



# MODUL PRAKTIKUM TEKNIK INDUSTRI TERINTEGRASI-II

Nama :

---

NIM :

---

T.A. 2025/2026

Quality Control

Forecasting

Line Balancing

Production Planning and Control



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, dimana telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga modul praktikum ini untuk praktikan Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II, Program Studi Sarjana Teknik Industri ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Modul praktikum ini dibuat sebagai penuntun dalam melakukan kegiatan Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II yang merupakan kegiatan penunjang mata kuliah. Modul praktikum ini diharapkan dapat membantu praktikan dalam mempersiapkan dan melaksanakan praktikum dengan lebih baik, terarah, dan terencana. Pada setiap pertemuan telah ditetapkan tujuan pelaksanaan praktikum dan semua kegiatan yang harus dilakukan oleh praktikan.

Kami menyadari bahwa modul praktikum ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih memerlukan perbaikan serta penyesuaian lebih lanjut. Untuk itu kami tetap mengharapkan saran dan pendapat sebagai masukan dalam modul praktikum ini.

# Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II

Medan, Agustus 2025

## PERSYARATAN DAN TATA TERTIB

### A. Persyaratan Mengikuti Praktikum

Persyaratan merupakan aturan awal yang wajib dipenuhi untuk dapat mengikuti proses Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II (PTIT-II). Setiap praktikan harus memenuhi semua syarat yang telah ditetapkan. Persyaratan mengikuti Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II (PTIT-II) adalah sebagai berikut.

1. Telah mengambil mata kuliah Statistika, Statistika Industri, Perencanaan dan Pengendalian Produksi I, Perencanaan dan Pengendalian Produksi II.
2. Telah lulus Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-I (PTIT-I).
3. Menginstal *software FlexSim, Minitab, Six Sigma Metric Calculator, Matlab, EViews*, dan *POM-QM*.
4. Telah mencantumkan mata kuliah PTIT-II pada KRS semester berjalan.
5. Mendaftar sebagai praktikan pada mata kuliah PTIT yang berjalan ke Program Studi Sarjana Teknik Industri.

### B. Tata Tertib Praktikum

PTIT memiliki peraturan dan tata tertib yang harus ditaati oleh semua praktikan agar proses praktikum dapat berjalan dengan kondusif. Peraturan dan tata tertib yang harus ditaati adalah sebagai berikut.

1. Rangkaian kegiatan PTIT-II mencakup *Pre-Test*, Pengarahan Praktikum, Pelaksanaan Praktikum, Responsi Asisten, Responsi Dosen dan *Post-Test*.
2. Praktikan yang tidak mengikuti salah satu rangkaian kegiatan PTIT-II akan langsung dinyatakan **GAGAL** kecuali mendapatkan izin berdasarkan pesetujuan kepala laboratorium melalui asisten laboratorium. (Izin ketidakhadiran selambat-lambatnya sebelum jadwal pelaksanaan kegiatan PTIT-II).
3. Praktikan yang terlambat menghadiri pelaksanaan *Pre-Test* atau pengarahan praktikum tidak lebih dari 15 menit akan mendapat **Sanksi (Tugas)**

**Tambahan)**, sedangkan praktikan yang terlambat lebih dari 15 menit akan diberikan **Sanksi (Tugas Tambahan = 2)**.

4. Praktikan yang terlambat menghadiri pelaksanaan praktikum tidak lebih dari 15 menit akan mendapat **Sanksi (Tugas Tambahan)**, sedangkan praktikan yang terlambat lebih dari 15 menit akan diberikan **Sanksi (Tugas Praktikum berkurang 50 poin dan Tugas Tambahan)**.
5. Praktikan yang terlambat menghadiri pelaksanaan responsi asisten atau responsi dosen tidak lebih dari 15 menit akan mendapat **Sanksi (Nilai Responsi berkurang 50 poin)**, sedangkan praktikan yang terlambat lebih dari 15 menit akan diberikan **Sanksi (Nilai Responsi = 0)**.
6. Praktikan yang terlambat menghadiri pelaksanaan *Post-Test* tidak lebih dari 15 menit akan mendapat **Sanksi (Nilai Post-Test berkurang 50 poin)**, sedangkan praktikan yang terlambat lebih dari 15 menit akan diberikan **Sanksi (Nilai Post-Test = 0)**.
7. Praktikan diwajibkan membawa kelengkapan praktikum berupa modul praktikum, tugas pendahuluan, Kartu Tanda Mahasiswa (KTM), serta perlengkapan/tugas pendukung lainnya sesuai dengan kegiatan praktikum. Apabila praktikan tidak membawa salah satu dari syarat masuk diatas maka praktikan diberikan waktu **15 menit** untuk melengkapinya. Apabila **lebih dari 15 menit** maka praktikan dianggap terlambat serta diberikan **Sanksi (Tugas Praktikum berkurang 50 poin dan Tugas Tambahan)**.
8. Praktikan diwajibkan memakai kemeja dan sepatu tertutup bertali saat melaksanakan kegiatan praktikum. Apabila tidak menggunakan kemeja dan sepatu tertutup bertali maka **Tidak Dapat Masuk** ke ruangan praktikum sebelum melengkapinya.
9. Keterlambatan praktikan dalam menghadiri kegiatan praktikum hanya diizinkan selambat-selambatnya 30 menit. Jika terlambat lebih dari 30 menit, praktikan tidak dapat mengikuti kegiatan praktikum, dianggap “**Tidak Hadir**” dalam kegiatan praktikum dan dinyatakan **GAGAL**.

10. Praktikan dilarang merokok dan membuat keributan di area Laboratorium Teknik Industri selama rangkaian kegiatan PTIT-II berlangsung. Apabila dilanggar maka praktikan akan dinyatakan **GAGAL**.
11. Praktikan dilarang makan, minum (selain air mineral), dan menggunakan alat komunikasi/gadget apapun selama kegiatan praktikum berlangsung tanpa izin asisten. Apabila dilanggar maka akan dikenakan **Sanksi (Nilai Akhir berkurang 50 poin)**.
12. Praktikan wajib mengumpulkan tugas tambahan sesuai waktu yang telah ditentukan, jika praktikan terlambat mengumpulkan maka akan diberikan **Sanksi (Tugas Tambahan ditambah 2x lipat dari jumlah sebelumnya, berlaku kelipatan)**.
13. Setelah melakukan praktikum, praktikan wajib mengerjakan tugas praktikum dan dikumpulkan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Apabila terlambat maka akan diberikan **Sanksi (Tugas Praktikum = 0)**.
14. Praktikan wajib mengerjakan laporan praktikum dan diasistensikan. Laporan yang dikumpul wajib telah disetujui oleh Asisten Laboratorium.
15. Apabila praktikan belum mengumpulkan laporan yang telah disetujui pada waktu yang ditentukan, maka praktikan dikenakan **Sanksi (Nilai Laporan berkurang 50%)**.
16. Apabila praktikan belum mengumpulkan laporan jilid yang telah disetujui pada waktu yang ditentukan, maka praktikan dikenakan **Sanksi (Nilai Akhir berkurang 50%)**.
17. Praktikan diwajibkan melakukan kegiatan asistensi sesuai dengan jumlah minimum dari setiap laboratorium sampai laporan disetujui oleh Asisten Laboratorium. Jika jumlah asistensi kurang dari jumlah ketentuan, maka laporan dikenakan **Sanksi (pengurangan 10 poin per setiap kekurangan asistensi)**.
18. Praktikan dilarang melakukan **PLAGIAT** tugas pendahuluan, tugas praktikum, dan laporan. Apabila terindikasi melakukan **PLAGIAT** maka praktikan dinyatakan **GAGAL**.
19. Asistensi **WAJIB** dilakukan di area Laboratorium.

20. Praktikan **WAJIB** menjaga fasilitas selama rangkaian kegiatan PTIT-II berlangsung, apabila terjadi kerusakan maka praktikan **WAJIB** mengganti kerusakan tersebut.
21. Praktikan **WAJIB** menjaga kebersihan di area Laboratorium.
22. Pada kondisi tertentu, keputusan tertinggi berada pada Kepala Laboratorium dan Ketua Program Studi.

# PTIT-II

## Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II

# INFORMASI

## SEPUTAR LABORATORIUM



E-mail : [laboratorium.sispro@gmail.com](mailto:laboratorium.sispro@gmail.com)  
Instagram : [@sispro.tiusu](https://@sispro.tiusu)  
Website : <https://sisprotiusu.wixsite.com/sistem-produksi>  
YouTube : Laboratorium Sistem Produksi TI USU



E-mail : [lrmk@iusu@gmail.com](mailto:lrmk@iusu@gmail.com)  
Instagram : [@lrmktiusu](https://@lrmktiusu)  
Line OA : [@774cyise](https://line.me/ti/p/@774cyise)  
Website : <https://lrmktiusu.wixsite.com/lrmk>

# MODUL 0

## PANDUAN POTENSI BAHAYA & PENCEGAHANNYA

PRAKTIKUM TEKNIK INDUSTRI TERINTEGRASI-II

LABORATORIUM PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Laboratorium Teknik Industri merupakan bagian dari Program Studi Teknik Industri Universitas Sumatera Utara yang berada di Gedung J18, Jalan Tri Dharma Kampus USU. Laboratorium Teknik Industri terdiri dari 7 laboratorium, yaitu Laboratorium Rekayasa Desain, Laboratorium Proses Manufaktur, Laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi, Laboratorium Rekayasa Mutu dan Keandalan, Laboratorium Sistem Produksi, Laboratorium Tata Letak Fasilitas dan Pemindahan Bahan, dan Laboratorium Pemodelan dan Simulasi. Selain menjadi tempat penelitian dan riset, laboratorium ini juga memainkan peran penting dalam mendukung pendidikan mahasiswa melalui kegiatan praktikum, baik yang berasal dari Universitas Sumatera Utara maupun eksternal.

