diperhatikan dalam penyusunan model matematika.

### 3.2.4. Data Permintaan Perawatan

Pengambilan data perawatan dilakukan dengan menarik data historikal perawatan dalam perintah kerja (*work order*) selama satu tahun mulai dari bulan Januari sampai dengan Desember 2015. Data diambil dari sistem *Enterprise Asset Management* (EAM) dimana berisi data mentah setiap pekerjaan perawatan, jenis perawatan, jumlah personel yang diminta, total permintaan dalam *man-hour*, *outsourcing* yang ditunjuk, waktu dimulainya pekerjaan dan selesainya pekerjaan. Data mentah tersebut kemudian diolah dengan cara mengelompokkan bidang dan jenis pekerjaan kemudian dikategorikan setiap minggunya selama satu tahun. Berikut ini adalah contoh pengolahan data mentah menjadi data permintaan perawatan pabrik pembuatan besi untuk unit fungsi desentralisasi:

Tabel 3.5 Permintaan perawatan pabrik pembuatan besi dalam satu tahun

| Minggu ke- | Permintaan   |                                 |                                 |                                 |
|------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%<br>WH tidak terjadwal | SC2: 100%<br>WH tidak terjadwal | SC3: 120%<br>WH tidak terjadwal |
| 1          | 32           | 974,08                          | 1217,6                          | 1461,12                         |
| 2          | 64           | 993,28                          | 1241,6                          | 1489,92                         |
| 3          | 32           | 980,48                          | 1225,6                          | 1470,72                         |
| 4          | 66           | 1006,08                         | 1257,6                          | 1509,12                         |
| 5          | 34           | 980,48                          | 1225,6                          | 1470,72                         |
| 6          | 2            | 0                               | 0                               | 0                               |
| 7          | 50           | 0                               | 0                               | 0                               |
| 8          | 56           | 0                               | 0                               | 0                               |
| 9          | 128          | 0                               | 0                               | 0                               |
| 10         | 148,8        | 839,68                          | 1049,6                          | 1259,52                         |
| 11         | 148,8        | 858,88                          | 1073,6                          | 1288,32                         |
| 12         | 180,8        | 826,88                          | 1033,6                          | 1240,32                         |
| 13         | 212,8        | 826,88                          | 1033,6                          | 1240,32                         |
| 14         | 420,8        | 1422,08                         | 1777,6                          | 2133,12                         |
| 15         | 48           | 576                             | 720                             | 864                             |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 16         | 32           | 582,4              | 728                | 873,6              |
| 17         | 0            | 569,6              | 712                | 854,4              |
| 18         | 168          | 1272,32            | 1590,4             | 1908,48            |
| 19         | 120          | 854,72             | 1068,4             | 1282,08            |
| 20         | 152          | 854,72             | 1068,4             | 1282,08            |
| 21         | 152          | 854,72             | 1068,4             | 1282,08            |
| 22         | 168          | 854,72             | 1068,4             | 1282,08            |
| 23         | 592          | 1313,28            | 1641,6             | 1969,92            |
| 24         | 232          | 1313,28            | 1641,6             | 1969,92            |
| 25         | 152          | 1313,28            | 1641,6             | 1969,92            |
| 26         | 144          | 1313,28            | 1641,6             | 1969,92            |
| 27         | 444,8        | 2170,88            | 2713,6             | 3256,32            |
| 28         | 148,8        | 851,2              | 1064               | 1276,8             |
| 29         | 148,8        | 844,8              | 1056               | 1267,2             |
| 30         | 148,8        | 844,8              | 1056               | 1267,2             |
| 31         | 388,3        | 844,8              | 1056               | 1267,2             |
| 32         | 15,5         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 33         | 15,5         | 33,6               | 42                 | 50,4               |
| 34         | 15,5         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 167,5        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 55,5         | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 37         | 12           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 496          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 448          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 32           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 44         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 400          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 52         | 380          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 140          | 3,2                | 4                  | 4,8                |

Selanjutnya dilakukan pengelompokan data untuk masing-masing struktur organisasi untuk perawatan mekanikal (desentralisasi dan terpusat) dan perawatan elektrikal (desentralisasi dan terpusat). Data-data permintaan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 1 untuk pekerjaan mekanikal dan lampiran 2 untuk pekerjaan elektrikal.

### 3.3. Penyusunan Model Matematika

Setelah mendefinisikan masalah perencanaan personel yang ada di perusahaan, setelah itu merekonstruksi model matematika dengan cara menerjemahkan definisi masalah ke dalam bentuk formulasi matematika. Berikut ini adalah penyusunan model matematika yang diajukan untuk menyelesaikan masalah perencanaan personel yang optimum.

#### Notasi:

1. Beban pekerjaan (permintaan personel) dalam *man-hour*:  $d_{tms}$ 
  - Jumlah personel perawatan terjadwal
  - Jumlah personel perawatan tidak terjadwal
2. Biaya personel
  - Rata-rata biaya karyawan tetap untuk waktu kerja normal:  $C_1$
  - Rata-rata biaya karyawan variabel untuk waktu kerja normal:  $C_2$
  - Rata-rata biaya karyawan tetap untuk waktu kerja lembur:  $C_3$
  - Rata-rata biaya karyawan variabel untuk waktu kerja lembur:  $C_4$
3. Jumlah karyawan variabel:  $z$

#### Parameter set:

1. Minggu ke- pelaksanaan kegiatan perawatan (T)= {1, 2, 3, ..., 53}
  - T= 1, minggu ke-1
  - T= 2, minggu ke-2
  - s/d T= 53, minggu ke-53
2. Tipe perawatan (M)= {1, 2}
  - M= 1, perawatan terjadwal
  - M= 2, perawatan tidak terjadwal
3. Skenario perawatan tidak terjadwal (S)= {1, 2, 3}

S= 1, 80% permintaan personel untuk mengerjakan perawatan tidak terjadwal

S= 2, 100% permintaan personel untuk mengerjakan perawatan tidak terjadwal

S= 3, 120% permintaan personel untuk mengerjakan perawatan tidak terjadwal

4. Ketersediaan personel karyawan tetap dalam waktu kerja normal maksimum dalam 1 minggu dalam *man-hour* ( $P_1$ ) = 8 jam/hari x 5 hari/minggu = 40 jam/minggu
5. Ketersediaan personel karyawan tetap dalam waktu kerja lembur maksimum dalam 1 minggu dalam *man-hour* ( $P_2$ ) = 3 jam/hari x 5 hari/minggu = 15 jam/minggu

**Variabel keputusan:**

1. Jumlah personel tetap:  $y$
2. Pemenuhan personel tetap untuk waktu kerja normal:  $x_{ts}^1$
3. Pemenuhan personel variabel untuk waktu kerja normal:  $x_{ts}^2$
4. Pemenuhan personel tetap untuk waktu kerja lembur:  $x_{ts}^3$
5. Pemenuhan personel variabel untuk waktu kerja lembur:  $x_{ts}^4$

**Fungsi tujuan:**

Meminimumkan biaya personel perawatan yang harus dibayarkan oleh perusahaan

$$\text{Min } C_1 P_1 T y + C_2 \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} x_{ts}^2 + C_3 \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} x_{ts}^3 + C_4 \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} x_{ts}^4 \quad (3.1)$$

**Kendala:**

1. Pemenuhan karyawan tetap waktu kerja normal  $\leq$  ketersediaan karyawan tetap waktu kerja normal

$$x_{ts}^1 \leq P_1 y, \forall t \in T, s \in S \quad (3.2)$$

2. Pemenuhan karyawan variabel waktu kerja normal  $\leq$  ketersediaan karyawan variabel waktu kerja normal

$$x_{ts}^2 \leq P_1 z, \forall t \in T, s \in S \quad (3.3)$$

3. Pemenuhan karyawan tetap waktu kerja lembur  $\leq$  ketersediaan karyawan tetap waktu kerja lembur

$$x_{ts}^3 \leq P_2 y, \forall t \in T, s \in S \quad (3.4)$$

4. Pemenuhan karyawan variabel waktu kerja lembur  $\leq$  ketersediaan karyawan variabel waktu kerja lembur

$$x_{ts}^4 \leq P_2 z, \forall t \in T, s \in S \quad (3.5)$$

5. Total pemenuhan  $\geq$  total permintaan

$$x_{ts}^1 + x_{ts}^2 + x_{ts}^3 + x_{ts}^4 \geq \sum_{m \in M} d_{tms}, \forall t \in T, s \in S \quad (3.6)$$

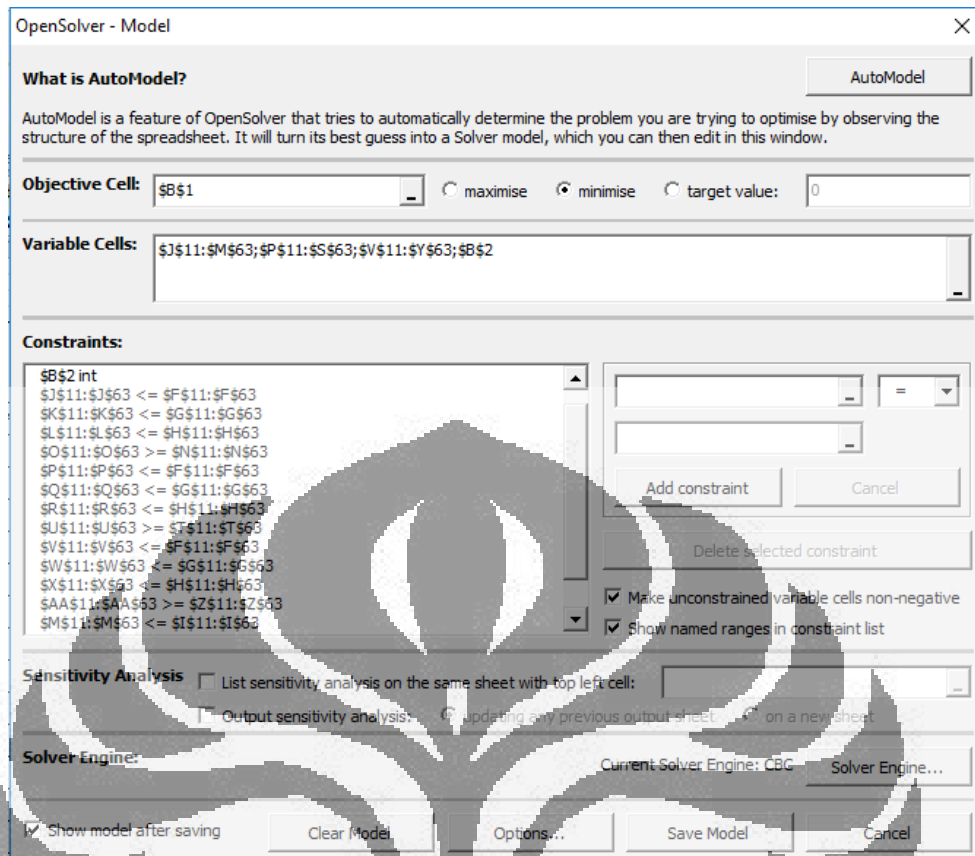
6. Jumlah personel karyawan tetap adalah bilangan integer

$$y \in \text{integer} \quad (3.7)$$

#### 3.4. Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan 3 variasi skenario terkait permintaan perawatan tidak terjadwal guna mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun ketiga skenario tersebut adalah menentukan persentase permintaan perawatan tidak terjadwal sebesar 80% (skenario 1), 100% (skenario 2) dan 120% (skenario 3). Serta membandingkan rata-rata permintaan dari ketiga skenario tersebut untuk menentukan biaya personel perawatan.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan aplikasi Open Solver yang dihubungkan dengan Microsoft Excel 2010. Aplikasi ini menyelesaikan model matematika yang sudah dibuat dengan menggunakan mesin CBC (COIN OR Branch & Cut) untuk memberikan solusi optimum pada program integer campuran. Berikut ini adalah prosedur pembuatan model ke dalam aplikasi Open Solver:



Gambar 3.3. Tampilan model dalam Open Solver

### 3.5. Output Hasil Pengolahan Data

Output hasil pengolahan data dengan program Open Solver adalah penentuan alokasi personel setiap skenario untuk setiap jenis pekerjaan dan unit fungsi perawatan dengan meminimumkan biaya personel. Dengan penetapan parameter dan variabel dalam model matematika yang sudah dikembangkan, maka didapatkan hasil jumlah personel yang paling optimal untuk memenuhi semua jenis pekerjaan perawatan baik yang terjadwal maupun tidak terjadwal. Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 3.