Keselamatan kerja adalah salah satu prioritas utama dalam operasional laboratorium. Oleh karena itu, fasilitas keselamatan seperti Alat Pemadam Api Ringan (APAR), *indoor hydrant*, sistem peringatan kebakaran, rambu jalur evakuasi, titik kumpul, dan kotak P3K telah disediakan. Ini adalah bukti komitmen Laboratorium Teknik Industri USU terhadap keselamatan kerja yang didasarkan pada Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Modul Potensi Bahaya dan Pencegahannya ini digunakan sebagai acuan berisi berbagai prosedur K3, langkah-langkah yang harus diambil jika terjadi kecelakaan kerja, panduan pelaksanaan tanggap darurat, tindakan penanggulangan bencana, dan hal-hal terkait lainnya yang berlaku di lingkungan laboratorium.

#### 1.2. Tujuan

Tujuan dibuatnya Modul Potensi Bahaya dan Pencegahannya ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai panduan keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan (K3L) di Laboratorium Program Studi Teknik Industri.
2. Memberikan pemahaman potensi bahaya pada setiap praktikum di Laboratorium Teknik Industri.

3. Memastikan sistem manajemen keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan (K3L) terlaksana dengan baik, dan membantu pelaksanaan usaha pencegahan potensi bahaya dalam praktikum di Laboratorium Teknik Industri.

# P'NTI

## Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II

## BAB II

### ATURAN UMUM BEKERJA DI LABORATORIUM

Aturan umum bekerja di Laboratorium Program Studi Teknik Industri adalah sebagai berikut.

#### 2.1. Aturan Sebelum Bekerja

Aturan sebelum bekerja di Laboratorium Program Studi Teknik Industri adalah sebagai berikut.

- a. Mengetahui lokasi dan cara penggunaan peralatan keselamatan darurat.
- b. Memahami prosedur tanggap darurat, tanda bahaya, dan rute jalur evakuasi, dan titik kumpul.
- c. Mengetahui jenis dan penggunaan alat pelindung diri (APD).
- d. Memahami prosedur kerja dan peralatan yang akan digunakan.
- e. Memahami potensi bahaya dalam setiap praktikum yang akan dilaksanakan.

#### 2.2. Aturan Selama Bekerja

Aturan selama bekerja di Laboratorium Program Studi Teknik Industri adalah sebagai berikut.

- a. Selalu gunakan alat pelindung diri minimum yaitu sepatu tertutup.
- b. Mematuhi prosedur kerja dan peralatan dengan mempertimbangkan keselamatan diri dan lingkungan.
- c. Selalu waspada terhadap adanya kondisi dan tindakan yang tidak aman.
- d. Dilarang menghalangi akses ke peralatan keselamatan, lorong, dan pintu.
- e. Dilarang bergurau atau tidur selama di dalam laboratorium.
- f. Dilarang menggunakan peralatan yang menghalangi pendengaran.
- g. Dilarang mempersiapkan, menyimpan, atau mengkonsumsi makanan atau minuman di dalam laboratorium.
- h. Dilarang merokok di dalam laboratorium.

#### 2.3. Aturan Setelah Bekerja

Aturan setelah bekerja di Laboratorium Program Studi Teknik Industri adalah sebagai berikut.

- a. Melepas semua kabel dan alat listrik lainnya, yang penyambungannya hanya bersifat sementara.
- b. Membersihkan alat-alat dan tempat kerja, meletakkan dan mengembalikan alat-alat yang digunakan ke tempat semula.
- c. Memastikan bahwa tempat kerja dan laboratorium dalam keadaan aman. Misal mematikan listrik, lampu, dan keran air.
- d. Mencuci tangan dengan air dan sabun sebelum meninggalkan laboratorium.



# Praktikum Teknik Industri

## Terintegrasi-II

## BAB III

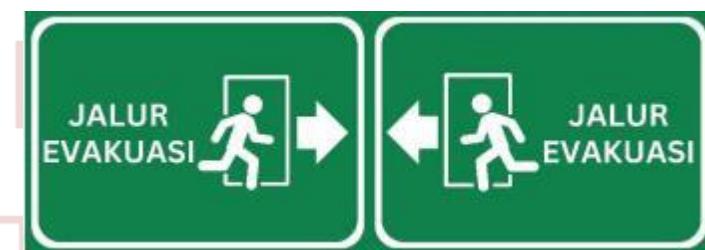
### KESELAMATAN KERJA

#### 3.1. Keselamatan di Gedung

Prosedur keselamatan kerja di Gedung Laboratorium Teknik Industri Gedung J18 dapat dijelaskan sebagai berikut.

##### 3.1.1. Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul

Jalur evakuasi adalah jalur penyelamatan yang didesain khusus dengan menghubungkan semua area ke area yang aman sebagai Titik Kumpul bagi setiap orang yang sedang berada di wilayah tersebut. Jalur evakuasi merupakan salah satu bentuk upaya tanggap darurat untuk mobilisasi penduduk dari ancaman bahaya ke tempat yang lebih aman ketika terjadi bencana. Jalur evakuasi ini digunakan sebagai tindakan penyelamatan dari segala bencana seperti kebakaran, gempa bumi. Jalur evakuasi didesain untuk mencari jalan tersingkat dengan menggunakan jalan yang telah ada sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai daerah yang aman dapat ditempuh lebih singkat atau cepat. Apabila terjadi kondisi darurat, segera keluar gedung mengikuti arah jalur evakuasi. Gambar rambu jalur evakuasi dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Rambu Jalur Evakuasi

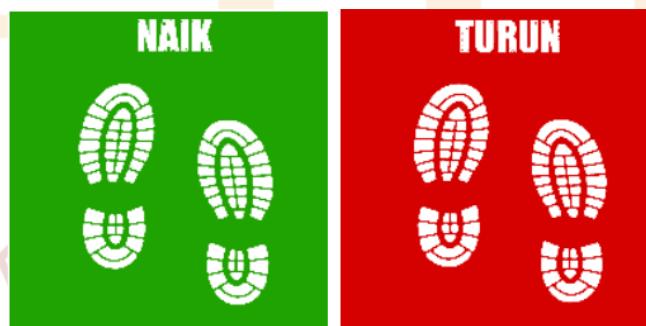
Titik kumpul atau *assembly point* adalah tempat berkumpul dalam jalur evakuasi. Dengan adanya titik ini, orang akan dengan mudah menemukan tempat aman saat keadaan darurat. Setelah keluar mengikuti arah jalur evakuasi, segera berkumpul di titik kumpul yang berada di luar gedung laboratorium. Gambar rambu titik kumpul dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Titik Kumpul (*Assembly Point*)

### 3.1.2. Instruksi Penggunaan Tangga

Penggunaan tangga yang ada baik di Gedung perkantoran ataupun laboratorium sebaiknya instruksi yang jelas seperti saat menaiki tangga menggunakan lajur kanan sedangkan saat menuruni tangga menggunakan lajur kiri. Gambar stiker tangga naik-turun dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Stiker Tangga Naik-Turun

### 3.1.3. Pertolongan Pertama pada Kecelakaan

Pertolongan pertama adalah pemberian pertolongan segera kepada penderita sakit atau cedera/kecelakaan yang memerlukan penanganan medis dasar, sebelum pertolongan lebih lanjut oleh dokter atau paramedis. Pelaku pertolongan pertama adalah orang yang pertama kali tiba di tempat kejadian yang memiliki kemampuan dan terlatih dalam penanganan medis dasar. Terdapat kotak P3K untuk penanganan pertama pada kecelakaan. Gambar kotak P3K dapat dilihat pada gambar 3.4.



**Gambar 3.4. Kotak P3K**

### **3.1.4. Penanggulangan Gempa Bumi**

Apabila terjadi gempa bumi, hal-hal yang harus Anda lakukan adalah sebagai berikut:

- a. Bila anda dalam gedung segera berlari dengan hati-hati keluar gedung mengikuti jalur evakuasi menuju tempat terbuka (titik kumpul) yang telah ditentukan.
- b. Hindari berlindung di dekat pohon, tiang listrik, papan reklame atau benda apapun yang berpotensi roboh.
- c. Bila kesulitan keluar gedung segera berlindung di tempat yang aman, misalnya berlindung di bawah kolong meja untuk sementara waktu.
- d. Menjauhlah dari kaca atau barang yang menempel di dinding (seperti jam, papan tulis) untuk menghindari barang-barang tersebut melukai anda.
- e. Bila berada di lantai 2 ke atas, turun dengan tangga secara perlahan dan jangan panik.
- f. Laporkan keadaan anda kepada Tim K3 setelah gempa terjadi.
- g. Hubungi ambulans bila ada pegawai atau mahasiswa yang memerlukan pertolongan medis lebih lanjut.