## BAB 4

### HASIL DAN ANALISA

#### 4.1. Hasil Pengolahan Data

##### 4.1.1. Jumlah Personel Optimum

Setelah model dibuat dalam aplikasi Open Solver, maka proses iterasi untuk menghasilkan *output* yang optimum dilakukan untuk menentukan jumlah personel karyawan tetap yang sudah ditentukan sebagai salah satu variabel keputusan. Berikut ini adalah contoh penentuan jumlah personel yang optimum dalam unit fungsi perbaikan mekanik:

**Tabel 4.1** Jumlah personel optimum

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| Jumlah personel tetap    | 331 |
| Jumlah personel variabel | 214 |

| Minggu ke- | Ketersediaan (dalam <i>man-hour</i> ) |                      |                 |                    |
|------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|
|            | WH karyawan tetap                     | WH karyawan variabel | WH lembur tetap | WH lembur variabel |
| 1          | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 2          | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 3          | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 4          | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 5          | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 6          | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 7          | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 8          | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 9          | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 10         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 11         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 12         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 13         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 14         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 15         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 16         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 17         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 18         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 19         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 20         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 21         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |

| Minggu ke- | Ketersediaan (dalam <i>man-hour</i> ) |                      |                 |                    |
|------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|
|            | WH karyawan tetap                     | WH karyawan variabel | WH lembur tetap | WH lembur variabel |
| 22         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 23         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 24         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 25         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 26         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 27         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 28         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 29         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 30         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 31         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 32         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 33         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 34         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 35         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 36         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 37         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 38         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 39         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 40         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 41         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 42         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 43         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 44         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 45         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 46         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 47         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 48         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 49         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 50         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 51         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 52         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |
| 53         | 13240                                 | 8560                 | 4965            | 3210               |

Proses di atas dilakukan pada setiap unit fungsi dan jenis pekerjaan perawatan, sehingga secara keseluruhan dapat dirangkum pada tabel di bawah ini:

**Tabel 4.2** Jumlah personel perawatan mekanikal yang optimum

| Klasifikasi | Lokasi                | Jenis pekerjaan     | Optimasi personel |
|-------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| Mekanikal   | Pabrik pembuatan besi | Perawatan fasilitas | 48                |
|             | Pabrik pembuatan baja | Perawatan fasilitas | 18                |

| Klasifikasi | Lokasi                 | Jenis pekerjaan     | Optimasi personel       |     |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------|-----|
|             | Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas | 14                      |     |
|             | Utilitas               | Perawatan fasilitas | 5                       |     |
|             | Pusat                  |                     | Perbaikan mekanik       | 331 |
|             |                        |                     | Perbaikan khusus        | 29  |
|             |                        |                     | Belt conveyor           | 28  |
|             |                        |                     | Alat ungkit             | 34  |
|             |                        |                     | Lubrikasi dan hidraulik | 45  |
|             |                        |                     | Pompa                   | 26  |
|             |                        |                     | Kompresor               | 20  |
|             |                        |                     | Penangkap debu          | 24  |
|             |                        |                     | Utilitas                | 6   |
|             |                        |                     | Total                   | 628 |

**Tabel 4.3** Jumlah personel perawatan elektrikal yang optimum

| Klasifikasi | Lokasi                 | Jenis pekerjaan     | Optimasi personel  |     |
|-------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----|
| Elektrikal  | Pabrik pembuatan besi  | Perawatan fasilitas | 6                  |     |
|             | Pabrik pembuatan baja  | Perawatan fasilitas | 26                 |     |
|             | Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas | 19                 |     |
|             | Utilitas               | Perawatan fasilitas | 4                  |     |
|             | Pusat                  |                     | Perbaikan elektrik | 100 |
|             |                        |                     | Pengukuran spesial | 10  |
|             |                        |                     | Kualitas produk    | 10  |
|             |                        |                     | Alat ungkit        | 5   |
|             |                        |                     | Total              | 180 |

#### 4.1.2. Hasil Biaya Personel Optimum

##### **Skenario 1: Pemenuhan 80% Permintaan Perawatan Tidak Terjadwal**

Untuk memperkirakan jumlah permintaan kurang dari historikal data, maka diasumsikan permintaan hanya sebesar 80% dari jumlah permintaan aktual. Hal ini dilakukan untuk menggambarkan permintaan personel dalam kegiatan perawatan tidak terjadwal yang bersifat stokastik. Tabel di bawah adalah contoh pemenuhan personel unit fungsi perbaikan mekanik dalam *man-hour* baik untuk personel karyawan tetap (dalam waktu kerja normal dan lembur) serta personel karyawan variabel (dalam waktu kerja normal dan lembur). Biaya yang

ditampilkan merupakan total dari pemenuhan beban pekerjaan dikalikan dengan biaya personel per jam yang paling optimum dalam memenuhi permintaan.

**Tabel 4.4** Pemenuhan 80% permintaan perawatan tidak terjadwal

| Minggu ke-        | SC1                  |                   |                    |              |              |              |
|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|
|                   | Pemenuhan (supply)   |                   |                    |              | Total demand | Total supply |
|                   | Biaya                | Rp 34.691.119.910 |                    |              |              |              |
|                   | Rp 36.438,00         | Rp 36.500,00      | Rp 47.956,37       | Rp 42.090,00 |              |              |
|                   | 701720               | 230368,1889       | 4077,0667          | 12304,2608   |              |              |
| WH karyawan tetap | WH karyawan variabel | WH lembur tetap   | WH lembur variabel |              |              |              |
| 1                 | 13240                | 0                 | 0                  | 0            | 3374,672     | 13240        |
| 2                 | 13240                | 0                 | 0                  | 0            | 10800,29486  | 13240        |
| 3                 | 13240                | 0                 | 0                  | 0            | 13206,56152  | 13240        |
| 4                 | 13240                | 1478,2282         | 0                  | 0            | 14718,22819  | 14718,2282   |
| 5                 | 13240                | 952,70438         | 0                  | 0            | 14192,70438  | 14192,70438  |
| 6                 | 13240                | 3935,499          | 0                  | 0            | 17175,49905  | 17175,499    |
| 7                 | 13240                | 881,81905         | 0                  | 0            | 14121,81905  | 14121,81905  |
| 8                 | 13240                | 0                 | 0                  | 0            | 12657,81905  | 13240        |
| 9                 | 13240                | 3627,5429         | 0                  | 0            | 16867,54286  | 16867,5429   |
| 10                | 13240                | 6591,1162         | 0                  | 0            | 19831,11619  | 19831,1162   |
| 11                | 13240                | 8560              | 0                  | 2206,7829    | 24006,78286  | 24006,7829   |
| 12                | 13240                | 3306,7733         | 0                  | 0            | 16546,77333  | 16546,7733   |
| 13                | 13240                | 6658,64           | 0                  | 0            | 19898,64     | 19898,64     |
| 14                | 13240                | 6505,9244         | 0                  | 0            | 19745,92444  | 19745,9244   |
| 15                | 13240                | 4825,3606         | 0                  | 0            | 18065,36063  | 18065,3606   |
| 16                | 13240                | 5244,4273         | 0                  | 0            | 18484,4273   | 18484,4273   |
| 17                | 13240                | 3052,7606         | 0                  | 0            | 16292,76063  | 16292,7606   |
| 18                | 13240                | 4793,2473         | 0                  | 0            | 18033,2473   | 18033,2473   |

Universitas Indonesia

| Minggu ke-        | SC1                  |                   |                    |              |              |              |
|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|
|                   | Pemenuhan (supply)   |                   |                    |              | Total demand | Total supply |
|                   | Biaya                | Rp 34.691.119.910 |                    |              |              |              |
|                   | Rp 36.438,00         | Rp 36.500,00      | Rp 47.956,37       | Rp 42.090,00 |              |              |
|                   | 701720               | 230368,1889       | 4077,0667          | 12304,2608   |              |              |
| WH karyawan tetap | WH karyawan variabel | WH lembur tetap   | WH lembur variabel |              |              |              |
| 19                | 13240                | 6576,7406         | 0                  | 0            | 19816,74063  | 19816,7406   |
| 20                | 13240                | 1388,6406         | 0                  | 0            | 14628,64063  | 14628,6406   |
| 21                | 13240                | 4651,2406         | 0                  | 0            | 17891,24063  | 17891,2406   |
| 22                | 13240                | 5940,4978         | 0                  | 0            | 19180,49778  | 19180,4978   |
| 23                | 13240                | 0                 | 0                  | 0            | 13092,10667  | 13240        |
| 24                | 13240                | 8167,64           | 0                  | 0            | 21407,64     | 21407,64     |
| 25                | 13240                | 5356,94           | 0                  | 0            | 18596,94     | 18596,94     |
| 26                | 13240                | 8560              | 0                  | 1081,5067    | 22881,50667  | 22881,5067   |
| 27                | 13240                | 8440,9058         | 0                  | 0            | 21680,90578  | 21680,9058   |
| 28                | 13240                | 6096,4277         | 0                  | 0            | 19336,42768  | 19336,4277   |
| 29                | 13240                | 3689,6277         | 0                  | 0            | 16929,62768  | 16929,6277   |
| 30                | 13240                | 2241,8372         | 0                  | 0            | 15481,83721  | 15481,8372   |
| 31                | 13240                | 8560              | 0                  | 2425,1172    | 24225,11721  | 24225,1172   |
| 32                | 13240                | 8560              | 0                  | 78,853968    | 21878,85397  | 21878,85397  |
| 33                | 13240                | 5644,3873         | 0                  | 0            | 18884,3873   | 18884,3873   |
| 34                | 13240                | 2998,254          | 0                  | 0            | 16238,25397  | 16238,254    |
| 35                | 13240                | 4107,3206         | 0                  | 0            | 17347,32063  | 17347,3206   |
| 36                | 13240                | 6803,2095         | 0                  | 0            | 20043,20952  | 20043,2095   |
| 37                | 13240                | 4582,8            | 0                  | 0            | 17822,8      | 17822,8      |
| 38                | 13240                | 3983,4667         | 0                  | 0            | 17223,46667  | 17223,4667   |
| 39                | 13240                | 4431,6667         | 0                  | 0            | 17671,66667  | 17671,6667   |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | SC1                |                      |                 |                    |              |              |
|------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|--------------|--------------|
|            | Pemenuhan (supply) |                      |                 |                    | Total demand | Total supply |
|            | Biaya              | Rp 34.691.119.910    |                 |                    |              |              |
|            | Rp 36.438,00       | Rp 36.500,00         | Rp 47.956,37    | Rp 42.090,00       |              |              |
|            | 701720             | 230368,1889          | 4077,0667       | 12304,2608         |              |              |
|            | WH karyawan tetap  | WH karyawan variabel | WH lembur tetap | WH lembur variabel |              |              |
| 40         | 13240              | 8560                 | 4077,0667       | 3210               | 29087,0667   | 29087,0667   |
| 41         | 13240              | 2872,6               | 0               | 0                  | 16112,6      | 16112,6      |
| 42         | 13240              | 244                  | 0               | 0                  | 13484        | 13484        |
| 43         | 13240              | 6579,2               | 0               | 0                  | 19819,2      | 19819,2      |
| 44         | 13240              | 4858,4               | 0               | 0                  | 18098,4      | 18098,4      |
| 45         | 13240              | 7004,0667            | 0               | 0                  | 20244,0667   | 20244,0667   |
| 46         | 13240              | 3524,1333            | 0               | 0                  | 16764,1333   | 16764,1333   |
| 47         | 13240              | 4298,5333            | 0               | 0                  | 17538,5333   | 17538,5333   |
| 48         | 13240              | 8560                 | 0               | 2390,6667          | 24190,6667   | 24190,6667   |
| 49         | 13240              | 8560                 | 0               | 911,3333           | 22711,3333   | 22711,3333   |
| 50         | 13240              | 475,9333             | 0               | 0                  | 13715,9333   | 13715,9333   |
| 51         | 13240              | 2354,9333            | 0               | 0                  | 15594,9333   | 15594,9333   |
| 52         | 13240              | 1280,7429            | 0               | 0                  | 14520,74286  | 14520,7429   |
| 53         | 13240              | 0                    | 0               | 0                  | 11246,4      | 13240        |

### Skenario 2: Pemenuhan 100% Permintaan Perawatan Tidak Terjadwal

Skenario berikutnya adalah pemenuhan 100% permintaan personel untuk perawatan tidak terjadwal. Dalam hal ini, jumlah pemenuhan permintaan sama dengan data historikal. Tabel di bawah ini adalah contoh hasil pemenuhan permintaan beban pekerjaan untuk unit fungsi perbaikan mekanik.

**Tabel 4.5** Pemenuhan 100% permintaan perawatan tidak terjadwal

| Minggu ke-        | SC2                  |                   |                    |              |                 |                     |
|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------|-----------------|---------------------|
|                   | Pemenuhan (supply)   |                   |                    |              | Total demand    | Total supply        |
|                   | Biaya                | Rp 36.350.897.543 |                    |              |                 |                     |
|                   | Rp 36.438,00         | Rp 36.500,00      | Rp 47.956,37       | Rp 42.090,00 |                 |                     |
|                   | 701720               | 265651,2073       | 6038,21876         | 18906,72517  |                 |                     |
| WH karyawan tetap | WH karyawan variabel | WH lembur tetap   | WH lembur variabel |              |                 |                     |
| 1                 | 13240                | 0                 | 0                  | 0            | 3592,50<br>6667 | 13240               |
| 2                 | 13240                | 0                 | 0                  | 0            | 11199,2<br>4952 | 13240               |
| 3                 | 13240                | 355,91619         | 0                  | 0            | 13595,9<br>1619 | 13595<br>,9161<br>9 |
| 4                 | 13240                | 1872,9162         | 0                  | 0            | 15112,9<br>1619 | 15112<br>,9162      |
| 5                 | 13240                | 1344,3924         | 0                  | 0            | 14584,3<br>9238 | 14584<br>,3924      |
| 6                 | 13240                | 4422,1524         | 0                  | 0            | 17662,1<br>5238 | 17662<br>,1524      |
| 7                 | 13240                | 1516,5524         | 0                  | 0            | 14756,5<br>5238 | 14756<br>,5524      |
| 8                 | 13240                | 267,95238         | 0                  | 0            | 13507,9<br>5238 | 13507<br>,9523<br>8 |
| 9                 | 13240                | 4359,4762         | 0                  | 0            | 17599,4<br>7619 | 17599<br>,4762      |
| 10                | 13240                | 8217,7095         | 0                  | 0            | 21457,7<br>0952 | 21457<br>,7095      |
| 11                | 13240                | 8560              | 889,57619          | 3210         | 25899,5<br>7619 | 25899<br>,5761<br>9 |
| 12                | 13240                | 4942,4333         | 0                  | 0            | 18182,4<br>3333 | 18182<br>,4333      |
| 13                | 13240                | 8560              | 0                  | 9,7666667    | 21809,7<br>6667 | 21809<br>,7666<br>7 |
| 14                | 13240                | 8513,5778         | 0                  | 0            | 21753,5<br>7778 | 21753<br>,5778      |
| 15                | 13240                | 5775,654          | 0                  | 0            | 19015,6<br>5397 | 19015<br>,654       |
| 16                | 13240                | 6344,3206         | 0                  | 0            | 19584,3<br>2063 | 19584<br>,3206      |
| 17                | 13240                | 4176,7873         | 0                  | 0            | 17416,7<br>873  | 17416<br>,7873      |
| 18                | 13240                | 6304,729          | 0                  | 0            | 19544,7<br>2897 | 19544<br>,729       |
| 19                | 13240                | 7434,8623         | 0                  | 0            | 20674,8         | 20674               |