### **3.1.5. Proteksi Bahaya Kebakaran**

Hal-hal yang perlu Anda lakukan ketika terjadi kebakaran adalah sebagai berikut:

- a. Berteriaklah bila ada kebakaran.
- b. Beritahu segera kepada petugas keamanan/pegawai/Tim K3 serta orang lain yang ditemui

- c. Padamkan api bila merasa yakin dan sudah terlatih, bila ragu-ragu lebih baik mengurungkan niat.
- d. Cari kain basah dan tutupkan ke bagian yang menjadi sumber api.
- e. Ambil APAR atau *hydrant* terdekat untuk memadamkan api, jika merasa yakin dan sudah terlatih. Prosedur penggunaan APAR dan *hydrant* dapat Anda temukan di atas penempatan APAR dan *hydrant* yang ada. Poster prosedur penggunaan alat pemadam api dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Poster Prosedur Penggunaan Alat Pemadam Api

- f. Apabila api belum berhasil dipadamkan, lakukan evakuasi dengan mengeluarkan semua orang dari laboratorium melalui *emergency exit*.
- g. Pada saat evakuasi, tetap tenang dan bawa barang bawaan berharga seperlunya saja.
- h. Jangan membawa barang bawaan yang terlalu besar.
- i. Jangan menaruh barang di jalur evakuasi dan berhati-hati saat berlari keluar untuk menghindari potensi bahaya terjatuh dan bertabrakan.
- j. Bila berada di lantai 2 ke atas, serta dalam keadaan darurat, jangan melompat sampai regu pemadam datang/evakuasi.

- k. Bila terjebak kepulan asap kebakaran, maka tetap menuju tangga darurat sambil mengambil napas pendek, upayakan merayap atau merangkak untuk menghindari asap, jangan berbalik arah karena akan bertabrakan dengan orang-orang di belakang Anda.
- l. Bila terpaksa harus menerobos kepulan asap maka tahanlah napas Anda dan cepat menuju pintu darurat kebakaran.
- m. Segera ikuti jalur evakuasi darurat menuju *assembly point* yang terdekat dengan Anda.
- n. Hubungi DAMKAR Medan di nomor (061) 4515356 sesegera mungkin jika api tidak dapat dipadamkan.

### **3.2. Potensi Bahaya Praktikum dan Pencegahannya**

#### **3.2.1. Praktikum Laboratorium Rekayasa Mutu dan Keandalan**

Laboratorium Rekayasa Mutu dan Keandalan termasuk ke dalam kegiatan Praktikum Teknik Industri Terintegrasi - II yang memiliki 1 modul yaitu *Quality Control*. Pada saat pelaksanaan praktikum ditemukan beberapa protensi bahaya yang dapat terjadi selama kegiatan praktikum berlangsung. Risiko bahaya yang dapat ditimbulkan dari potensi bahaya selama kegiatan praktikum di Laboratorium Rekayasa Mutu dan Keandalan dan pencegahannya adalah sebagai berikut.

##### **1. Cedera fisik**

Pada pertemuan *Quality Control* dengan kegiatan pengukuran dimensi produk ragum di Laboratorium Rekayasa Mutu dan Keandalan didapati bahwa selama kegiatan praktikum berlangsung kemungkinan terjadinya cedera berupa goresan atau luka diakibatkan sudut tajam dari benda kerja ragum. Adapun tindakan pencegahan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan peralatan yang aman, pelindung tangan berupa sarung tangan dan penggunaan pelindung kaki berupa sepatu tertutup untuk mencegah terjadinya luka diakibatkan benda kerja yang jatuh.

##### **2. Nyeri Punggung**

Pada pertemuan *Quality Control* dengan kegiatan pengukuran dimensi produk ragum di Laboratorium Rekayasa Mutu dan Keandalan didapati adanya potensi bahaya, yaitu nyeri punggung yang diakibatkan karena postur tubuh yang salah

pada saat melakukan kegiatan pengukuran dimensi ragum. Tindakan pencegahan yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan kursi dan meja yang ergonomis, sehingga praktikan dapat mempertahankan postur tubuh yang baik pada saat melakukan pengukuran dimensi ragum walaupun dalam durasi yang cukup lama.

### 3. Ketegangan Mata dan Paparan Cahaya Biru

Pada pertemuan *Quality Control* dengan kegiatan pengujian distribusi dan pembangkitan data di Laboratorium Rekayasa Mutu dan Keandalan didapatkan bahwa selama kegiatan praktikum berlangsung kemungkinan terjadinya ketegangan pada mata yang diakibatkan paparan sinar biru layar laptop, sehingga mata terasa kering dan mudah lelah. Pencegahan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan kaca mata anti radiasi sehingga dapat mengurangi terpaparnya mata terhadap cahaya biru layar laptop.

#### 3.2.2. Praktikum Laboratorium Sistem Produksi

Laboratorium Sistem Produksi memiliki 3 modul yaitu *Forecasting*, *Line Balancing*, dan *Production Planning and Control* yang termasuk ke dalam kegiatan Praktikum Teknik Industri Terintegrasi – II. Risiko bahaya yang dapat ditimbulkan dari potensi bahaya selama kegiatan praktikum di Laboratorium Sistem Produksi dan pencegahannya adalah sebagai berikut.

##### 1. Nyeri Punggung dan Nyeri Otot

Pada setiap pertemuan praktikum di Laboratorium Sistem Produksi pada Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II pada modul *Forecasting*, *Line Balancing*, dan *Production Planning and Control* didapatkan bahwa adanya potensi bahaya, yaitu nyeri punggung dan nyeri otot yang terjadi akibat kesalahan postur tubuh pada saat melakukan kegiatan penggerjaan tugas praktikum. Kesalahan postur tubuh yang terjadi meliputi bentuk tubuh yang terlalu membungkuk pada saat menulis dan juga disertai dengan durasi yang cukup lama. Tindakan pencegahan yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan kursi dan meja yang ergonomis, sehingga praktikan dapat mempertahankan postur tubuh yang baik pada saat melakukan penggerjaan tugas praktikum walaupun dalam durasi yang cukup lama.

## 2. Ketegangan Mata dan Paparan Cahaya Biru

Pada setiap pertemuan praktikum di Laboratoium Sistem Produksi pada Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II pada modul *Forecasting, Line Balancing, dan Production Planning and Control* didapati bahwa selama kegiatan praktikum berlangsung adanya kemungkinan untuk terjadinya ketegangan pada mata yang diakibatkan oleh paparan sinar biru layar laptop selama kegiatan praktikum, sehingga mata terasa kering dan mudah lelah. Salah satu langkah pencegahan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan kaca mata anti radiasi selama praktikum untuk mengurangi intensitas terpaparnya mata terhadap cahaya biru layar laptop. Selain itu dapat dilakukan dengan pemberian istirahat yang cukup kepada mata secara teratur untuk mengurangi intensitas terpapar cahaya biru dari laptop.

## 3. Tersengat Listrik

Pada setiap pertemuan praktikum di Laboratoium Sistem Produksi pada Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II pada modul *Forecasting, Line Balancing, dan Production Planning and Control* didapati bahwa selama kegiatan praktikum berlangsung adanya kemungkinan untuk terjadinya potensi bahaya yaitu tersengat listrik atau terjadinya korsleting listrik yang disebabkan oleh kabel laptop atau stopkontak yang terlilit, tertekuk, atau tertarik secara tidak sengaja yang diakibatkan oleh penataan kabel yang tidak rapi dan melintang di area yang sering dilalui praktikan. Salah satu langkah pencegahan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penataan kabel secara rapi menggunakan pengikat atau pelindung kabel, serta memastikan kabel tidak melintang di area lalu lintas. Selain itu, penting untuk memastikan bahwa semua perangkat kelistrikan seperti stopkontak dan kabel ekstensi dalam kondisi baik dan layak pakai, serta melakukan pengecekan sebelum praktikum dimulai guna menghindari risiko kelistrikan yang membahayakan.

## MODUL IV

### ***QUALITY CONTROL***

#### **1. Tujuan Praktikum**

Tujuan praktikum modul *Quality Control* adalah sebagai berikut.

1. Memahami penerapan pembangkitan data sesuai jenis distribusi.
2. Memahami penerapan teknik pengambilan sampel dan penentuan jumlah sampel.
3. Memahami sistem pengendalian kualitas dengan metode *Six Sigma* pada perbaikan proses produksi.
4. Menganalisa kualitas suatu produk manufaktur yang ada di pasar.

#### **2. Input-Output**

*Input-output* pada praktikum modul *Quality Control* dapat dilihat pada

Gambar 4.1.