| Minggu ke- | SC2                |                      |                 |                    |              |              |
|------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|--------------|--------------|
|            | Pemenuhan (supply) |                      |                 |                    | Total demand | Total supply |
|            | Biaya              | Rp 36.350.897.543    |                 |                    |              |              |
|            | Rp 36.438,00       | Rp 36.500,00         | Rp 47.956,37    | Rp 42.090,00       |              |              |
|            | 701720             | 265651,2073          | 6038,21876      | 18906,72517        |              |              |
|            | WH karyawan tetap  | WH karyawan variabel | WH lembur tetap | WH lembur variabel |              |              |
|            |                    |                      |                 |                    | 623          | ,8623        |
| 20         | 13240              | 2352,9873            | 0               | 0                  | 15592,9873   | 15592,9873   |
| 21         | 13240              | 5669,1873            | 0               | 0                  | 18909,1873   | 18909,1873   |
| 22         | 13240              | 7140,5778            | 0               | 0                  | 20380,5778   | 20380,5778   |
| 23         | 13240              | 643,06667            | 0               | 0                  | 13883,06667  | 13883,06667  |
| 24         | 13240              | 8560                 | 0               | 353,4              | 22153,4      | 22153,4      |
| 25         | 13240              | 6164,5667            | 0               | 0                  | 19404,5667   | 19404,5667   |
| 26         | 13240              | 8560                 | 0               | 2327               | 24127        | 24127        |
| 27         | 13240              | 8560                 | 0               | 1307,4711          | 23107,4711   | 23107,4711   |
| 28         | 13240              | 7004,5663            | 0               | 0                  | 20244,5663   | 20244,5663   |
| 29         | 13240              | 4626,5663            | 0               | 0                  | 17866,5663   | 17866,5663   |
| 30         | 13240              | 3582,3759            | 0               | 0                  | 16822,3759   | 16822,3759   |
| 31         | 13240              | 8560                 | 639,97587       | 3210               | 25649,97587  | 25649,97587  |
| 32         | 13240              | 8560                 | 0               | 1117,754           | 22917,754    | 22917,754    |
| 33         | 13240              | 6584,0873            | 0               | 0                  | 19824,0873   | 19824,0873   |
| 34         | 13240              | 4349,0873            | 0               | 0                  | 17589,0873   | 17589,0873   |
| 35         | 13240              | 5226,4206            | 0               | 0                  | 18466,4206   | 18466,4206   |
| 36         | 13240              | 7305,1429            | 0               | 0                  | 20545,1429   | 20545,1429   |
| 37         | 13240              | 5017                 | 0               | 0                  | 18257        | 18257        |
| 38         | 13240              | 4521,6667            | 0               | 0                  | 17761,6667   | 17761,6667   |
| 39         | 13240              | 5516,6667            | 0               | 0                  | 18756,6667   | 18756,6667   |
| 40         | 13240              | 8560                 | 4508,6667       | 3210               | 29518,6      | 29518,6      |



| Minggu ke-        | SC2                  |                   |                    |              |                 |                |
|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------|-----------------|----------------|
|                   | Pemenuhan (supply)   |                   |                    |              | Total demand    | Total supply   |
|                   | Biaya                | Rp 36.350.897.543 |                    |              |                 |                |
|                   | Rp 36.438,00         | Rp 36.500,00      | Rp 47.956,37       | Rp 42.090,00 |                 |                |
|                   | 701720               | 265651,2073       | 6038,21876         | 18906,72517  |                 |                |
| WH karyawan tetap | WH karyawan variabel | WH lembur tetap   | WH lembur variabel |              |                 |                |
|                   |                      |                   |                    |              | 6667            | ,6667          |
| 41                | 13240                | 3305              | 0                  | 0            | 16545           | 16545          |
| 42                | 13240                | 666               | 0                  | 0            | 13906           | 13906          |
| 43                | 13240                | 7249              | 0                  | 0            | 20489           | 20489          |
| 44                | 13240                | 5243              | 0                  | 0            | 18483           | 18483          |
| 45                | 13240                | 7388,6667         | 0                  | 0            | 20628,6<br>6667 | 20628<br>,6667 |
| 46                | 13240                | 3942,3333         | 0                  | 0            | 17182,3<br>3333 | 17182<br>,3333 |
| 47                | 13240                | 4887,3333         | 0                  | 0            | 18127,3<br>3333 | 18127<br>,3333 |
| 48                | 13240                | 8560              | 0                  | 2743,6667    | 24543,6<br>6667 | 24543<br>,6667 |
| 49                | 13240                | 8560              | 0                  | 1417,6667    | 23217,6<br>6667 | 23217<br>,6667 |
| 50                | 13240                | 1112,6667         | 0                  | 0            | 14352,6<br>6667 | 14352<br>,6667 |
| 51                | 13240                | 3021,6667         | 0                  | 0            | 16261,6<br>6667 | 16261<br>,6667 |
| 52                | 13240                | 1682,1429         | 0                  | 0            | 14922,1<br>4286 | 14922<br>,1429 |
| 53                | 13240                | 0                 | 0                  | 0            | 11368           | 13240          |

### Skenario 3: Pemenuhan 120% Permintaan Perawatan Tidak Terjadwal

Untuk merepresentasikan permintaan di atas beban pekerjaan pada data historikal, maka digunakan skenario 3 dengan faktor 120% dari permintaan pada data historikal. Tabel di bawah juga menggunakan contoh unit fungsi perbaikan mekanik.

**Tabel 4.6** Pemenuhan 120% permintaan perawatan tidak terjadwal

| Minggu ke- | SC3                |                   |              |              |              |              |
|------------|--------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|            | Pemenuhan (supply) |                   |              |              | Total demand | Total supply |
|            | Biaya              | Rp 38.082.789.710 |              |              |              |              |
|            | Rp 36.438,00       | Rp 36.500,00      | Rp 47.956,37 | Rp 42.090,00 |              |              |
|            | 701720             | 296039,3899       | 10149,96403  | 29016,9444   |              |              |

|    | WH karyawan tetap | WH karyawan variabel | WH lembur tetap | WH lembur variabel |                 |                     |
|----|-------------------|----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| 1  | 13240             | 0                    | 0               | 0                  | 3810,34<br>1333 | 13240               |
| 2  | 13240             | 0                    | 0               | 0                  | 11598,2<br>0419 | 13240               |
| 3  | 13240             | 745,27086            | 0               | 0                  | 13985,2<br>7086 | 13985<br>,2708<br>6 |
| 4  | 13240             | 2267,6042            | 0               | 0                  | 15507,6<br>0419 | 15507<br>,6042      |
| 5  | 13240             | 1736,0804            | 0               | 0                  | 14976,0<br>8038 | 14976<br>,0804      |
| 6  | 13240             | 4908,8057            | 0               | 0                  | 18148,8<br>0571 | 18148<br>,8057      |
| 7  | 13240             | 2151,2857            | 0               | 0                  | 15391,2<br>8571 | 15391<br>,2857      |
| 8  | 13240             | 1118,0857            | 0               | 0                  | 14358,0<br>8571 | 14358<br>,0857      |
| 9  | 13240             | 5091,4095            | 0               | 0                  | 18331,4<br>0952 | 18331<br>,4095      |
| 10 | 13240             | 8560                 | 0               | 1284,3029          | 23084,3<br>0286 | 23084<br>,3029      |
| 11 | 13240             | 8560                 | 2782,3695       | 3210               | 27792,3<br>6952 | 27792<br>,3695      |
| 12 | 13240             | 6578,0933            | 0               | 0                  | 19818,0<br>9333 | 19818<br>,0933      |
| 13 | 13240             | 8560                 | 0               | 1920,8933          | 23720,8<br>9333 | 23720<br>,8933      |
| 14 | 13240             | 8560                 | 0               | 1961,2311          | 23761,2<br>3111 | 23761<br>,2311      |
| 15 | 13240             | 6725,9473            | 0               | 0                  | 19965,9<br>473  | 19965<br>,9473      |
| 16 | 13240             | 7444,214             | 0               | 0                  | 20684,2<br>1397 | 20684<br>,214       |
| 17 | 13240             | 5300,814             | 0               | 0                  | 18540,8<br>1397 | 18540<br>,814       |
| 18 | 13240             | 7816,2106            | 0               | 0                  | 21056,2<br>1063 | 21056<br>,2106      |
| 19 | 13240             | 8292,984             | 0               | 0                  | 21532,9<br>8397 | 21532<br>,984       |
| 20 | 13240             | 3317,334             | 0               | 0                  | 16557,3<br>3397 | 16557<br>,334       |
| 21 | 13240             | 6687,134             | 0               | 0                  | 19927,1<br>3397 | 19927<br>,134       |
| 22 | 13240             | 8340,6578            | 0               | 0                  | 21580,6<br>5778 | 21580<br>,6578      |
| 23 | 13240             | 1434,0267            | 0               | 0                  | 14674,0<br>2667 | 14674<br>,0267      |
| 24 | 13240             | 8560                 | 0               | 1099,16            | 22899,1<br>6    | 22899<br>,16        |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | SC3                |                      |                 |                    |              |              |
|------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|--------------|--------------|
|            | Pemenuhan (supply) |                      |                 |                    | Total demand | Total supply |
|            | Biaya              | Rp 38.082.789.710    |                 |                    |              |              |
|            | Rp 36.438,00       | Rp 36.500,00         | Rp 47.956,37    | Rp 42.090,00       |              |              |
|            | 701720             | 296039,3899          | 10149,96403     | 29016,9444         |              |              |
|            | WH karyawan tetap  | WH karyawan variabel | WH lembur tetap | WH lembur variabel |              |              |
| 25         | 13240              | 6972,1933            | 0               | 0                  | 20212,19333  | 20212,1933   |
| 26         | 13240              | 8560                 | 362,49333       | 3210               | 25372,49333  | 25372,49333  |
| 27         | 13240              | 8560                 | 0               | 2734,0364          | 24534,03644  | 24534,0364   |
| 28         | 13240              | 7912,705             | 0               | 0                  | 21152,70502  | 21152,705    |
| 29         | 13240              | 5563,505             | 0               | 0                  | 18803,50502  | 18803,505    |
| 30         | 13240              | 4922,9145            | 0               | 0                  | 18162,91454  | 18162,9145   |
| 31         | 13240              | 8560                 | 2064,8345       | 3210               | 27074,83454  | 27074,8345   |
| 32         | 13240              | 8560                 | 0               | 2156,654           | 23956,65397  | 23956,654    |
| 33         | 13240              | 7523,7873            | 0               | 0                  | 20763,7873   | 20763,7873   |
| 34         | 13240              | 5699,9206            | 0               | 0                  | 18939,92063  | 18939,9206   |
| 35         | 13240              | 6345,5206            | 0               | 0                  | 19585,52063  | 19585,5206   |
| 36         | 13240              | 7807,0762            | 0               | 0                  | 21047,07619  | 21047,0762   |
| 37         | 13240              | 5451,2               | 0               | 0                  | 18691,2      | 18691,2      |
| 38         | 13240              | 5059,8667            | 0               | 0                  | 18299,86667  | 18299,8667   |
| 39         | 13240              | 6601,6667            | 0               | 0                  | 19841,66667  | 19841,6667   |
| 40         | 13240              | 8560                 | 4940,2667       | 3210               | 29950,26667  | 29950,2667   |
| 41         | 13240              | 3737,4               | 0               | 0                  | 16977,4      | 16977,4      |
| 42         | 13240              | 1088                 | 0               | 0                  | 14328        | 14328        |
| 43         | 13240              | 7918,8               | 0               | 0                  | 21158,8      | 21158,8      |
| 44         | 13240              | 5627,6               | 0               | 0                  | 18867,6      | 18867,6      |
| 45         | 13240              | 7773,2667            | 0               | 0                  | 21013,26667  | 21013,2667   |

| Minggu ke- | SC3                |                      |                 |                    |              |              |
|------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|--------------|--------------|
|            | Pemenuhan (supply) |                      |                 |                    | Total demand | Total supply |
|            | Biaya              | Rp 38.082.789.710    |                 |                    |              |              |
|            | Rp 36.438,00       | Rp 36.500,00         | Rp 47.956,37    | Rp 42.090,00       |              |              |
|            | 701720             | 296039,3899          | 10149,96403     | 29016,9444         |              |              |
|            | WH karyawan tetap  | WH karyawan variabel | WH lembur tetap | WH lembur variabel |              |              |
| 46         | 13240              | 4360,5333            | 0               | 0                  | 17600,5333   | 17600,5333   |
| 47         | 13240              | 5476,1333            | 0               | 0                  | 18716,1333   | 18716,1333   |
| 48         | 13240              | 8560                 | 0               | 3096,6667          | 24896,6667   | 24896,6667   |
| 49         | 13240              | 8560                 | 0               | 1924               | 23724        | 23724        |
| 50         | 13240              | 1749,4               | 0               | 0                  | 14989,4      | 14989,4      |
| 51         | 13240              | 3688,4               | 0               | 0                  | 16928,4      | 16928,4      |
| 52         | 13240              | 2083,5429            | 0               | 0                  | 15323,54286  | 15323,5429   |
| 53         | 13240              | 0                    | 0               | 0                  | 11489,6      | 13240        |

### Biaya rata-rata personel dari skenario 1, 2 & 3

Setelah didapatkan hasil biaya untuk masing-masing skenario, selanjutnya untuk membandingkan dengan kondisi aktual digunakan rata-rata biaya personel. Berikut ini adalah contoh rata-rata biaya untuk unit fungsi perawatan mekanik.