<i>Input</i>	<i>Proses</i>	<i>Output</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Operation Process Chart</i> Keseluruhan</li><li>• Data Hasil Pengukuran</li><li>• Data Kecacatan Atribut (Modul Perancangan Sistem Kerja)</li><li>• Data Jumlah Produksi</li><li>• Data Kecacatan Produksi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dilakukan pengukuran sampel produk berdasarkan dimensi yang telah ditentukan</li><li>• Dilakukan pembangkitan data sesuai data hasil pengukuran</li><li>• Dilakukan pembuatan <i>Form Produk</i></li><li>• Dilakukan penggeraan Laporan Bab I-V</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tingkat kualitas produk yang dihasilkan berdasarkan nilai <i>six sigma</i></li><li>• Tingkat kapabilitas dari proses produksi</li><li>• Perbaikan proses produksi untuk meningkatkan kualitas produk</li><li>• SOP proses produksi</li></ul>

Sumber: Laboratorium Rekayasa Mutu dan Keandalan

**Gambar 4.1. *Input-Output* Kegiatan Praktikum Modul *Quality Control***

#### **3. Landasan Teori**

Sekitar tahun 1980 dan awal 1990, Motorola merupakan salah satu perusahaan Amerika Serikat dan Eropa yang bersaing ketat dengan perusahaan

Jepang. Pemimpin Motorola menyadari bahwa kualitas produk mereka rendah serta tidak memiliki suatu program kualitas. Akhirnya memutuskan untuk menekuni kualitas dengan serius. Tetapi tahun 1987, ada pendekatan baru yang muncul dari bagian komunikasi Motorola yang dinamakan *Six Sigma*. Dua hal utama yang dilibatkan dalam konsep *Six Sigma* di Motorola adalah cara yang konsisten untuk keluar dan membandingkan kinerja kebutuhan pelanggan (Pengukuran *Sigma*) dan target kualitas sempurna (Tujuan *Sigma*). Ada banyak pengertian *Six Sigma*. *Six Sigma* diartikan sebagai *tools* berteknologi canggih yang digunakan oleh para statistikawan dalam memperbaiki atau mengembangkan proses atau produk. *Six Sigma* diartikan karena kunci utama perbaikan *Six Sigma* menggunakan metode-metode statistik, meskipun tidak secara keseluruhan membicarakan tentang statistik.

Pengambilan sampel adalah langkah pertama dan aspek penting dari keseluruhan proses analisis. Tujuan pengambilan sampel untuk memilih sampel yang representatif, dimana sampel yang representatif adalah sampel yang mirip dengan populasi dari mana sampel itu berasal. Terdapat 2 jenis pengambilan sampel yaitu:

1. *Probability Sampling*

*Probability sampling* adalah teknik *sampling* dengan memberikan kesempatan (peluang/probabilitas) yang sama pada setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Terdapat beberapa jenis *probability sampling* seperti:

- a. *Simple Random Sampling*

*Simple Random Sampling* adalah pengambilan sampel dari anggota populasi secara acak tanpa memperhatikan strata (tingkatan) dalam anggota populasi tersebut.

- b. *Systematic Sampling*

*Systematic Sampling* adalah bentuk *sampling random* yang mengambil elemen-elemen yang akan diselidiki berdasarkan urutan tertentu dari populasi yang telah disusun secara teratur.

c. *Stratified Random Sampling*

*Stratified Random Sampling* adalah dimana populasi dibagi menjadi strata (subkelompok) dan sampel acak diambil dari setiap subkelompok.

d. *Cluster Sampling*

*Cluster sampling* adalah bentuk *sampling* yang populasinya dibagi menjadi beberapa kelompok (*cluster*) dengan menggunakan aturan-aturan tertentu.

2. *Non Probability Sampling*

*Non Probability sampling* adalah teknik pemilihan sampel yang tidak memberikan kesempatan yang sama kepada setiap elemen populasi untuk terpilih sebagai bagian dari sampel. Terdapat beberapa jenis *non probability sampling* seperti:

a. *Convenience Sampling*

*Convenience Sampling* adalah teknik pengambilan sampel berdasarkan kemudahan akses dan ketersediaan responden oleh peneliti, tanpa menggunakan pemilihan acak.

b. *Purposive Sampling*

*Purposive Sampling* adalah teknik *sampling* yang digunakan peneliti jika peneliti mempunyai pertimbangan-pertimbangan tertentu di dalam pengambilan sampelnya atau penentuan sampel untuk tujuan tertentu.

c. *Quota Sampling*

*Quota Sampling* adalah teknik *sampling* yang merincikan lebih dahulu sampel dengan menetapkan jumlah sampel yang diperlukan, kemudian menetapkan jumlah (jatah yang diinginkan).

d. *Snowball Sampling*

*Snowball sampling* adalah metode *non random sampling* yang menggunakan beberapa kasus untuk membantu mendorong kasus lain untuk mengambil bagian dalam penelitian, sehingga meningkatkan ukuran sampel.

Masalah yang timbul pada proses produksi perlu dicari faktor penyebabnya, kemudian ditindaklanjuti dengan perbaikan terhadap kualitas produk tersebut mengidentifikasi proses yang sudah baik dari waktu ke waktu. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan metodologi DMAIC dari *six sigma*. Metodologi DMAIC merupakan kunci pemecahan masalah *six sigma* yang meliputi langkah-langkah perbaikan secara berurutan, yang masing-masing amat penting guna mencapai hasil yang diinginkan.

Dalam melakukan pengendalian kualitas statistik terdapat beberapa alat bantu yang digunakan. Alat bantu utama yang digunakan dikenal dengan sebutan *seven tools*. Jenis-jenis *seven tools* adalah sebagai berikut.

#### 1. *Checksheet*

*Checksheet* adalah alat yang sering digunakan untuk menghitung seberapa sering sesuatu itu terjadi dan sering digunakan dalam pengumpulan dan pencatatan data.

#### 2. Stratifikasi Data

Stratifikasi adalah suatu upaya untuk mengurai atau mengklasifikasi persoalan menjadi kelompok atau golongan sejenis yang lebih kecil atau menjadi unsur-unsur tunggal dari persoalan.

#### 3. Histogram

Histogram digunakan untuk menentukan variasi dalam proses yang berlangsung. Bentuk dari alat bantu ini berupa diagram batang yang disusun berdasarkan ukurannya. Dengan menggunakan histogram maka kita mampu untuk memberikan gambaran populasi karena histogram menunjukkan karakteristik dari data yang terbagi dalam beberapa kelas.

#### 4. *Scatter Diagram*

Diagram ini juga sering disebut dengan peta korelasi karena memperlihatkan kuat lemahnya hubungan dua variabel. Variabel ini adalah proses yang mempengaruhi dengan kualitas produk. Selain memperlihatkan kuat-lemahnya hubungan dari kedua variabel tersebut, diagram ini juga menunjukkan hubungan positif, negatif, maupun tidak ada hubungan sama sekali antar kedua

variabel. Variabel yang ditunjukkan bisa berupa karakteristik kualitasnya dengan mempengaruhinya.

#### 5. *Control Chart*

*Control Chart* merupakan grafik yang digunakan untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam keadaan *in control* atau *out control*. Batas pengendalian yang meliputi batas atas (*upper control limit*) dan batas bawah (*lower control limit*) yang dapat menggambarkan performansi yang diharapkan pada suatu proses konsisten. Terdapat 2 jenis peta pengendalian, yaitu peta pengendalian untuk data variabel (peta X dan R, peta X dan S, peta I-MR, peta *Moving Average*, peta  $T^2$ ) dan peta pengendalian untuk data atribut (peta p, peta np, peta c, peta u).

#### 6. *Diagram Pareto*

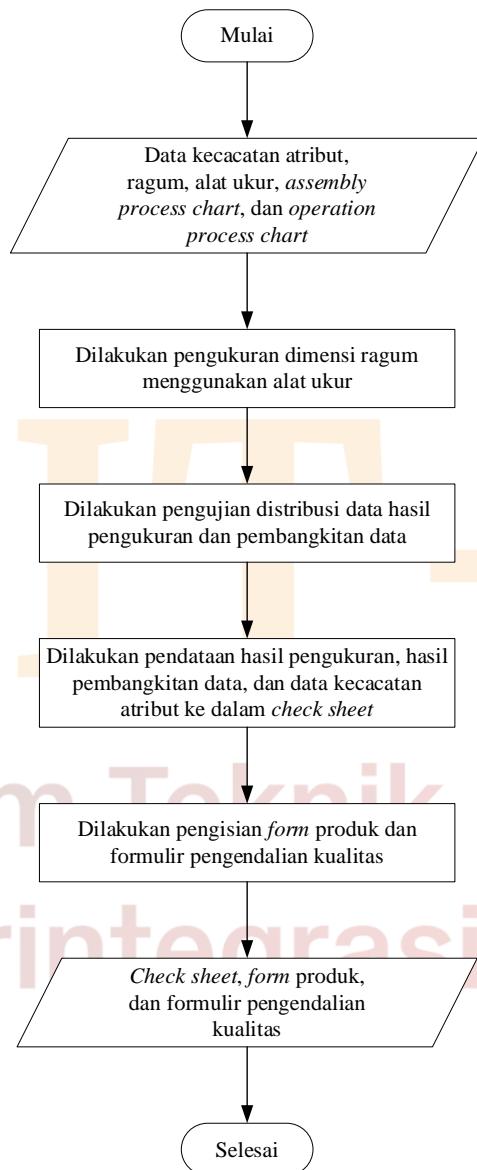
Diagram *pareto* adalah bagan yang berisikan diagram batang dan diagram garis. Diagram batang memperlihatkan klasifikasi dan nilai data, sedangkan diagram garis mewakili total data kumulatif. Klasifikasi data diurutkan menurut urutan *ranking*. *Ranking* tertinggi merupakan masalah yang terpenting untuk segera diselesaikan. Prinsip Diagram *Pareto* sesuai dengan hukum *Pareto* yang menyatakan bahwa sebuah grup selalu memiliki persentase terkecil (20%) yang bernilai atau memiliki dampak terbesar (80%). Diagram *Pareto* mengidentifikasi 20% penyebab masalah utama untuk mewujudkan 80% *improvement* secara keseluruhan.