Tabel 4.7 Rata-rata biaya dari 3 skenario

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Skenario 1 | Rp 34.691.419.910 |
| Skenario 2 | Rp 36.350.897.543 |
| Skenario 3 | Rp 38.082.789.710 |
| Rata-rata  | Rp 36.374.935.721 |

Sama seperti penentuan jumlah personel, proses di atas dilakukan untuk setiap jenis pekerjaan perawatan. Sehingga, secara keseluruhan hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.8 Biaya personel hasil optimasi (perawatan mekanikal)

| Klasifikasi | Lokasi                | Jenis pekerjaan     | Estimasi biaya (per tahun) |
|-------------|-----------------------|---------------------|----------------------------|
| Mekanikal   | Pabrik pembuatan besi | Perawatan fasilitas | Rp 3.744.868.794,43        |
|             | Pabrik pembuatan baja | Perawatan fasilitas | Rp 1.396.607.380,01        |

| Klasifikasi | Lokasi                 | Jenis pekerjaan     | Estimasi biaya (per tahun) |                      |
|-------------|------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|
|             | Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas | Rp 1.137.677.032,62        |                      |
|             | Utilitas               | Perawatan fasilitas | Rp 388.928.356,72          |                      |
|             | Pusat                  |                     | Perbaikan mekanik          | Rp 36.374.935.720,98 |
|             |                        |                     | Perbaikan khusus           | Rp 2.276.818.132,86  |
|             |                        |                     | Belt conveyor              | Rp 2.202.203.428,13  |
|             |                        |                     | Alat angkut                | Rp 2.744.709.317,24  |
|             |                        |                     | Lubrikasi dan hidraulik    | Rp 3.591.613.963,85  |
|             |                        |                     | Pompa                      | Rp 2.018.475.850,06  |
|             |                        |                     | Kompresor                  | Rp 1.570.869.771,24  |
|             |                        |                     | Penangkap debu             | Rp 1.868.736.001,96  |
|             |                        |                     | Utilitas                   | Rp 466.560.567,68    |
|             |                        |                     | Total                      | Rp 59.783.004.317,77 |

Tabel 4.9 Biaya personel hasil optimasi (perawatan elektrikal)

| Klasifikasi | Lokasi                 | Jenis pekerjaan     | Estimasi biaya (per tahun) |                      |
|-------------|------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|
| Elektrikal  | Pabrik pembuatan besi  | Perawatan fasilitas | Rp 467.080.095,01          |                      |
|             | Pabrik pembuatan baja  | Perawatan fasilitas | Rp 2.025.880.313,58        |                      |
|             | Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas | Rp 1.481.054.510,86        |                      |
|             | Utilitas               | Perawatan fasilitas | Rp 309.761.541,92          |                      |
|             | Pusat                  |                     | Perbaikan elektrik         | Rp 8.308.320.669,64  |
|             |                        |                     | Pengukuran spesial         | Rp 777.425.106,11    |
|             |                        |                     | Kualitas produk            | Rp 778.374.642,24    |
|             |                        |                     | Alat ungkit                | Rp 388.244.179,17    |
|             |                        |                     | Total                      | Rp 14.536.141.058,53 |

## 4.2. Analisa Pengolahan Data

### 4.2.1. Perbandingan Jumlah Personel

Pada bagian ini, ditampilkan perbandingan jumlah personel perawatan yang dimiliki oleh perusahaan dengan hasil optimasi. Tabel 4.10 menjelaskan perbandingan untuk personel perawatan mekanikal, sedangkan tabel 4.11 menjelaskan perbandingan jumlah personel perawatan elektrikal.

**Tabel 4.10** Perbandingan jumlah personel perawatan mekanikal

| Klasifikasi | Lokasi                 | Jenis pekerjaan         | Personel aktual | Optimasi personel | Rekomendasi |           |
|-------------|------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|-------------|-----------|
| Mekanikal   | Pabrik pembuatan besi  | Perawatan fasilitas     | 28              | 48                | Tambahkan   |           |
|             | Pabrik pembuatan baja  | Perawatan fasilitas     | 20              | 18                | Kurangi     |           |
|             | Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas     | 16              | 14                | Kurangi     |           |
|             | Utilitas               | Perawatan fasilitas     | 6               | 5                 | Kurangi     |           |
|             | Pusat                  | Perbaikan mekanik       |                 | 265               | 331         | Tambahkan |
|             |                        | Perbaikan khusus        |                 | 13                | 29          | Tambahkan |
|             |                        | Belt conveyor           |                 | 16                | 28          | Tambahkan |
|             |                        | Alat ungkit             |                 | 38                | 34          | Kurangi   |
|             |                        | Lubrikasi dan hidraulik |                 | 23                | 45          | Tambahkan |
|             |                        | Pompa                   |                 | 24                | 26          | Tambahkan |
|             |                        | Kompresor               |                 | 13                | 20          | Tambahkan |
|             |                        | Penangkap debu          |                 | 17                | 24          | Tambahkan |
|             |                        | Utilitas                |                 | 6                 | 6           | Tetap     |
|             |                        | Total                   |                 | 485               | 628         |           |

Dari tabel perbandingan personel perawatan mekanikal di atas, dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori rekomendasi, yaitu:

- **Tambahkan**  
Rekomendasi ini berarti jumlah personel hasil optimasi lebih besar dibandingkan dengan jumlah personel aktual. Sehingga penambahan personel diperlukan agar setiap permintaan pekerjaan perawatan dapat dilakukan. Jenis pekerjaan yang direkomendasikan untuk ditambahkan adalah perawatan fasilitas untuk unit fungsi desentralisasi pabrik pembuatan besi, unit fungsi terpusat perbaikan mekanik, perbaikan khusus, lubrikasi dan hidraulik, pompa, kompresor dan penangkap debu.
- **Kurangi**  
Pada rekomendasi ini, jumlah personel hasil optimasi lebih kecil dibandingkan jumlah aktual. Oleh karena itu pengurangan personel perlu dilakukan agar struktur organisasi menjadi lebih efisien. Yang termasuk ke

**Universitas Indonesia**

dalam kelompok rekomendasi ini antara lain perawatan fasilitas untuk unit fungsi desentralisasi pabrik pembuatan baja, pabrik pengelasan baja, utilitas, dan unit fungsi terpusat alat angkat.

- Tetap

Apabila jumlah personel hasil optimasi sama dengan jumlah personel aktual maka keterangan yang dicantumkan adalah tetap. Hal ini menunjukkan jenis pekerjaan tersebut sudah mencapai titik optimal, sehingga tidak perlu adanya penambahan atau pengurangan jumlah personel. Satu-satunya unit fungsi yang sudah optimal adalah unit fungsi terpusat utilitas.

**Tabel 4.11** Perbandingan jumlah personel perawatan elektrikal

| Klasifikasi | Lokasi                 | Jenis pekerjaan     | Personel aktual    | Optimasi personel | Rekomendasi |           |
|-------------|------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------|-----------|
| Elektrikal  | Pabrik pembuatan besi  | Perawatan fasilitas | 12                 | 6                 | Kurangi     |           |
|             | Pabrik pembuatan baja  | Perawatan fasilitas | 23                 | 26                | Tambahkan   |           |
|             | Pabrik pengelasan baja | Perawatan fasilitas | 22                 | 19                | Kurangi     |           |
|             | Utilitas               | Perawatan fasilitas | 6                  | 4                 | Kurangi     |           |
|             | Pusat                  |                     | Perbaikan elektrik | 60                | 100         | Tambahkan |
|             |                        |                     | Pengukuran spesial | 13                | 10          | Kurangi   |
|             |                        |                     | Kualitas produk    | 8                 | 10          | Tambahkan |
|             |                        |                     | Alat angkat        | 8                 | 5           | Kurangi   |
|             | Total                  |                     | 152                | 180               |             |           |

Berbeda halnya dengan perbandingan jumlah personel mekanikal, tabel 4.11 yang menjelaskan perbandingan jumlah personel aktual dengan hasil optimasi personel dikelompokkan menjadi dua kategori rekomendasi. Dengan begitu jumlah personel aktual belum mencapai titik optimal dalam memenuhi permintaan pekerjaan perawatan. Berikut adalah penjelasan dari kategori rekomendasi:

- Tambahkan

Jenis pekerjaan yang direkomendasikan untuk ditambahkan adalah perawatan fasilitas untuk unit fungsi desentralisasi pabrik pembuatan baja, unit fungsi terpusat perbaikan elektrik dan kualitas produk.

- Kurangi

Jenis pekerjaan yang sebaiknya dilakukan pengurangan personel adalah unit fungsi desentralisasi pabrik pembuatan besi, pabrik pengerolan baja, utilitas, dan unit fungsi terpusat pengukuran spesial.

#### 4.2.2. Perbandingan Biaya Personel Perawatan

Untuk membandingkan biaya personel kondisi aktual dengan biaya personel hasil optimasi, maka sebelumnya dilakukan perhitungan biaya personel untuk pekerjaan perawatan yang tidak dapat dikerjakan. Dengan menggunakan formulasi pada Open Solver, variabel keputusan untuk jumlah personel karyawan tetap dihapus untuk kemudian dimasukkan jumlah karyawan aktual. Sehingga didapatkan hasil estimasi biaya perawatan yang tidak dapat dikerjakan sebagai berikut:

**Tabel 4.12** Biaya perawatan aktual tidak terpenuhi (mekanikal)

| Klasifikasi | Lokasi                 | Jenis pekerjaan     | Jumlah personel         | Biaya aktual tidak terpenuhi |                     |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|
| Mekanikal   | Pabrik pembuatan besi  | Perawatan fasilitas | 28                      | Rp 2.278.982.563,69          |                     |
|             | Pabrik pembuatan baja  | Perawatan fasilitas | 20                      | Rp 1.396.607.380,01          |                     |
|             | Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas | 16                      | Rp 154.497.120,00            |                     |
|             | Utilitas               | Perawatan fasilitas | 6                       | Rp 388.161.054,80            |                     |
|             | Pusat                  |                     | Perbaikan mekanik       | 265                          | Rp 4.564.381.077,95 |
|             |                        |                     | Perbaikan khusus        | 13                           | Rp 1.171.388.881,68 |
|             |                        |                     | Belt conveyor           | 16                           | Rp 627.387.928,52   |
|             |                        |                     | Alat ungkit             | 38                           | Rp 1.118.448.872,79 |
|             |                        |                     | Lubrikasi dan hidraulik | 23                           | Rp 1.866.817.747,16 |
|             |                        |                     | Pompa                   | 24                           | Rp 541.558.375,38   |
|             |                        | Kompresor           | 13                      | Rp 542.683.751,53            |                     |



| Klasifikasi | Lokasi | Jenis pekerjaan | Jumlah personel | Biaya aktual tidak terpenuhi |
|-------------|--------|-----------------|-----------------|------------------------------|
|             |        | Penangkap debu  | 17              | Rp 544.192.778,64            |
|             |        | Utilitas        | 6               | Rp 77.248.560,00             |
|             |        | Total           | 485             | Rp 15.272.356.092,16         |

**Tabel 4.13** Biaya perawatan aktual tidak terpenuhi (elektrikal)

| Klasifikasi | Lokasi                 | Jenis pekerjaan     | Personel aktual    | Biaya aktual tidak terpenuhi |                   |
|-------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| Elektrikal  | Pabrik pembuatan besi  | Perawatan fasilitas | 12                 | Rp 310.912.494,80            |                   |
|             | Pabrik pembuatan baja  | Perawatan fasilitas | 23                 | Rp 955.372.891,04            |                   |
|             | Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas | 22                 | Rp 310.864.538,43            |                   |
|             | Utilitas               | Perawatan fasilitas | 6                  | Rp 155.648.072,88            |                   |
|             | Pusat                  |                     | Perbaikan elektrik | 60                           | Rp 617.549.948,81 |
|             |                        |                     | Pengukuran spesial | 13                           | Rp 154.880.770,96 |
|             |                        |                     | Kualitas produk    | 8                            | Rp 778.374.642,24 |
|             |                        |                     | Alat ungkit        | 8                            | Rp 388.244.179,17 |
|             | Total                  |                     | 152                | Rp 3.671.847.538,33          |                   |

Data biaya aktual di atas akan digunakan untuk membandingkan antara biaya personel yang dapat dipenuhi di perusahaan dengan biaya personel hasil optimasi yang sudah mencakup semua jenis pekerjaan yang harus dipenuhi. Dengan begitu, data yang disajikan dapat dibandingkan satu sama lainnya. Selain itu juga, hasil perbandingan data akan menunjukkan apakah hasil optimasi dapat memberikan hasil yang optimum dan lebih baik dari kondisi aktual atau tidak.

Setelah biaya personel perawatan di kondisi aktual untuk pekerjaan yang dapat dikerjakan telah dihitung dan dijelaskan pada bab sebelumnya, kemudian telah dihitung pula biaya personel perawatan yang tidak dapat dikerjakan, maka data telah secara utuh dapat digunakan untuk perbandingan dengan biaya personel hasil optimasi. Berikut adalah perbandingan total biaya personel perawatan di perusahaan dengan biaya perawatan hasil optimasi:

**Tabel 4.14** Perbandingan biaya personel perawatan (mekanikal)

| Lokasi                 | Jenis pekerjaan         | Biaya aktual terpenuhi | Biaya aktual tidak terpenuhi | Estimasi biaya hasil optimasi |
|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Pabrik pembuatan besi  | Perawatan fasilitas     | Rp 2.181.681.846,85    | Rp 2.278.982.563,69          | Rp 3.744.868.794,43           |
| Pabrik pembuatan baja  | Perawatan fasilitas     | Rp 1.544.971.200,00    | Rp 1.396.607.380,01          | Rp 1.396.607.380,01           |
| Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas     | Rp 1.235.976.960,00    | Rp 154.497.120,00            | Rp 1.137.677.032,62           |
| Utilitas               | Perawatan fasilitas     | Rp 466.176.916,72      | Rp 388.161.054,80            | Rp 388.928.356,72             |
| Pusat                  | Perbaikan mekanik       | Rp 29.062.098.366,14   | Rp 4.564.381.077,95          | Rp 36.374.935.720,98          |
|                        | Perbaikan khusus        | Rp 1.021.342.112,82    | Rp 1.171.388.881,68          | Rp 2.276.818.132,86           |
|                        | Belt conveyor           | Rp 1.267.763.812,63    | Rp 627.387.928,52            | Rp 2.202.203.428,13           |
|                        | Alat ungkit             | Rp 3.055.093.225,75    | Rp 1.118.448.872,79          | Rp 2.744.709.317,24           |
|                        | Lubrikasi dan hidraulik | Rp 1.848.395.086,62    | Rp 1.866.817.747,16          | Rp 3.591.613.963,85           |
|                        | Pompa                   | Rp 1.862.405.761,12    | Rp 541.558.375,38            | Rp 2.018.475.850,06           |
|                        | Kompresor               | Rp 1.043.331.706,65    | Rp 542.683.751,53            | Rp 1.570.869.771,24           |
|                        | Penangkap debu          | Rp 1.327.612.431,00    | Rp 544.192.778,64            | Rp 1.868.736.001,96           |
|                        | Utilitas                | Rp 465.793.265,76      | Rp 77.248.560,00             | Rp 466.560.567,68             |
|                        | Total                   | Rp 46.382.642.692,07   | Rp 15.272.356.092,16         | Rp 59.783.004.317,77          |

Pada tahap ini, dilakukan perbandingan biaya personel antara kondisi aktual dan hasil optimasi. Pada kondisi aktual, komponen biaya dibagi menjadi dua, yaitu biaya personel aktual untuk pekerjaan perawatan yang dapat dipenuhi dan tidak dapat dipenuhi.

Dalam perawatan mekanikal, biaya personel aktual yang dikeluarkan perusahaan dalam setahun untuk menyelesaikan pekerjaan adalah sebesar Rp 46.382.642.692,07. Kemudian hasil estimasi biaya personel untuk pekerjaan yang tidak dapat dipenuhi adalah sebesar Rp 15.272.356.092,16 per tahun. Sehingga total biaya personel yang harus dikeluarkan perusahaan dalam setahun adalah sebesar Rp 61.654.998.784,23. Jika dibandingkan dengan hasil optimasi, biaya personel untuk semua pekerjaan yang harus dipenuhi hanya sebesar Rp

59.783.004.317,77 per tahunnya. Dengan ini maka perusahaan dapat menghemat pengeluaran biaya personel sebanyak Rp 1.871.994.466,45 per tahun atau sebesar 3,304%.

**Tabel 4.15** Perbandingan biaya personel perawatan (elektrikal)

| Lokasi                 | Jenis pekerjaan     | Biaya aktual terpenuhi | Biaya aktual tidak terpenuhi | Estimasi biaya hasil optimasi |
|------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Pabrik pembuatan besi  | Perawatan fasilitas | Rp 930.379.629,53      | Rp 310.912.494,80            | Rp 467.080.095,01             |
| Pabrik pembuatan baja  | Perawatan fasilitas | Rp 1.794.134.633,58    | Rp 955.372.891,04            | Rp 2.025.880.313,58           |
| Pabrik pengerolan baja | Perawatan fasilitas | Rp 1.712.800.190,86    | Rp 310.864.538,43            | Rp 1.481.054.510,86           |
| Utilitas               | Perawatan fasilitas | Rp 464.258.661,92      | Rp 155.648.072,88            | Rp 309.761.541,92             |
| Pusat                  | Perbaikan elektrik  | Rp 4.861.698.622,48    | Rp 617.549.948,81            | Rp 8.308.320.669,64           |
|                        | Pengukuran spesial  | Rp 1.009.170.786,11    | Rp 154.880.770,96            | Rp 777.425.106,11             |
|                        | Kualitas produk     | Rp 623.877.522,24      | Rp 778.374.642,24            | Rp 778.374.642,24             |
|                        | Alat ungkit         | Rp 619.810.822,06      | Rp 388.244.179,17            | Rp 388.244.179,17             |
|                        | Total               | Rp 12.016.130.868,78   | Rp 3.671.847.538,33          | Rp 14.536.141.058,53          |

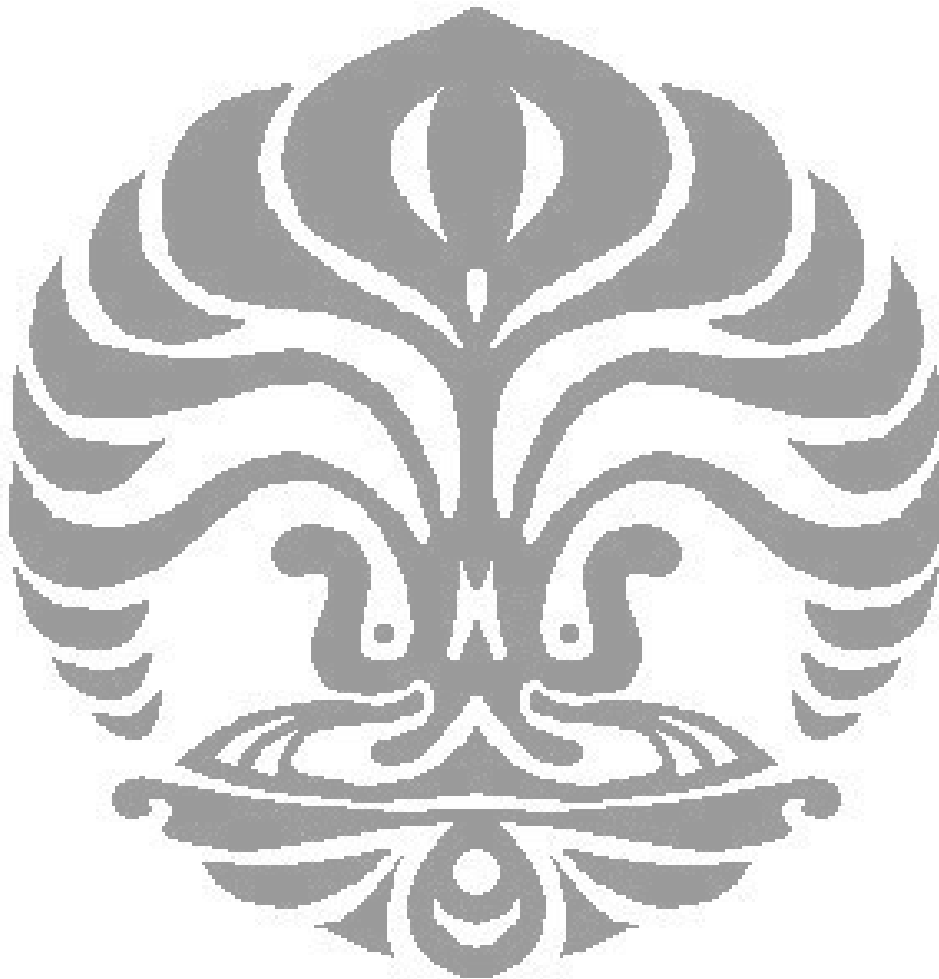
Begitu juga halnya pada perbandingan biaya personel perawatan elektrik, dimana komponen biaya personel aktual dibandingkan dengan biaya persnel hasil optimasi. Didapatkan bahwa biaya personel aktual yang dapat dipenuhi adalah sebesar Rp 12.016.130.868,78 per tahun. Selain itu komponen biaya personel aktual untuk pekerjaan yang tidak dapat dipenuhi sebesar Rp 3.671.847.538,33 per tahun. Sehingga total akumulasi biaya yang seharusnya dikeluarkan oleh perusahaan dalam setahun adalah sebesar Rp15.687.978.407,11. Hasil optimasi menunjukkan estimasi biaya personel perawatan sebesar Rp 14.536.141.058,53 per tahun atau menghemat Rp1.151.837.348,58 dalam setahun (7,342%).

Secara akumulasi, tabel di bawah menunjukkan rangkuman perbandingan biaya personel aktual sebelum dilakukannya optimasi dengan biaya personel setelah dilakukannya optimasi alokasi personel. Data yang ditampilkan juga

menyajikan peluang penghematan yang dapat dilakukan perusahaan jika melakukan prosedur optimasi yang dilakukan pada penelitian ini.

**Tabel 4.16** Rangkuman hasil penelitian

| Klasifikasi pekerjaan | Biaya personel aktual per tahun sebelum optimasi | Biaya personel per tahun setelah optimasi | Penghematan         | %     |
|-----------------------|--|---|---------------------|-------|
| Mekanikal             | Rp 61.654.998.784,23                             | Rp 59.783.004.317,77                      | Rp 1.871.994.466,45 | 3,304 |
| Elektrikal            | Rp15.687.978.407,11                              | Rp 14.536.141.058,53                      | Rp1.151.837.348,58  | 7,342 |



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Telah dikembangkan model matematika untuk menentukan alokasi personel perawatan yang optimum dengan meminimalkan biaya personel.
- Model matematika dapat diaplikasikan di industri manufaktur secara luas selama data-data historikal seperti jenis pekerjaan perawatan, jumlah permintaan, jumlah pemenuhan, durasi pekerjaan serta waktu dimulai dan selesainya pekerjaan tersebut diketahui.
- Hasil pengolahan data terkait jumlah personel dapat memberikan petunjuk atau rekomendasi untuk menambahkan personel ataupun mengurangi personel berdasarkan data yang akurat.
- Hasil pengolahan data terkait biaya personel menunjukkan adanya peluang bagi perusahaan untuk melakukan penghematan sebesar Rp 1.871.994.466,45 per tahun (3,304%) untuk perawatan mekanikal dan Rp1.151.837.348,58 (7,342%) untuk perawatan elektrikal.

#### 5.2. Saran

Penelitian yang dilakukan masih banyak ketidaksempurnaan, sehingga saran-saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Kompleksitas penelitian dapat ditingkatkan jika data historikal terkait pangkat atau jabatan personel perawatan diketahui, karena mempengaruhi biaya personel perawatan secara langsung.
- Untuk dapat menggambarkan struktur organisasi secara menyeluruh, klasifikasi jenis perawatan dapat dikembangkan lebih luas, seperti kebutuhan personel perawatan sipil, personel fabrikasi untuk menunjang proses perawatan ataupun unit fungsi lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Mutairi, A. O., & Al-Hammad, A. (2015). Advantages and Disadvantages of Maintenance Outsourcing in Manufacturing Companies: With Special References to Jubail Industrial City – KSA. *European Journal of Business and Management*, 7(20), 8–27.
- Al-Turki, U. M., Ayar, T., Yilbas, B. S., & Sahin, A. Z. (2014). Integrated Maintenance Planning. *Integrated Maintenance Planning in Manufacturing Systems*, 25–57. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06290-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06290-7_3)
- Al-Zubaidi, H., & Christer, A. H. (1997). Maintenance manpower modelling for a hospital building complex. *European Journal of Operational Research*, 99(3), 603–618. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00324-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00324-4)
- Alsyouf, I. (2007). The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. *International Journal of Production Economics*, 105(1), 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.06.057>
- Chen, C. H., Yan, S., & Chen, M. (2010). Short-term manpower planning for MRT carriage maintenance under mixed deterministic and stochastic demands. *Annals of Operations Research*, 181(1), 67–88. <https://doi.org/10.1007/s10479-010-0689-y>
- Di Francesco, M., Díaz-Maroto Llorente, N., Zanda, S., & Zuddas, P. (2016). An optimization model for the short-term manpower planning problem in transshipment container terminals. *Computers & Industrial Engineering*, 97, 183–190. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.04.012>
- Duffuaa, S. O., & Al-Sultan, K. S. (1999). A stochastic programming model for scheduling maintenance personnel. *Applied Mathematical Modelling*, 23(5), 385–397. [https://doi.org/10.1016/S0307-904X\(98\)10009-4](https://doi.org/10.1016/S0307-904X(98)10009-4)
- Duffuaa, S. O., Ben-Daya, M., Al-Sultan, K. S., & Andijani, a. a. (2001). A generic conceptual simulation model for maintenance systems. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 7(3), 207–219. <https://doi.org/10.1108/13552510110404512>
- Egilmez, G., Erenay, B., & Süer, G. A. (2014). Stochastic skill-based manpower allocation in a cellular manufacturing system. *Journal of Manufacturing*

- Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.05.005>
- Ekechukwu, O. V., Madu, A. C., Nwanya, S. C., & Agunwamba, J. C. (2011). Optimization of energy and manpower requirements in Nigerian bakeries. *Energy Conversion and Management*, 52(1), 564–568. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.07.031>
- Jha, M. K., Udentia, F., Chacha, S., & Abdullah, J. (2010). Formulation and solution algorithms for highway infrastructure maintenance optimisation with work-shift and overtime limit constraints. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6323–6331. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.041>
- Jin, P., Jiang, Z., Bao, C., Hao, S., & Zhang, X. (2015). The energy consumption and carbon emission of the integrated steel mill with oxygen blast furnace. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.07.008>
- Khapp, G. M., & Mahajan, M. (1998). Optimization of maintenance organization and manpower in process industries. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 4(3), 168–183. <https://doi.org/10.1108/13552519810223472>
- Kurata, Y. B., Matias, A. C., & Grepo, L. C. (2015). Manpower Utilization in the Hotdog Meat Processing Production of a Meat Processing Company. *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 340–345. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.168>
- McClellan, S. (1991). Theory and Methodology Manpower planning models and their estimation. *European Journal of Operational Research*, 51(November 1988), 179–187. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90248-T](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90248-T)
- Mobley, R. K. (2002). Role of maintenance organization. In *An Introduction to Predictive Maintenance (Second Edition)* (pp. 43–59).
- Purkiss, C. (1981). Corporate manpower planning: a review of models. *European Journal of Operational Research*, 8(4), 315–323. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(81\)90001-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(81)90001-1)
- R S Velmurugan, D. T. D. (2015). Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function - a conceptual framework. *International Journal of Operations & Production Management*, 35(12).