#### 7. *Cause and Effect Diagram (Fishbone Diagram)*

*Cause and Effect Diagram (Fishbone diagram)* digunakan untuk mengidentifikasi kategori dan sub kategori sebab-sebab yang mempengaruhi suatu karakteristik kualitas tertentu. Faktor-faktor penyebab utama tersebut dapat dikelompokkan ke dalam material, *machine*, *man*, *method*, dan *environment*.

#### 4. Metode Praktikum

Flowchart praktikum modul *Quality Control* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Sumber: Laboratorium Rekayasa Mutu dan Keandalan

Gambar 4.2. Flowchart Kegiatan Praktikum Modul *Quality Control*

## 5. Tugas Pendahuluan

Tugas pendahuluan praktikum modul *Quality Control* adalah membuat rangkuman materi dengan standar minimum sebagai berikut.

1. Konsep pengendalian kualitas dengan pendekatan *Six Sigma*
2. Jenis dan penyebab variasi
3. Kecacatan atribut dan variabel
4. Siklus *six sigma* yang meliputi
  - a. Definisi *define*
  - b. Definisi *measure*
  - c. Definisi *analyze*
  - d. Definisi *improve*
  - e. Definisi *control*
5. Definisi *seven tools* dan penerapannya
6. Perbedaan DPO dan DPMO

Ketentuan:

1. Dikerjakan tulis tangan pada kertas A4
2. Rangkuman materi berdasarkan sumber buku ISBN dan jurnal ISSN

## 6. Sistematika Laporan

Sistematika laporan modul *Quality Control* adalah sebagai berikut.

### BAB I PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang
- 1.2. Tujuan Praktikum
- 1.3. Asumsi dan Batasan Masalah
- 1.4. Landasan Teori (Maksimal 10 halaman)

### BAB II PENGUMPULAN DATA

- 2.1. Bahan yang Digunakan dalam Proses Produksi
- 2.2. Mesin dan Peralatan yang Digunakan dalam Proses Produksi
- 2.3. Uraian Proses Produksi dan *Operation Process Chart*

# PTI

## Praktikum Teknik Industri

### Terintegrasi-II

#### BAB III

#### PENGOLAHAN DATA

##### 3.1. Distribusi Data Pengukuran

###### 3.1.1. Distribusi Data Pengukuran Dimensi 1

###### 3.1.1.1. Pengujian Distribusi Data Pengukuran Dimensi 1

###### 3.1.1.2. Pembangkitan Data Pengukuran Produk Dimensi 1

###### 3.1.2. Distribusi Data Pengukuran Dimensi 2

###### 3.1.2.1. Pengujian Distribusi Data Pengukuran Dimensi 2

###### 3.1.2.2. Pembangkitan Data Pengukuran Produk Dimensi 2

### 3.2. Six Sigma

#### 3.2.1. Define

##### 3.2.1.1. Stratifikasi Jumlah Kecacatan Produk

#### 3.2.2. Measure

##### 3.2.2.1. Control Chart Data Atribut

###### 3.2.2.1.1 Peta np/p

###### 3.2.2.1.2 Peta c/u

##### 3.2.2.2. Control Chart Data Variabel

###### 3.2.2.2.1 Peta $\bar{X}$ dan R

###### 3.2.2.2.2 Peta $\bar{X}$ dan S

###### 3.2.2.2.3 Peta I-MR

###### 3.2.2.2.4 Peta Moving Average

###### 3.2.2.2.4.1 Peta Moving Average

###### Data Individual

###### 3.2.2.2.4.2 Peta Moving Average

###### Data Subgrup

###### 3.2.2.2.5 Peta $T^2$

##### 3.2.2.3. Perhitungan Process Capability

##### 3.2.2.4. Perhitungan Defects Per Opportunity

##### 3.2.2.5. Penentuan Nilai Six Sigma

#### 3.2.3. Analyze

##### 3.2.3.1. Histogram

###### 3.2.3.1.1 Histogram Jumlah Produk yang Cacat

###### 3.2.3.1.2. Histogram Stratifikasi Kecacatan

##### 3.2.3.2. Pareto Diagram

##### 3.2.3.3. Scatter Diagram dan Perhitungan Korelasi

##### 3.2.3.4. Identifikasi Masalah dengan Cause Effect Diagram

##### 3.2.3.5. Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

### 3.2.4. *Improve*

3.2.4.1. Menetapkan Sasaran *Improve*

3.2.4.2. Memberikan Alternatif untuk Perbaikan

### 3.2.5. *Control*

3.2.5.1. *Standard Operating Procedure (SOP)*

## **BAB IV ANALISIS DAN EVALUASI**

### 4.1. Analisis

4.1.1. Analisis Distribusi Data Pengukuran

4.1.2. Analisis *Six Sigma*

4.1.2.1. Analisis *Define*

4.1.2.2. Analisis *Measure*

4.1.2.3. Analisis *Analyze*

4.1.2.4. Analisis *Improve*

4.1.2.5. Analisis *Control*

### 4.2. Evaluasi

4.2.1. Evaluasi Distribusi Data Pengukuran

4.2.2. Evaluasi *Six Sigma*

4.2.2.1. Evaluasi *Define*

4.2.2.2. Evaluasi *Measure*

4.2.2.3. Evaluasi *Analyze*

4.2.2.4. Evaluasi *Improve*

4.2.2.5. Evaluasi *Control*

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### 5.1. Kesimpulan

### 5.2. Saran

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN**

- Tabel DPMO
- Tabel ANSI
- Tabel *Chi-Square*
- Tabel Z
- *Form* Produk
- *Check Sheet* Pengumpulan Data (Fomulir Pengendalian Kualitas dan *Check Sheet* Data Pengukuran)
- *Form* Responsi Dosen
- *Form* Asistensi Laporan

PITT-II

# Praktikum Teknik Industri

## Terintegrasi-II

## MODUL V

### FORECASTING

#### 5.1. Tujuan Praktikum

Tujuan yang ingin dicapai pada praktikum modul *Forecasting* adalah sebagai berikut.

1. Praktikan dapat memahami *forecasting* dan kegunaannya dalam bidang industri.
2. Praktikan dapat memahami dan melakukan peramalan berdasarkan pola data masa lalu menggunakan metode *time series*.
3. Praktikan dapat melakukan peramalan dengan menggunakan *software*.
4. Praktikan dapat menganalisis berbagai jenis metode perhitungan *error* dalam *forecasting*.
5. Praktikan dapat memilih metode peramalan yang sesuai dengan kondisi perusahaan.

#### 5.2. Input-Output

*Input-Output* pada praktikum *Forecasting* dapat dilihat pada Gambar 5.1.

Input	Proses	Output
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data Permintaan Ragum Masa Lalu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meramalkan jumlah permintaan selama 3 tahun dengan menggunakan metode <i>time series</i> dengan perhitungan manual.</li> <li>• Meramalkan jumlah permintaan selama 3 tahun dengan menggunakan metode <i>time series</i> dengan <i>software</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jumlah Permintaan 3 Tahun yang Akan Datang</li> </ul>