- Tang, Q., Wilson, G. R., & Perevalov, E. (2008). An approximation manpower planning model for after-sales field service support. *Computers & Operations Research*, 35(11), 3479–3488. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2007.01.022>
- Wu, Z., Shamsuzzaman, M., & Wang, Q. (2007). The cost minimization and manpower deployment to SPC in a multistage manufacturing system. *International Journal of Production Economics*, 106(1), 275–287. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.06.007>
- Yan, S., Chen, C. H., & Chen, C. K. (2006). Long-term manpower supply planning for air cargo terminals. *Journal of Air Transport Management*, 12(4), 175–181. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2006.01.004>
- Yang, I. T., & Chou, J. S. (2011). Multiobjective optimization for manpower assignment in consulting engineering firms. *Applied Soft Computing Journal*, 11(1), 1183–1190. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2010.02.016>
- Yang, T. H., Yan, S., & Chen, H. H. (2003). An airline maintenance manpower planning model with flexible strategies. *Journal of Air Transport Management*, 9(4), 233–239. [https://doi.org/10.1016/S0969-6997\(03\)00013-9](https://doi.org/10.1016/S0969-6997(03)00013-9)

9



## LAMPIRAN 1

### Data permintaan personel mekanikal

➤ Pabrik pembuat besi (desentralisasi)

| Minggu ke- | Permintaan   |                                 |                                 |                                |
|------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%<br>WH tidak terjadwal | SC2: 100%<br>WH tidak terjadwal | SC3:120%<br>WH tidak terjadwal |
| 1          | 32           | 974,08                          | 1217,6                          | 1461,12                        |
| 2          | 64           | 993,28                          | 1241,6                          | 1489,92                        |
| 3          | 32           | 980,48                          | 1225,6                          | 1470,72                        |
| 4          | 66           | 1006,08                         | 1257,6                          | 1509,12                        |
| 5          | 34           | 980,48                          | 1225,6                          | 1470,72                        |
| 6          | 2            | 0                               | 0                               | 0                              |
| 7          | 50           | 0                               | 0                               | 0                              |
| 8          | 56           | 0                               | 0                               | 0                              |
| 9          | 128          | 0                               | 0                               | 0                              |
| 10         | 148,8        | 839,68                          | 1049,6                          | 1259,52                        |
| 11         | 148,8        | 858,88                          | 1073,6                          | 1288,32                        |
| 12         | 180,8        | 826,88                          | 1033,6                          | 1240,32                        |
| 13         | 212,8        | 826,88                          | 1033,6                          | 1240,32                        |
| 14         | 420,8        | 1422,08                         | 1777,6                          | 2133,12                        |
| 15         | 48           | 576                             | 720                             | 864                            |
| 16         | 32           | 582,4                           | 728                             | 873,6                          |
| 17         | 0            | 569,6                           | 712                             | 854,4                          |
| 18         | 168          | 1272,32                         | 1590,4                          | 1908,48                        |
| 19         | 120          | 854,72                          | 1068,4                          | 1282,08                        |
| 20         | 152          | 854,72                          | 1068,4                          | 1282,08                        |
| 21         | 152          | 854,72                          | 1068,4                          | 1282,08                        |
| 22         | 168          | 854,72                          | 1068,4                          | 1282,08                        |
| 23         | 592          | 1313,28                         | 1641,6                          | 1969,92                        |
| 24         | 232          | 1313,28                         | 1641,6                          | 1969,92                        |
| 25         | 152          | 1313,28                         | 1641,6                          | 1969,92                        |
| 26         | 144          | 1313,28                         | 1641,6                          | 1969,92                        |
| 27         | 444,8        | 2170,88                         | 2713,6                          | 3256,32                        |
| 28         | 148,8        | 851,2                           | 1064                            | 1276,8                         |
| 29         | 148,8        | 844,8                           | 1056                            | 1267,2                         |
| 30         | 148,8        | 844,8                           | 1056                            | 1267,2                         |
| 31         | 388,3        | 844,8                           | 1056                            | 1267,2                         |
| 32         | 15,5         | 0                               | 0                               | 0                              |
| 33         | 15,5         | 33,6                            | 42                              | 50,4                           |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 34         | 15,5         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 167,5        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 55,5         | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 37         | 12           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 496          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 448          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 32           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 44         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 400          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 52         | 380          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 140          | 3,2                | 4                  | 4,8                |

➤ Pabrik pembuat baja (desentralisasi)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 40           | 476,16             | 595,2              | 714,24             |
| 2          | 0            | 476,16             | 595,2              | 714,24             |
| 3          | 0            | 476,16             | 595,2              | 714,24             |
| 4          | 0            | 476,16             | 595,2              | 714,24             |
| 5          | 240          | 476,16             | 595,2              | 714,24             |
| 6          | 0            | 448                | 560                | 672                |
| 7          | 0            | 448                | 560                | 672                |
| 8          | 0            | 448                | 560                | 672                |
| 9          | 0            | 448                | 560                | 672                |
| 10         | 0            | 79,36              | 99,2               | 119,04             |
| 11         | 0            | 79,36              | 99,2               | 119,04             |
| 12         | 40           | 79,36              | 99,2               | 119,04             |
| 13         | 0            | 79,36              | 99,2               | 119,04             |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 14         | 0            | 111,36             | 139,2              | 167,04             |
| 15         | 64           | 32                 | 40                 | 48                 |
| 16         | 8            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 8            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 19         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 20         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 21         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 22         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 26         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 32         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 33         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 44         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 52         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 53         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |

➤ Pabrik pengolahan baja (desentralisasi)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 3          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 4          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 5          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 6          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 7          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 8          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 11         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 12         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 13         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 76           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 16         | 48           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 19         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 20         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 21         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 22         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 26         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 32         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 33         | 8            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 8            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 44         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 8            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 52         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |

➤ Utilitas (desentralisasi)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 0            | 64                 | 80                 | 96                 |
| 2          | 24           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 3          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 4          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 5          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 6          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 7          | 240          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 8          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 11         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 12         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 13         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 16         | 216          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 120          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 19         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 20         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 21         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 22         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 26         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 32         | 19,2         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 33         | 19,2         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 19,2         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 19,2         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 19,2         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 44         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 48           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 48           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 48           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 96           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 6            | 0                  | 0                  | 0                  |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 52         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |

➤ Perbaikan mekanikal (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan      |                    |                    |                    |
|------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal    | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |                 | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 2503,3333<br>33 | 871,3386667        | 1089,173333        | 1307,008           |
| 2          | 9204,4761<br>9  | 1595,818667        | 1994,773333        | 2393,728           |
| 3          | 11649,142<br>86 | 1557,418667        | 1946,773333        | 2336,128           |
| 4          | 13139,476<br>19 | 1578,752           | 1973,44            | 2368,128           |
| 5          | 12625,952<br>38 | 1566,752           | 1958,44            | 2350,128           |
| 6          | 15228,885<br>71 | 1946,613333        | 2433,266667        | 2919,92            |
| 7          | 11582,885<br>71 | 2538,933333        | 3173,666667        | 3808,4             |
| 8          | 9257,2857<br>14 | 3400,533333        | 4250,666667        | 5100,8             |
| 9          | 13939,809<br>52 | 2927,733333        | 3659,666667        | 4391,6             |
| 10         | 13324,742<br>86 | 6506,373333        | 8132,966667        | 9759,56            |
| 11         | 16435,609<br>52 | 7571,173333        | 9463,966667        | 11356,76           |
| 12         | 10004,133<br>33 | 6542,64            | 8178,3             | 9813,96            |
| 13         | 12254,133<br>33 | 7644,506667        | 9555,633333        | 11466,76           |
| 14         | 11715,311<br>11 | 8030,613333        | 10038,26667        | 12045,92           |
| 15         | 14264,187<br>3  | 3801,173333        | 4751,466667        | 5701,76            |
| 16         | 14084,853<br>97 | 4399,573333        | 5499,466667        | 6599,36            |
| 17         | 11796,653<br>97 | 4496,106667        | 5620,133333        | 6744,16            |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 18         | 11987,32063  | 6045,926667        | 7557,408333        | 9068,89            |
| 19         | 16384,25397  | 3432,486667        | 4290,608333        | 5148,73            |
| 20         | 10771,25397  | 3857,386667        | 4821,733333        | 5786,08            |
| 21         | 13819,45397  | 4071,786667        | 5089,733333        | 6107,68            |
| 22         | 14380,17778  | 4800,32            | 6000,4             | 7200,48            |
| 23         | 9928,266667  | 3163,84            | 3954,8             | 4745,76            |
| 24         | 18424,6      | 2983,04            | 3728,8             | 4474,56            |
| 25         | 15366,43333  | 3230,506667        | 4038,133333        | 4845,76            |
| 26         | 17899,53333  | 4981,973333        | 6227,466667        | 7472,96            |
| 27         | 15974,64444  | 5706,261333        | 7132,826667        | 8559,392           |
| 28         | 15703,87302  | 3632,554667        | 4540,693333        | 5448,832           |
| 29         | 13181,87302  | 3747,754667        | 4684,693333        | 5621,632           |
| 30         | 10119,68254  | 5362,154667        | 6702,693333        | 8043,232           |
| 31         | 18525,68254  | 5699,434667        | 7124,293333        | 8549,152           |
| 32         | 17723,25397  | 4155,6             | 5194,5             | 6233,4             |
| 33         | 15125,5873   | 3758,8             | 4698,5             | 5638,2             |
| 34         | 10834,92063  | 5403,333333        | 6754,166667        | 8105               |
| 35         | 12870,92063  | 4476,4             | 5595,5             | 6714,6             |
| 36         | 18035,47619  | 2007,733333        | 2509,666667        | 3011,6             |
| 37         | 16086        | 1736,8             | 2171               | 2605,2             |
| 38         | 15070,66667  | 2152,8             | 2691               | 3229,2             |
| 39         | 13331,66667  | 4340               | 5425               | 6510               |



| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 40         | 27360,66667  | 1726,4             | 2158               | 2589,6             |
| 41         | 14383        | 1729,6             | 2162               | 2594,4             |
| 42         | 11796        | 1688               | 2110               | 2532               |
| 43         | 17140        | 2679,2             | 3349               | 4018,8             |
| 44         | 16560        | 1538,4             | 1923               | 2307,6             |
| 45         | 18705,66667  | 1538,4             | 1923               | 2307,6             |
| 46         | 15091,33333  | 1672,8             | 2091               | 2509,2             |
| 47         | 15183,33333  | 2355,2             | 2944               | 3532,8             |
| 48         | 22778,66667  | 1412               | 1765               | 2118               |
| 49         | 20686        | 2025,333333        | 2531,666667        | 3038               |
| 50         | 11169        | 2546,933333        | 3183,666667        | 3820,4             |
| 51         | 12928        | 2666,933333        | 3333,666667        | 4000,4             |
| 52         | 12915,14286  | 1605,6             | 2007               | 2408,4             |
| 53         | 10760        | 486,4              | 608                | 729,6              |

➤ Perbaikan khusus (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 144          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 384          | 396,8              | 496                | 595,2              |
| 3          | 516          | 556,8              | 696                | 835,2              |
| 4          | 496          | 396,8              | 496                | 595,2              |
| 5          | 756          | 326,4              | 408                | 489,6              |
| 6          | 673          | 230,4              | 288                | 345,6              |
| 7          | 260          | 313,6              | 392                | 470,4              |
| 8          | 704          | 179,2              | 224                | 268,8              |
| 9          | 691          | 211,2              | 264                | 316,8              |
| 10         | 786,4        | 64                 | 80                 | 96                 |
| 11         | 1026,4       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 12         | 875,4        | 339,2              | 424                | 508,8              |
| 13         | 795,4        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 1025,8       | 0                  | 0                  | 0                  |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 15         | 840,4        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 16         | 772,4        | 115,2              | 144                | 172,8              |
| 17         | 870,4        | 245,6              | 307                | 368,4              |
| 18         | 862,4        | 42,66666667        | 53,33333333        | 64                 |
| 19         | 576          | 42,66666667        | 53,33333333        | 64                 |
| 20         | 336          | 42,66666667        | 53,33333333        | 64                 |
| 21         | 600          | 176                | 220                | 264                |
| 22         | 176          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 533,3333333  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 1061,333333  | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 25         | 867,1794872  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 26         | 644,8461538  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 633,8461538  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 617,8461538  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 413,8461538  | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 30         | 561,8461538  | 153,6              | 192                | 230,4              |
| 31         | 773,8461538  | 128                | 160                | 192                |
| 32         | 407,8461538  | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 33         | 650,8461538  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 1033,846154  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 783,1794872  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 617,8461538  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 433,8461538  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 736          | 217,6              | 272                | 326,4              |
| 39         | 610          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 40         | 1203         | 64                 | 80                 | 96                 |
| 41         | 1406         | 89,6               | 112                | 134,4              |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 42         | 992          | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 43         | 584          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 44         | 660          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 939          | 32                 | 40                 | 48                 |
| 46         | 608          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 536          | 28,8               | 36                 | 43,2               |
| 48         | 736          | 147,2              | 184                | 220,8              |
| 49         | 700          | 92,8               | 116                | 139,2              |
| 50         | 436          | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 51         | 652          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 52         | 480          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 192          | 0                  | 0                  | 0                  |

➤ Fasilitas *belt conveyer* (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 0            | 532,48             | 665,6              | 798,72             |
| 2          | 416          | 709,28             | 886,6              | 1063,92            |
| 3          | 396          | 532,48             | 665,6              | 798,72             |
| 4          | 368          | 631,68             | 789,6              | 947,52             |
| 5          | 308          | 532,48             | 665,6              | 798,72             |
| 6          | 602          | 192                | 240                | 288                |
| 7          | 604          | 192                | 240                | 288                |
| 8          | 556          | 217,6              | 272                | 326,4              |
| 9          | 772          | 192                | 240                | 288                |
| 10         | 656          | 269,5314286        | 336,9142857        | 404,2971429        |
| 11         | 896          | 301,5314286        | 376,9142857        | 452,2971429        |
| 12         | 664          | 269,5314286        | 336,9142857        | 404,2971429        |
| 13         | 576          | 269,5314286        | 336,9142857        | 404,2971429        |
| 14         | 592          | 617,6914286        | 772,1142857        | 926,5371429        |
| 15         | 466          | 442,3314286        | 552,9142857        | 663,4971429        |
| 16         | 700          | 442,3314286        | 552,9142857        | 663,4971429        |
| 17         | 192          | 288,7314286        | 360,9142857        | 433,0971429        |
| 18         | 80           | 288,7314286        | 360,9142857        | 433,0971429        |
| 19         | 872          | 100,5714286        | 125,7142857        | 150,8571429        |
| 20         | 496          | 100,5714286        | 125,7142857        | 150,8571429        |
| 21         | 654          | 100,5714286        | 125,7142857        | 150,8571429        |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 22         | 436          | 100,5714286        | 125,7142857        | 150,8571429        |
| 23         | 339,2        | 100,5714286        | 125,7142857        | 150,8571429        |
| 24         | 520,2        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 539,2        | 70,4               | 88                 | 105,6              |
| 26         | 715,2        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 936          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 956,8        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 1018,8       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 676,8        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 612,8        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 32         | 432          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 33         | 878          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 702          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 36         | 400          | 352                | 440                | 528                |
| 37         | 272          | 30,4               | 38                 | 45,6               |
| 38         | 416          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 360          | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 40         | 1091         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 526          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 256          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 280          | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 44         | 258          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 45         | 324          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 120          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 47         | 128          | 105,6              | 132                | 158,4              |
| 48         | 240          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 282          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 512          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 556          | 70,4               | 88                 | 105,6              |
| 52         | 460          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 300          | 403,2              | 504                | 604,8              |

➤ Alat ungkit (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 777,6        | 413,3333333        | 516,6666667        | 620                |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 2          | 1363,6       | 413,3333333        | 516,6666667        | 620                |
| 3          | 1179,6       | 442,1333333        | 552,6666667        | 663,2              |
| 4          | 1413,6       | 413,3333333        | 516,6666667        | 620                |
| 5          | 1209,6       | 413,3333333        | 516,6666667        | 620                |
| 6          | 1742         | 413,3333333        | 516,6666667        | 620                |
| 7          | 1408         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 8          | 1268         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 1486,666667  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 2178,666667  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 11         | 2546,666667  | 44,8               | 56                 | 67,2               |
| 12         | 2220         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 13         | 2173         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 3284         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 2282         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 16         | 2039         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 2016         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 3057,333333  | 44,8               | 56                 | 67,2               |
| 19         | 1685,333333  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 20         | 1692,333333  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 21         | 1933,333333  | 291,2              | 364                | 436,8              |
| 22         | 1594,333333  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 2799,733333  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 1933,4       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 2024,4       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 26         | 1807,4       | 319,2              | 399                | 478,8              |
| 27         | 2863,2       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 1396,8       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 1389,8       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 1501,8       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 1514,8       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 32         | 1335         | 0                  | 0                  | 0                  |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 33         | 1088         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 504          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 696          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 1590,8       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 1678,8       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 1516,8       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 1324,8       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 1690,8       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 840          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 42         | 840          | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 43         | 720          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 44         | 1088         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 900          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 960          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 984          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 48         | 824          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 1995         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 876          | 153,6              | 192                | 230,4              |
| 51         | 972          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 52         | 768          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 944          | 0                  | 0                  | 0                  |

➤ Hidraulik dan lubrikasi (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 616          | 399,36             | 499,2              | 599,04             |
| 2          | 1248         | 514,56             | 643,2              | 771,84             |
| 3          | 1360         | 514,56             | 643,2              | 771,84             |
| 4          | 1546         | 514,56             | 643,2              | 771,84             |
| 5          | 1092         | 584,96             | 731,2              | 877,44             |
| 6          | 1478         | 345,6              | 432                | 518,4              |
| 7          | 948          | 406,4              | 508                | 609,6              |
| 8          | 576          | 380,8              | 476                | 571,2              |
| 9          | 1060         | 198,4              | 248                | 297,6              |
| 10         | 595,2        | 529,92             | 662,4              | 794,88             |
| 11         | 797,2        | 529,92             | 662,4              | 794,88             |
| 12         | 787,2        | 529,92             | 662,4              | 794,88             |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 13         | 975,2        | 611,52             | 764,4              | 917,28             |
| 14         | 751,2        | 1009,92            | 1262,4             | 1514,88            |
| 15         | 951          | 563,2              | 704                | 844,8              |
| 16         | 976          | 476,2666667        | 595,3333333        | 714,4              |
| 17         | 1164         | 594,9575758        | 743,6969697        | 892,4363636        |
| 18         | 854,6666667  | 646,1575758        | 807,6969697        | 969,2363636        |
| 19         | 1129,6666667 | 552,2909091        | 690,3636364        | 828,4363636        |
| 20         | 750,6666667  | 392,2909091        | 490,3636364        | 588,4363636        |
| 21         | 1090,6666667 | 392,2909091        | 490,3636364        | 588,4363636        |
| 22         | 1170,6666667 | 584,2909091        | 730,3636364        | 876,4363636        |
| 23         | 761,8666667  | 367,6509091        | 459,5636364        | 551,4763636        |
| 24         | 1460,2       | 564,8509091        | 706,0636364        | 847,2763636        |
| 25         | 1203,2       | 516,8509091        | 646,0636364        | 775,2763636        |
| 26         | 1031,2       | 516,8509091        | 646,0636364        | 775,2763636        |
| 27         | 1357,6       | 735,7309091        | 919,6636364        | 1103,596364        |
| 28         | 1399,4       | 218,88             | 273,6              | 328,32             |
| 29         | 1334,4       | 244,48             | 305,6              | 366,72             |
| 30         | 1098,4       | 244,48             | 305,6              | 366,72             |
| 31         | 1578,4       | 218,88             | 273,6              | 328,32             |
| 32         | 1156         | 262,4              | 328                | 393,6              |
| 33         | 698          | 369,0666667        | 461,3333333        | 553,6              |
| 34         | 476          | 452,2666667        | 565,3333333        | 678,4              |
| 35         | 1124         | 388,2666667        | 485,3333333        | 582,4              |
| 36         | 1454         | 179,2              | 224                | 268,8              |
| 37         | 705          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 836          | 32                 | 40                 | 48                 |
| 39         | 908          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 40         | 1502         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 847          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 792          | 108,8              | 136                | 163,2              |
| 43         | 768          | 32                 | 40                 | 48                 |
| 44         | 1152         | 32                 | 40                 | 48                 |
| 45         | 597          | 32                 | 40                 | 48                 |
| 46         | 784          | 83,2               | 104                | 124,8              |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 47         | 976          | 32                 | 40                 | 48                 |
| 48         | 752          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 1129         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 864          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 51         | 1322         | 9,6                | 12                 | 14,4               |
| 52         | 986          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 984          | 25,6               | 32                 | 38,4               |

➤ Pompa (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 156          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 328          | 160                | 200                | 240                |
| 3          | 296          | 416                | 520                | 624                |
| 4          | 264          | 192                | 240                | 288                |
| 5          | 360          | 684,8              | 856                | 1027,2             |
| 6          | 592          | 57,6               | 72                 | 86,4               |
| 7          | 264          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 8          | 560          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 232          | 172,8              | 216                | 259,2              |
| 10         | 272          | 12,8               | 16                 | 19,2               |
| 11         | 455          | 192                | 240                | 288                |
| 12         | 260          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 13         | 184          | 134,4              | 168                | 201,6              |
| 14         | 128          | 268,8              | 336                | 403,2              |
| 15         | 436          | 147,2              | 184                | 220,8              |
| 16         | 720          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 800          | 198,4              | 248                | 297,6              |
| 18         | 392          | 172,8              | 216                | 259,2              |
| 19         | 176          | 172,8              | 216                | 259,2              |
| 20         | 212          | 80                 | 100                | 120                |
| 21         | 276          | 531,2              | 664                | 796,8              |
| 22         | 472          | 118,4              | 148                | 177,6              |
| 23         | 64           | 153,6              | 192                | 230,4              |
| 24         | 240          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 440          | 201,6              | 252                | 302,4              |
| 26         | 524          | 96                 | 120                | 144                |



| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 27         | 456          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 504          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 136          | 32                 | 40                 | 48                 |
| 30         | 160          | 16                 | 20                 | 24                 |
| 31         | 572          | 141,8666667        | 177,3333333        | 212,8              |
| 32         | 620          | 273,0666667        | 341,3333333        | 409,6              |
| 33         | 328          | 100,2666667        | 125,3333333        | 150,4              |
| 34         | 304          | 49,06666667        | 61,33333333        | 73,6               |
| 35         | 416          | 177,0666667        | 221,3333333        | 265,6              |
| 36         | 624          | 61,86666667        | 77,33333333        | 92,8               |
| 37         | 312          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 670          | 108,8              | 136                | 163,2              |
| 39         | 512          | 217,6              | 272                | 326,4              |
| 40         | 1024         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 120          | 32                 | 40                 | 48                 |
| 42         | 424          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 734,6666667  | 70,4               | 88                 | 105,6              |
| 44         | 662,6666667  | 64                 | 80                 | 96                 |
| 45         | 742,6666667  | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 46         | 750,6666667  | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 47         | 666,6666667  | 57,6               | 72                 | 86,4               |
| 48         | 486,6666667  | 32                 | 40                 | 48                 |
| 49         | 750          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 500          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 552          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 52         | 352          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 53         | 394          | 0                  | 0                  | 0                  |

➤ Kompresor (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 96           | 0                  | 0                  | 0                  |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 2          | 0            | 76,8               | 96                 | 115,2              |
| 3          | 304          | 76,8               | 96                 | 115,2              |
| 4          | 344          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 5          | 168          | 192                | 240                | 288                |
| 6          | 136          | 192                | 240                | 288                |
| 7          | 368          | 153,6              | 192                | 230,4              |
| 8          | 48           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 648          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 776          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 11         | 280          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 12         | 168          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 13         | 392          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 128          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 144          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 16         | 522,6666667  | 264,5333333        | 330,6666667        | 396,8              |
| 17         | 482,6666667  | 264,5333333        | 330,6666667        | 396,8              |
| 18         | 186,6666667  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 19         | 662          | 291,2              | 364                | 436,8              |
| 20         | 408          | 323,2              | 404                | 484,8              |
| 21         | 200          | 291,2              | 364                | 436,8              |
| 22         | 32           | 291,2              | 364                | 436,8              |
| 23         | 488          | 324,2666667        | 405,3333333        | 486,4              |
| 24         | 208          | 516,2666667        | 645,3333333        | 774,4              |
| 25         | 296          | 324,2666667        | 405,3333333        | 486,4              |
| 26         | 336          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 267,2        | 204,8              | 256                | 307,2              |
| 28         | 395,2        | 307,2              | 384                | 460,8              |
| 29         | 219,2        | 368,64             | 460,8              | 552,96             |
| 30         | 139,2        | 35,84              | 44,8               | 53,76              |
| 31         | 627,2        | 10,24              | 12,8               | 15,36              |
| 32         | 120          | 10,24              | 12,8               | 15,36              |
| 33         | 144          | 81,44              | 101,8              | 122,16             |
| 34         | 64           | 37,6               | 47                 | 56,4               |
| 35         | 72           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 589          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 228          | 192                | 240                | 288                |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 38         | 336          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 452          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 652          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 344          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 224          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 56           | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 44         | 562          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 218          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 506          | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 47         | 354          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 472          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 520          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 408          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 184          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 52         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |

➤ Alat penangkap debu (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 80           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 3          | 360          | 153,6              | 192                | 230,4              |
| 4          | 380          | 256                | 320                | 384                |
| 5          | 212          | 217,6              | 272                | 326,4              |
| 6          | 209          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 7          | 160          | 128                | 160                | 192                |
| 8          | 288          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 9          | 378          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 144          | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 11         | 377          | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 12         | 488          | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 13         | 288          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 224          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 320          | 76,8               | 96                 | 115,2              |
| 16         | 548          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 436          | 76,8               | 96                 | 115,2              |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 18         | 0            | 64                 | 80                 | 96                 |
| 19         | 592          | 12,8               | 16                 | 19,2               |
| 20         | 648          | 12,8               | 16                 | 19,2               |
| 21         | 240          | 102,4              | 128                | 153,6              |
| 22         | 192          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 648          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 248          | 108,8              | 136                | 163,2              |
| 26         | 216          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 27         | 256          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 160          | 115,2              | 144                | 172,8              |
| 29         | 355          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 248          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 348          | 352                | 440                | 528                |
| 32         | 504          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 33         | 640          | 96                 | 120                | 144                |
| 34         | 64           | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 35         | 48           | 230,4              | 288                | 345,6              |
| 36         | 520          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 144          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 184          | 153,6              | 192                | 230,4              |
| 39         | 92           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 676          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 41         | 268          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 304          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 144          | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 44         | 424          | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 45         | 662          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 96           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 544          | 12                 | 15                 | 18                 |
| 48         | 408          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 1268         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 720          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 80           | 76,8               | 96                 | 115,2              |
| 52         | 296          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 160          | 204,8              | 256                | 307,2              |

➤ Utilitas (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 48           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 168          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 3          | 168          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 4          | 168          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 5          | 168          | 64                 | 80                 | 96                 |
| 6          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 7          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 8          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 32           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 32           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 11         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 12         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 13         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 32           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 16         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 16           | 64                 | 80                 | 96                 |
| 19         | 64           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 20         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 21         | 16           | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 22         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 48           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 26         | 0            | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 27         | 0            | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 28         | 40           | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 29         | 0            | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 30         | 0            | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 31         | 0            | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 32         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 33         | 80           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 80           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 96           | 128                | 160                | 192                |
| 38         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 40         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 192          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 44         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 93,33333333  | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 47         | 93,33333333  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 221,33333333 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 32           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 100          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 132          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 52         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 128          | 0                  | 0                  | 0                  |

## LAMPIRAN 2

### Data permintaan personel elektrik

➤ Pabrik pembuat besi (desentralisasi)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 72           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 3          | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 4          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 5          | 24           | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 6          | 64           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 7          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 8          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 24           | 26,4               | 33                 | 39,6               |
| 11         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 12         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 13         | 44           | 12                 | 15                 | 18                 |
| 14         | 32           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 24           | 19,2               | 24                 | 28,8               |
| 16         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 32           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 8            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 19         | 24           | 12,8               | 16                 | 19,2               |
| 20         | 0            | 12,8               | 16                 | 19,2               |
| 21         | 22           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 22         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 204          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 206          | 68                 | 85                 | 102                |
| 26         | 251,833333   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 58           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 104          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 0            | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 31         | 24           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 32         | 148          | 80                 | 100                | 120                |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 33         | 44           | 49,6               | 62                 | 74,4               |
| 34         | 0            | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 35         | 15           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 0            | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 37         | 128          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 48           | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 39         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 40           | 28,8               | 36                 | 43,2               |
| 41         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 0            | 6,4                | 8                  | 9,6                |
| 44         | 104          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 128          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 88           | 19,2               | 24                 | 28,8               |
| 50         | 0            | 6,4                | 8                  | 9,6                |
| 51         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 52         | 24           | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 53         | 0            | 19,2               | 24                 | 28,8               |

➤ Pabrik pembuat baja (desentralisasi)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 616          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 3          | 856          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 4          | 608          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 5          | 680          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 6          | 904          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 7          | 120          | 32                 | 40                 | 48                 |
| 8          | 224          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 128          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 538,5        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 11         | 491          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 12         | 285          | 0                  | 0                  | 0                  |



| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 13         | 230,5        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 144          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 272          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 16         | 460          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 330          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 392          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 19         | 248          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 20         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 21         | 224          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 22         | 248          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 203          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 432          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 306          | 12,8               | 16                 | 19,2               |
| 26         | 507          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 429          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 452          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 384          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 352          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 336          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 32         | 388          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 33         | 88           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 435          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 91           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 313          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 299          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 160          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 344          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 1403,2       | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 35,2         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 219,2        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 203,2        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 44         | 227,2        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 45         | 424          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 264          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 304          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 376          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 56           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 192          | 0                  | 0                  | 0                  |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 52         | 272          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 208          | 0                  | 0                  | 0                  |