Sumber: Laboratorium Sistem Produksi

**Gambar 5.1. Sistem Input-Output Praktikum Forecasting**

#### 5.3. Landasan Teori

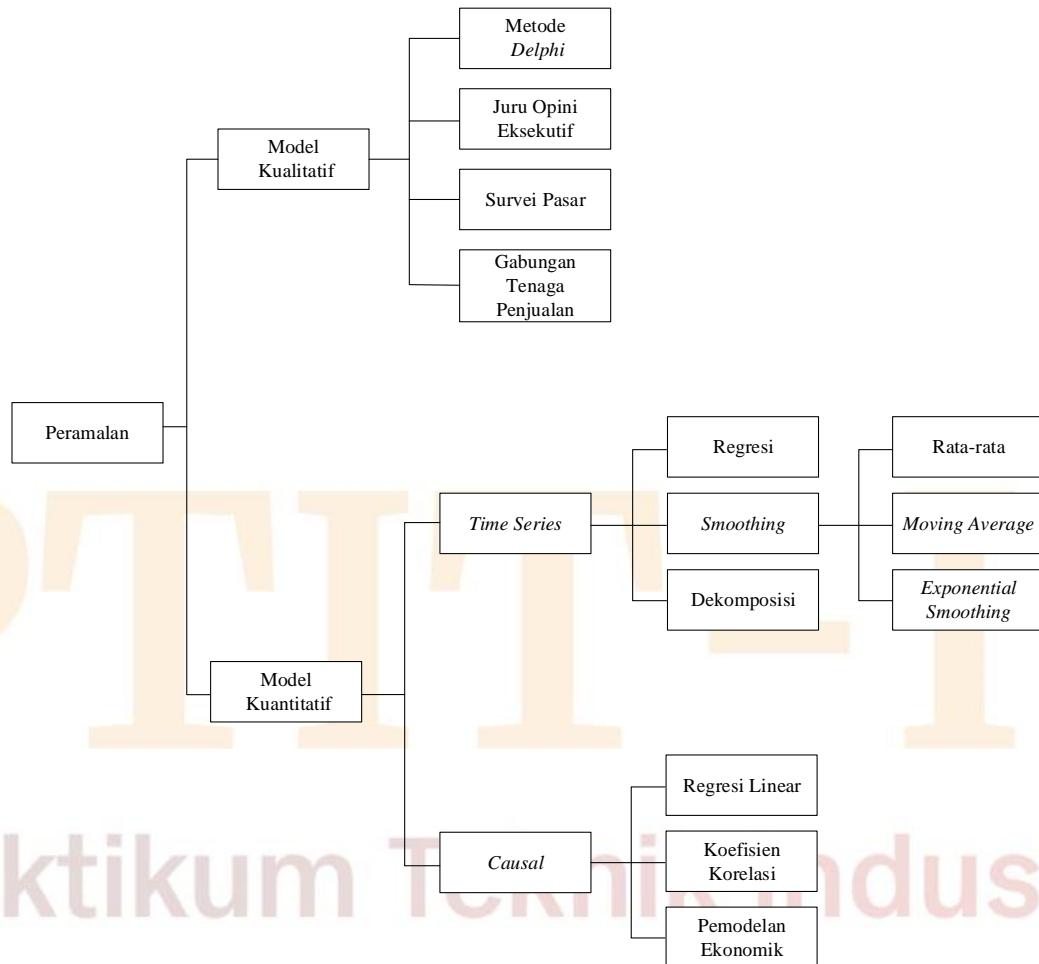
##### 5.3.1. Definisi Peramalan

Peramalan adalah metode untuk memperkirakan suatu nilai di masa depan dengan menggunakan data masa lalu. Peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa yang akan datang, sedangkan

aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan suatu produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat.

1. Peramalan kualitatif, yaitu peramalan yang dilakukan berdasarkan kualitatif pada masa lalu sehingga hasilnya bergantung pada orang yang menyusunnya. Beberapa metode peramalan yang digolongkan sebagai peramalan kualitatif adalah sebagai berikut:
  - a. Metode *Delphi*, yaitu proses pembelajaran (*learning process*) dari kelompok tanpa adanya tekanan atau intimidasi.
  - b. Dugaan Manajemen (*Management Estimate*), yaitu peramalan semata-mata berdasarkan pertimbangan manajemen. Teknik akan dipergunakan dalam situasi di mana tidak ada alternatif lain dari model peramalan yang dapat diterapkan.
  - c. Riset Pasar (*Market Research*), merupakan metode peramalan berdasarkan hasil-hasil dari survei pasar yang dilakukan oleh tenaga pemasar produk.
  - d. Metode Kelompok Terstruktur (*Structured Group Methods*), merupakan teknik peramalan berdasarkan pada proses kovergensi dari opini beberapa orang atau ahli secara interaktif tanpa menyebutkan identitas.
  - e. Analogi Historis (*Historical Analogy*), merupakan teknik peramalan berdasarkan pola data masa lalu dari produk yang dapat disamakan secara analogi.
2. Peramalan kuantitatif, yaitu peramalan yang dilakukan berdasarkan data kuantitatif pada masa lalu sehingga hasilnya bergantung pada metode yang digunakan. Metode peramalan kuantitatif dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu:
  - a. Metode *Time Series*
  - b. Metode *Causal*

Taksonomi peramalan dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Sumber: Ginting, 2012

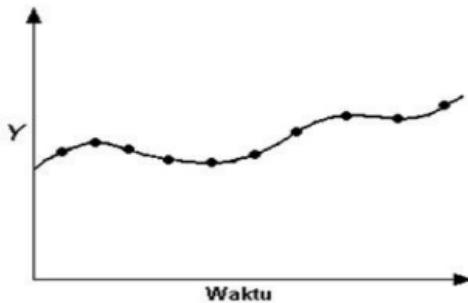
**Gambar 5.2. Taksonomi Peramalan**

### 5.3.2. Metode *Time Series*

Metode *time series* merupakan metode peramalan yang digunakan untuk menganalisis data yang merupakan fungsi dari waktu. Analisis deret waktu ini sangat tepat dipakai untuk meramalkan permintaan yang pola permintaan di masa lalunya cukup konsisten dan akurat dalam periode waktu yang lama. Terdapat empat komponen utama yang mempengaruhi analisis ini, yaitu:

### 1. Pola Siklis (*Cycle*)

Suatu pola data yang terjadi setiap beberapa tahun, pada umumnya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.

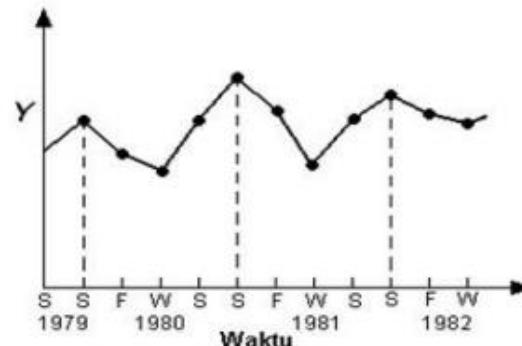


Sumber: Ginting, 2012

**Gambar 5.3. Plot Data Cyclical (Siklis)**

### 2. Pola Musiman (*Seasonal*)

Terjadi bila pola data berulang sesudah suatu periode tertentu, seperti hari, mingguan, bulanan, triwulan, dan tahun.

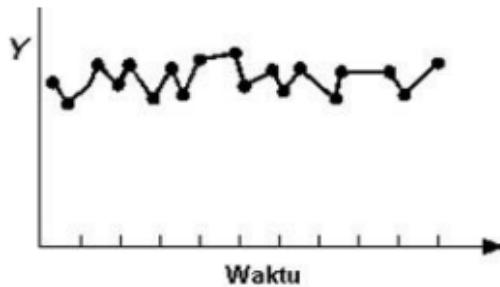


Sumber: Ginting, 2012

**Gambar 5.4. Plot Data Seasonal (Musiman)**

### 3. Pola Horizontal

Terjadi bila nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang tetap, stabil atau disebut stasioner terhadap nilai rata-ratanya.

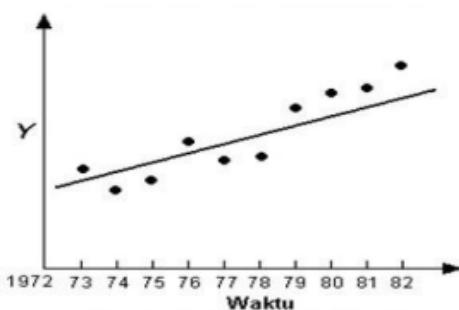


Sumber: Ginting, 2012

**Gambar 5.5. Plot Data Horizontal**

#### 4. Pola Trend

Terjadi bila ditemui kenaikan atau penurunan dari data secara *gradual* dari gerakan datanya dalam kurun waktu panjang.



Sumber: Ginting, 2012

**Gambar 5.6. Plot Data Trend**

Dalam analisis peramalan berbasis *time series*, terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk memprediksi nilai di masa depan berdasarkan data historis. Pemilihan metode yang tepat bergantung pada pola data yang diamati, seperti tren, musiman, atau fluktuasi jangka panjang. Beberapa teknik yang umum digunakan meliputi metode linear, kuadratis, siklis, dan eksponensial. Penjelasan lebih rinci terkait keempat metode tersebut adalah sebagai berikut.