➤ Pabrik pengendalian (desentralisasi)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 56           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 216          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 3          | 200          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 4          | 128          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 5          | 88           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 6          | 64           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 7          | 184          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 8          | 104          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 144          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 176          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 11         | 304          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 12         | 127          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 13         | 138          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 151          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 606          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 16         | 412          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 216          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 454          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 19         | 261          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 20         | 496          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 21         | 608          | 7,2                | 9                  | 10,8               |
| 22         | 1038         | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 288          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 88           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 380          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 26         | 192          | 9,6                | 12                 | 14,4               |
| 27         | 290          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 158          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 224          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 200          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 154          | 0                  | 0                  | 0                  |

|    |     |   |   |   |
|----|-----|---|---|---|
| 32 | 274 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | 485 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | 72  | 0 | 0 | 0 |
| 35 | 96  | 0 | 0 | 0 |
| 36 | 144 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 256 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 136 | 0 | 0 | 0 |
| 39 | 72  | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 192 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | 0   | 0 | 0 | 0 |
| 42 | 88  | 0 | 0 | 0 |
| 43 | 120 | 0 | 0 | 0 |
| 44 | 80  | 0 | 0 | 0 |
| 45 | 176 | 0 | 0 | 0 |
| 46 | 64  | 0 | 0 | 0 |
| 47 | 40  | 0 | 0 | 0 |
| 48 | 368 | 0 | 0 | 0 |
| 49 | 304 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 72  | 0 | 0 | 0 |
| 51 | 16  | 0 | 0 | 0 |
| 52 | 80  | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 64  | 0 | 0 | 0 |

➤ Utilitas (desentralisasi)

| Minggu ke- | WH terjadwal | Permintaan                      |                                 |                                |
|------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|            |              | SC 1: 80%<br>WH tidak terjadwal | SC2: 100%<br>WH tidak terjadwal | SC3:120%<br>WH tidak terjadwal |
| 1          | 0            | 0                               | 0                               | 0                              |
| 2          | 0            | 0                               | 0                               | 0                              |
| 3          | 0            | 0                               | 0                               | 0                              |
| 4          | 0            | 0                               | 0                               | 0                              |
| 5          | 6            | 0                               | 0                               | 0                              |
| 6          | 0            | 0                               | 0                               | 0                              |
| 7          | 16           | 0                               | 0                               | 0                              |
| 8          | 24           | 0                               | 0                               | 0                              |
| 9          | 90           | 0                               | 0                               | 0                              |
| 10         | 0            | 12,8                            | 16                              | 19,2                           |
| 11         | 41           | 0                               | 0                               | 0                              |
| 12         | 168          | 0                               | 0                               | 0                              |
| 13         | 0            | 0                               | 0                               | 0                              |
| 14         | 18           | 0                               | 0                               | 0                              |
| 15         | 36           | 0                               | 0                               | 0                              |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 16         | 56           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 168          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 19         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 20         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 21         | 88           | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 22         | 84           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 8            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 8            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 25           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 26         | 8            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 4            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 4            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 36           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 32         | 20           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 33         | 25           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 2            | 6,4                | 8                  | 9,6                |
| 36         | 6            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 0            | 19,2               | 24                 | 28,8               |
| 38         | 24           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 136          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 0            | 19,2               | 24                 | 28,8               |
| 44         | 0            | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 45         | 16           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 24           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 12           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 18           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 22           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 52         | 6            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |

➤ Perbaikan elektrik (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan      |                    |                    |                    |
|------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal    | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |                 | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 450             | 192                | 240                | 288                |
| 2          | 2519,3333<br>33 | 720                | 900                | 1080               |
| 3          | 2757,3333<br>33 | 960                | 1200               | 1440               |
| 4          | 2629,3333<br>33 | 835,2              | 1044               | 1252,8             |
| 5          | 1961,3333<br>33 | 1299,2             | 1624               | 1948,8             |
| 6          | 2876,1333<br>33 | 1238,4             | 1548               | 1857,6             |
| 7          | 2324,8          | 1061,76            | 1327,2             | 1592,64            |
| 8          | 1613,4666<br>67 | 716,96             | 896,2              | 1075,44            |
| 9          | 2336,4666<br>67 | 945,44             | 1181,8             | 1418,16            |
| 10         | 3326,1333<br>33 | 867,04             | 1083,8             | 1300,56            |
| 11         | 2714,3333<br>33 | 707,84             | 884,8              | 1061,76            |
| 12         | 2406,3333<br>33 | 1198,257778        | 1497,822222        | 1797,386667        |
| 13         | 2487,6666<br>67 | 1059,057778        | 1323,822222        | 1588,586667        |
| 14         | 2814,6666<br>67 | 558,4              | 698                | 837,6              |
| 15         | 3045,1333<br>33 | 886,4              | 1108               | 1329,6             |
| 16         | 3791,1333<br>33 | 761,6              | 952                | 1142,4             |
| 17         | 3615,4666<br>67 | 939,2              | 1174               | 1408,8             |
| 18         | 1809,4666<br>67 | 1135,84            | 1419,8             | 1703,76            |
| 19         | 2467,3641<br>03 | 715,1466667        | 893,9333333        | 1072,72            |
| 20         | 2078,5641<br>03 | 503,4666667        | 629,3333333        | 755,2              |
| 21         | 2923,2307<br>69 | 825,6              | 1032               | 1238,4             |
| 22         | 2213,8974       | 742,4              | 928                | 1113,6             |

| Minggu ke- | Permintaan      |                    |                    |                    |
|------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal    | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |                 | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
|            | 36              |                    |                    |                    |
| 23         | 2622,2974<br>36 | 614,4              | 768                | 921,6              |
| 24         | 4684,9641<br>03 | 918,4              | 1148               | 1377,6             |
| 25         | 2825,9641<br>03 | 904,8              | 1131               | 1357,2             |
| 26         | 2437,2974<br>36 | 960,1212121        | 1200,151515        | 1440,181818        |
| 27         | 2712,2974<br>36 | 1138,521212        | 1423,151515        | 1707,781818        |
| 28         | 2567,6307<br>69 | 1402,521212        | 1753,151515        | 2103,781818        |
| 29         | 2629,9641<br>03 | 648,9212121        | 811,1515152        | 973,3818182        |
| 30         | 1930,9641<br>03 | 892,1212121        | 1115,151515        | 1338,181818        |
| 31         | 2684,9641<br>03 | 920,9212121        | 1151,151515        | 1381,381818        |
| 32         | 3426,6222<br>22 | 964,6545455        | 1205,818182        | 1446,981818        |
| 33         | 3463,2222<br>22 | 434,7345455        | 543,4181818        | 652,1018182        |
| 34         | 2284,2222<br>22 | 683,9078788        | 854,8848485        | 1025,861818        |
| 35         | 2785,8888<br>89 | 506,7878788        | 633,4848485        | 760,1818182        |
| 36         | 3595,9555<br>56 | 612,3878788        | 765,4848485        | 918,5818182        |
| 37         | 2750,5555<br>56 | 516                | 645                | 774                |
| 38         | 2686,2222<br>22 | 770,1333333        | 962,6666667        | 1155,2             |
| 39         | 2284,8888<br>89 | 718,9333333        | 898,6666667        | 1078,4             |
| 40         | 5438,4888<br>89 | 376,5333333        | 470,6666667        | 564,8              |
| 41         | 2477,1555<br>56 | 544                | 680                | 816                |
| 42         | 2173,2888<br>89 | 336                | 420                | 504                |
| 43         | 3253,2888<br>89 | 553,6              | 692                | 830,4              |

Universitas Indonesia

| Minggu ke- | Permintaan      |                    |                    |                    |
|------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal    | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |                 | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 44         | 3522,4888<br>89 | 710,4              | 888                | 1065,6             |
| 45         | 3555,8888<br>89 | 726,4              | 908                | 1089,6             |
| 46         | 3605,8888<br>89 | 844,8              | 1056               | 1267,2             |
| 47         | 3896,5555<br>56 | 867,2              | 1084               | 1300,8             |
| 48         | 4698,1555<br>56 | 723,2              | 904                | 1084,8             |
| 49         | 5584,1555<br>56 | 656                | 820                | 984                |
| 50         | 2814,6666<br>67 | 531,2              | 664                | 796,8              |
| 51         | 3416            | 404,8              | 506                | 607,2              |
| 52         | 2101,3333<br>33 | 355,2              | 444                | 532,8              |
| 53         | 2048            | 675,2              | 844                | 1012,8             |

➤ Pengangkutan spesial (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 76           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 388          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 3          | 363          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 4          | 353          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 5          | 471          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 6          | 399          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 7          | 324          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 8          | 245,5        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 232,5        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 64           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 11         | 363,5        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 12         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 13         | 48           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 103          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 16         | 62           | 0                  | 0                  | 0                  |

| Minggu ke- | Permintaan   |                    |                    |                    |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |              | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 17         | 63           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 186          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 19         | 108          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 20         | 54           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 21         | 64           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 22         | 67           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 23         | 0            | 57,6               | 72                 | 86,4               |
| 24         | 42           | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 25         | 183          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 26         | 168,5        | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 69           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 6            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 101          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 32         | 72           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 33         | 93           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 24           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 32           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 0            | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 84           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 52           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 68           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 136          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 35           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 153          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 224          | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 44         | 147          | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 45         | 60           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |
| 47         | 78           | 32,4               | 40,5               | 48,6               |
| 48         | 72           | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 49         | 80           | 4,8                | 6                  | 7,2                |
| 50         | 116          | 8                  | 10                 | 12                 |
| 51         | 82           | 16                 | 20                 | 24                 |
| 52         | 104          | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 40           | 0                  | 0                  | 0                  |

➤ Kualitas produk (terpusat)



| Minggu ke- | Permintaan (demand) |                    |                    |                    |
|------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal        | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |                     | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 56                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 458                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 3          | 349                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 4          | 296                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 5          | 307,5               | 0                  | 0                  | 0                  |
| 6          | 269                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 7          | 271,5               | 0                  | 0                  | 0                  |
| 8          | 253,5               | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 303                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 11         | 321                 | 2,4                | 3                  | 3,6                |
| 12         | 145                 | 26,4               | 33                 | 39,6               |
| 13         | 33                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 21                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 15         | 44                  | 8,533333333        | 10,66666667        | 12,8               |
| 16         | 170                 | 27,73333333        | 34,66666667        | 41,6               |
| 17         | 10                  | 8,533333333        | 10,66666667        | 12,8               |
| 18         | 192,5               | 97,33333333        | 121,6666667        | 146                |
| 19         | 215,5               | 9,333333333        | 11,66666667        | 14                 |
| 20         | 112                 | 9,333333333        | 11,66666667        | 14                 |
| 21         | 70                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 22         | 133                 | 27,2               | 34                 | 40,8               |
| 23         | 24,5                | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 44,5                | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 229                 | 48                 | 60                 | 72                 |
| 26         | 84                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 130                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 28         | 102,5               | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 29         | 51                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 44                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 20                  | 19,2               | 24                 | 28,8               |
| 32         | 50                  | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 33         | 322                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 34         | 278                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 308,5               | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 327                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 334,5               | 9,6                | 12                 | 14,4               |
| 38         | 294,5               | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 371                 | 6,4                | 8                  | 9,6                |

| Minggu ke- | Permintaan (demand) |                    |                    |                    |
|------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal        | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |                     | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 40         | 252                 | 170,24             | 212,8              | 255,36             |
| 41         | 230                 | 7,04               | 8,8                | 10,56              |
| 42         | 178                 | 5,44               | 6,8                | 8,16               |
| 43         | 256                 | 35,84              | 44,8               | 53,76              |
| 44         | 121                 | 7,04               | 8,8                | 10,56              |
| 45         | 72                  | 3,84               | 4,8                | 5,76               |
| 46         | 152                 | 3,84               | 4,8                | 5,76               |
| 47         | 32                  | 5,44               | 6,8                | 8,16               |
| 48         | 0                   | 0,64               | 0,8                | 0,96               |
| 49         | 8                   | 42,24              | 52,8               | 63,36              |
| 50         | 4                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 3                   | 45,6               | 57                 | 68,4               |
| 52         | 3                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 0                   | 6,4                | 8                  | 9,6                |

➤ Alat ungkit (terpusat)

| Minggu ke- | Permintaan (demand) |                    |                    |                    |
|------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal        | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |                     | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 1          | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 2          | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 3          | 112                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 4          | 76                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 5          | 24                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 6          | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 7          | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 8          | 64                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 9          | 144                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 10         | 48                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 11         | 111                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 12         | 24                  | 9,6                | 12                 | 14,4               |
| 13         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 14         | 5                   | 44,8               | 56                 | 67,2               |
| 15         | 32                  | 6,4                | 8                  | 9,6                |
| 16         | 16                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 17         | 123                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 18         | 16                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 19         | 32                  | 0                  | 0                  | 0                  |

| Minggu ke- | Permintaan (demand) |                    |                    |                    |
|------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | WH terjadwal        | SC 1: 80%          | SC2: 100%          | SC3:120%           |
|            |                     | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal | WH tidak terjadwal |
| 20         | 0                   | 4,8                | 6                  | 7,2                |
| 21         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 22         | 0                   | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 23         | 32                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 24         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 25         | 0                   | 75,2               | 94                 | 112,8              |
| 26         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 27         | 0                   | 6,4                | 8                  | 9,6                |
| 28         | 71                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 29         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 30         | 112                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 31         | 64                  | 38,4               | 48                 | 57,6               |
| 32         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 33         | 0                   | 25,6               | 32                 | 38,4               |
| 34         | 80                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 35         | 234                 | 0                  | 0                  | 0                  |
| 36         | 40                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 37         | 60                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 38         | 40                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 39         | 80                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 40         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 41         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 42         | 96                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 43         | 128                 | 60,8               | 76                 | 91,2               |
| 44         | 56                  | 32                 | 40                 | 48                 |
| 45         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 46         | 12                  | 24                 | 30                 | 36                 |
| 47         | 32                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 48         | 56                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 49         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |
| 50         | 16                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 51         | 16                  | 51,2               | 64                 | 76,8               |
| 52         | 96                  | 0                  | 0                  | 0                  |
| 53         | 0                   | 0                  | 0                  | 0                  |

Tabel Hasil Optimasi Menggunakan Open Solver di Microsoft Excel

➤ Contoh hasil perhitungan optimasi perbaikan mekanik

Referensi:
No. 8 24 152 72
Jumlah karyawan tetap
Jumlah karyawan variabel
24

Table with 53 columns and 53 rows. Columns include 'Mengele', 'Perbaikan (pekerja)', 'Keterangan (pekerja)', 'Perbaikan (suplai)', 'Perbaikan (suplai)', and 'Total supply'. Rows 1-53 contain numerical data for each category.