##### 1. Metode *Linear*

Metode *linear* dalam *forecasting* (peramalan) adalah teknik untuk memprediksi nilai masa depan berdasarkan pola tren yang konstan (lurus) dari waktu ke waktu.

$$Y' = a + bx$$

Di mana:

a, b = parameter perhitungan  
x = periode

## 2. Metode Kuadratis

Metode kuadratis dalam *forecasting* adalah teknik peramalan yang digunakan saat data historis menunjukkan pola tren yang berubah-ubah kecepatannya.

$$Y' = a + bx + cx^2$$

Di mana:

a, b, c = parameter perhitungan  
x = periode

## 3. Metode Siklis

Metode siklis dalam *forecasting* adalah teknik peramalan yang digunakan untuk memodelkan pola fluktuasi jangka panjang yang terjadi secara berulang (bersiklus) tetapi tidak teratur.

$$Y' = a + b \sin(2\pi x/n) + c \cos(2\pi x/n)$$

Di mana:

a, b, c = parameter perhitungan  
x = periode  
n = banyaknya periode  
 $\pi$  = 3,14

## 4. Metode Eksponensial

Metode eksponensial dalam *forecasting* adalah teknik peramalan yang digunakan ketika data menunjukkan tren pertumbuhan atau penurunan yang sangat cepat bukan dalam garis lurus, tetapi berbentuk kurva eksponensial.

$$Y' = ae^{bx}$$

Di mana:

a, b, c = parameter perhitungan  
x = periode  
e = 2,71828 (konstanta Euler)

Beberapa teknik statistik yang juga digunakan pada peramalan *time series* ini, yaitu:

1. *Smoothing* (penghalusan)
2. Proyeksi kecenderungan dengan regresi
3. Dekomposisi
4. *Moving Average*
5. *Box-Jenkins* (ARIMA)
6. *Neural Network*
7. *Random Forest*
8. *Convolutional Network*
9. *Hybrid*, dsb

### 5.3.3. Rata-Rata Bergerak Terintegrasi Autoregresif (*Autoregressive Integrated Moving Average*)

*Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan salah satu metode peramalan yang telah dikenalkan oleh G.E.P. Box dan G.M. Jenkins. Ada beberapa model yang telah dihasilkan dengan menggunakan metode *Box-Jenkins* yaitu model *Moving Average* (MA), *Auto Regressive* (AR), satu kelas model yang berguna untuk *time series* yang merupakan kombinasi proses MA dan AR yaitu ARMA. Model-model ini adalah model dari metode *Box-Jenkins* yang linier dan stasioner (*stationary*). Sedangkan model untuk data tidak stasioner yaitu model ARIMA. Salah satu cara yang umum dipakai adalah metode pembedaan (*differencing*). Proses selisih dilakukan jika data stasioner dalam rata-ratanya. Metode ini dilakukan dengan cara mengurangi nilai data pada suatu periode dengan nilai data periode sebelumnya. Metode ARIMA adalah salah satu metode yang disarankan apabila ingin melakukan peramalan karena memiliki sifat yang fleksibel yaitu mengikuti pola data yang ada, selain itu metode ARIMA memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan cenderung memiliki nilai *error* yang kecil karena prosesnya yang terperinci.

### 5.3.4. Jaringan Saraf Regresi Tergeneralisasi (*Generalized Regression Neural Networks*)

*Generalized Regression Neural Networks* (GRNN) merupakan salah satu jenis jaringan syaraf tiruan. GRNN adalah metode modifikasi dari *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN). Pertama kali, GRNN diperkenalkan oleh Specht sebagai jaringan berbasis memori yang meramalkan variabel kontinu.

GRNN terdiri dari empat *layer* yaitu *layer* masukan, *layer* basis radial atau *layer* tersembunyi, *layer* penggabungan, dan *layer* keluaran. Metode ini digunakan untuk prediksi di mana variabel *output*-nya dimodelkan berdasarkan minimal satu variable *input*. GRNN didasarkan pada teori regresi non linear (Kernel). Dalam konteks peramalan permintaan produksi, GRNN dapat digunakan untuk memprediksi jumlah kebutuhan di periode mendatang berdasarkan pola historis permintaan sebelumnya. Keunggulan utama dari GRNN adalah kemampuannya dalam menangkap pola yang kompleks tanpa memerlukan pelatihan iteratif seperti jaringan saraf konvensional, menjadikannya pilihan yang tepat dalam sistem prediksi permintaan yang membutuhkan respons cepat dan fleksibel.

### 5.3.5. Langkah-langkah Peramalan

Peramalan memiliki 7 langkah, yakni:

1. Mendefinisikan tujuan peramalan
2. Membuat diagram pencar (*scatter diagram*)
3. Memilih beberapa metode peramalan
4. Menghitung parameter-parameter setiap metode peramalan
5. Menghitung *error* setiap metode peramalan
6. Memilih metode peramalan dengan nilai *error* terkecil
7. Melakukan verifikasi peramalan

### 5.3.6. Pengukuran Kesalahan Peramalan

Ketepatan dan ketelitian menjadi kriteria dari performa suatu metode peramalan, yang dinyatakan sebagai kesalahan dalam peramalan (*forecast error*). Besar kesalahan suatu peramalan dapat dihitung dengan beberapa cara, antara lain sebagai berikut.

#### 1. Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N (X_t - F_t)^2}{N}$$

Di mana:

$X_t$  = data aktual periode t

$F_t$  = nilai ramalan periode t

N = banyaknya periode

#### 2. Standard Error of Estimate (SEE)

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (X_t - F_t)^2}{N-f}}$$

Di mana:

f = Derajat kebebasan (menyesuaikan dengan jumlah parameter di setiap metode peramalan)

Untuk metode konstan, f = 1

Untuk metode linier, f = 2

Untuk metode kuadratis, f = 3

Untuk metode siklis, f = 3

#### 3. Percentage Error (PE)

$$PE_t = \left( \frac{X_t - F_t}{X_t} \right) \times 100\%$$

Di mana nilai dari  $PE_t$  bisa positif ataupun negatif

#### 4. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N |PE_t|}{N}$$

#### 5. Sum of Squared Errors (SSE)

$$SSE = \sum_{t=1}^N (X_t - F_t)^2$$

#### 6. Mean Percentage Error (MPE)

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left( \frac{A_t - F_t}{A_t} \times 100\% \right)$$

#### 7. Mean Absolute Error (MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f_i - y_i|$$

#### 8. Root Mean Squared Error (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (X_t - F_t)^2}{N}}$$

#### 5.3.7. Nilai Alpha ( $\alpha$ ) dan Beta ( $\beta$ )

Nilai  $\alpha$  merupakan sebuah konstanta *smoothing* yang nilainya terletak di antara 0 sampai dengan 1. Nilai beta ( $\beta$ ) merupakan sebuah konstanta *smoothing* yang mempengaruhi *trend*. Semakin kecil nilai  $\alpha$  maka semakin besar pembobotan kepada *demand* masa lalu dan semakin besar juga efek *smoothing*-nya (stabilitas maksimal dengan responsif yang minimal), sedangkan semakin besar nilai  $\alpha$  menyebabkan nilai pembobotan yang semakin besar terhadap *demand* pada saat ini (responsif maksimal dengan stabilitas minimal). Stabilitas merupakan kemampuan untuk menjaga kekonsistennan *demand* dan tidak terpengaruh terhadap fluktuasi yang ada, sedangkan responsif merupakan kemampuan penyesuaian untuk perubahan level *demand*.

Nilai  $\alpha$  yang biasa digunakan untuk peramalan terletak dalam range 0,1 s/d 0,3. Nilai  $\alpha$  yang lebih besar biasanya digunakan untuk peramalan jangka pendek jika dinilai akan terdapat perubahan yang drastis, seperti promosi besar-besaran, pengenalan produk baru, *product discontinuing*, atau libur nasional.

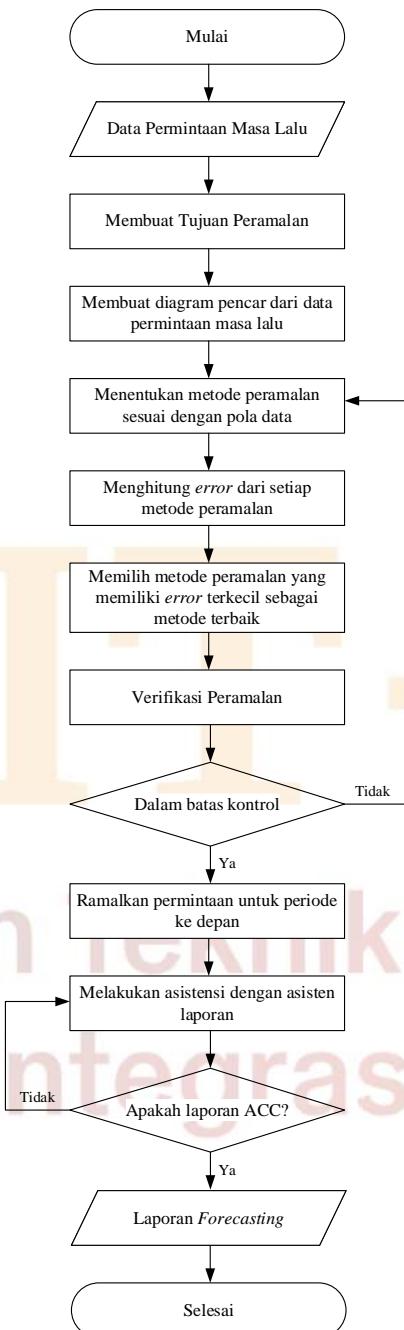
#### 5.4. Metode Praktikum

Metode praktikum *Forecasting* dapat dilihat pada Gambar 5.7.

# PTI

## Praktikum Teknik Industri

### Terintegrasi-II



Sumber: Laboratorium Sistem Produksi

**Gambar 5.7. Tahapan Praktikum *Forecasting***

### 5.5. Tugas Pendahuluan

Tugas pendahuluan modul *Forecasting* adalah sebagai berikut.

1. PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi *furniture*. Perusahaan ini hendak melakukan perhitungan perkiraan jumlah permintaan

konsumen sebagai panduan melakukan perencanaan produksi. Perhitungan perkiraan jumlah permintaan konsumen ini dilakukan dengan metode peramalan. Data historis permintaan mingguan ditunjukkan pada tabel berikut.

**Tabel 6.1. Data Permintaan Produksi Sepatu**

Minggu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Permintaan (Unit)	8X	96	105	112	120	124	130	140	147	15Y

Lakukan peramalan permintaan untuk lima minggu ke depan dengan menggunakan metode *time series*, yaitu: metode regresi linear, regresi kuadratis, *Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Double Moving Average* (DMA)!

Catatan:

- Gunakan pendekatan tujuh langkah peramalan dalam proses perhitungan!
- Ketentuan angka X dan Y akan diumumkan pada pemberian tugas pendahuluan gelombang masing-masing.

## 5.6. Sistematika Laporan

Sistematika laporan modul *Forecasting* adalah sebagai berikut.

### BAB I PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang
- 1.2. Tujuan Praktikum
- 1.3. Landasan Teori (minimal 10 halaman)

### BAB II PENGUMPULAN DATA

- 2.1. Data Permintaan Ragum Masa Lalu

### BAB III PENGOLAHAN DATA

- 3.1. Peramalan dengan Metode *Time Series*
  - 3.1.1. Peramalan *Time Series* dengan Menggunakan Perhitungan Manual

3.1.2. Peramalan *Time Series* dengan Menggunakan *Software EViews* dan *Matlab*

3.1.3. Perbandingan Hasil Peramalan *Time Series*

## **BAB IV ANALISIS DAN EVALUASI**

4.1. Analisis

4.1.1. Analisis Peramalan Metode *Time Series*

4.2. Evaluasi

4.2.1. Evaluasi Peramalan Metode *Time Series*

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan

5.2. Saran

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

- Tabel Distribusi F
- *Script Matlab*
- *Equation Output EViews*
- *Form Responsi Dosen*
- *Form Asistensi Laporan*

### **Referensi**

Adnyani, Luh Putu Widya, Subanar. 2015. *General Regression Neural Network (GRNN) pada Peramalan Kurs Dolar dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)*. Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika. Vol. 4 No. 1. Hlm. 107

Ginting, Rosnani. 2012. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Herawati, Sri. 2016. *Peramalan Kunjungan Wisatawan Mancanegara Menggunakan Generalized Regression Neural Networks*. Jurnal Infotel. Vol. 8 No. 1. Hlm. 36.

Kadim, A. 2017. *Penerapan Manajemen Produksi & Operasi di Industri Manufaktur*. Bogor: Mitra Wacana Media.

Sinulingga, Sukaria. 2008. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Waters, C.D.J. 2003. *Inventory Control and Management 2nd Edition*. John Wiley & Sons.

# PTIP-II

## Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II

## MODUL VI

### LINE BALANCING

#### 6.1. Tujuan Praktikum

Tujuan yang ingin dicapai pada praktikum modul *Line Balancing* adalah sebagai berikut.

1. Praktikan mampu merancang keseimbangan lintasan produksi/perakitan secara manual maupun menggunakan *software*.
2. Praktikan mampu mengetahui dan menentukan nilai parameter-parameter yang digunakan dalam menganalisis performansi suatu lintasan produksi/perakitan dari setiap metode yang digunakan.
3. Praktikan mampu menganalisis metode yang paling tepat untuk diterapkan dalam usulan perbaikan lintasan produksi di perusahaan.

#### 6.2. Input-Output

*Input-Output* pada praktikum *Line Balancing* dapat dilihat pada Gambar 6.1.

Input	Proses	Output
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Operation Process Chart</i> (Modul Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi)</li> <li>• <i>Assembly Process Chart</i> (Modul Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi)</li> <li>• <i>Precedence Diagram</i> (Modul Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi)</li> <li>• <i>Form Simulasi Perakitan Line Balancing</i></li> <li>• Waktu Baku Setiap Elemen Kerja (Modul Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi)</li> <li>• Data Peramalan (Modul <i>Forecasting</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membentuk stasiun kerja kondisi awal</li> <li>• Menghitung performansi dan <i>smoothness index</i> keseimbangan lintasan kondisi awal</li> <li>• Membentuk stasiun kerja dengan metode heuristik (<i>Ranked Positional Weight</i>, <i>Largest Candidate Rule</i>, <i>Moodie Young</i>, dan <i>J-Wagon</i>)</li> <li>• Menghitung performansi dan <i>smoothness index</i> keseimbangan lintasan metode heuristik (<i>Ranked Positional Weight</i>, <i>Largest Candidate Rule</i>, <i>Moodie Young</i>, dan <i>J-Wagon</i>)</li> <li>• Membentuk stasiun kerja dengan bantuan <i>software</i> POM-QM</li> <li>• Menghitung performansi dan <i>smoothness index</i> keseimbangan lintasan dengan bantuan <i>software</i> POM-QM</li> <li>• Memilih metode terbaik dengan membandingkan performansi setiap metode untuk perancangan lini produksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternatif Lintasan <i>Work Center</i></li> </ul>

Sumber: Laboratorium Sistem Produksi

Gambar 6.1. Sistem *Input-Output* Praktikum *Line Balancing*

### 6.3. Landasan Teori

#### 6.3.1. Definisi *Line Balancing*

*Line balancing* adalah serangkaian stasiun kerja (mesin dan peralatan) yang dipergunakan dalam pembuatan produk. *Line balancing* biasanya terdiri dari sejumlah area kerja yang dinamakan stasiun kerja yang ditangani oleh seorang atau lebih operator dan ada kemungkinan ditangani dengan menggunakan bermacam-macam alat. Dalam praktiknya, *line balancing* tersusun dari area-area kerja yang diatur secara berurutan, memungkinkan material bergerak secara terus-menerus melalui rangkaian proses yang saling terintegrasi dan seimbang. Tujuan dari perencanaan keseimbangan lintasan adalah untuk membagi elemen-elemen kerja ke dalam stasiun kerja sedemikian rupa sehingga waktu menganggur di setiap stasiun dapat ditekan seminimal mungkin. Dengan demikian, pemanfaatan tenaga kerja dan peralatan dapat dioptimalkan secara maksimal.

#### 6.3.2. Istilah-Istilah dalam Keseimbangan Lintasan

Sebelum membahas mengenai operasional dari metode-metode dalam keseimbangan lintasan, perlu dipahami dulu beberapa istilah yang lazim digunakan dalam keseimbangan lintasan.

1. *Precedence Diagram* merupakan gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang bertujuan untuk memudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di dalamnya.
2. Waktu Operasi ( $T_i$ ) merupakan waktu standar untuk menyesuaikan suatu operasi.
3. Waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan untuk membuat satu *unit* produk per satu stasiun.
4. *Station Time* (ST) merupakan jumlah waktu dari elemen kerja yang dilakukan pada stasiun kerja yang sama.
5. *Idle time* merupakan waktu menganggur yang terjadi di setiap stasiun kerja. *Idle time* terjadi jika waktu proses pada stasiun kerja lebih kecil dari waktu siklus.

$$Idle\ Time = n.Sm - \sum_{i=1}^n Si$$

$S_m$  = waktu terbesar dalam stasiun kerja

$S_i$  = waktu setiap stasiun kerja ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$n$  = jumlah stasiun kerja

6. *Balance Delay* merupakan ukuran ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna di antara stasiun-stasiun kerja.

$$D = \frac{n.Sm - \sum_{i=1}^n Si}{n.Sm}$$

$D$  = *balance delay*

7. *Line Efficiency* merupakan rasio dari total waktu di stasiun kerja dibagi dengan waktu terbesar dalam stasiun kerja dikalikan jumlah stasiun kerja.

$$\text{Efisiensi} = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{n.Sm} \times 100\%$$

8. *Smoothness Index (SI)* merupakan suatu indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu.

$$Smoothness\ Index = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Sm-Si)^2}$$

### 6.3.3. Syarat Lintasan

Syarat menentukan lintasan (*work station assignment*) dalam suatu lini produksi adalah sebagai berikut.

1. *Precedence Constraint*

*Precedence constraint* adalah pembatasan pada proses kerja tertentu. *Precedence constraint* dibuat untuk mengetahui urutan proses secara berurutan dan untuk mengetahui *predecessor* dari setiap elemen kerja. Hal ini digambarkan melalui *precedence diagram* untuk memastikan bahwa tidak ada langkah yang dilompati atau dikerjakan sebelum tugas sebelumnya selesai. Hasil akhirnya adalah sebuah daftar lengkap yang menunjukkan hubungan pendahuluan antara komponen-komponen, yang kemudian divisualisasikan dalam bentuk *precedence diagram* (jaringan urutan perakitan).

## 2. *Zoning Constraint*

Selain *precedence constraint*, pengalokasian dari elemen-elemen kerja pada stasiun kerja juga dibatasi oleh *zoning constraint* dengan menghalangi atau mengharuskan pengelompokan elemen kerja tertentu pada stasiun tertentu. *Zoning constraint* negatif menghalangi pengelompokan elemen kerja pada stasiun serupa. Misalnya operasi 1 mempunyai sifat antagonis dengan operasi 2 karena bisa menyebabkan percikan api. Kedua operasi tidak dapat disatukan walaupun dari segi makna dapat disatukan. Sebaliknya, *zoning constraint* positif menghendaki pengelompokan elemen-elemen kerja pada satu stasiun yang sama dengan alasan misalnya kesamaan penggunaan peralatan dan peralatan itu mahal.

### 6.3.4. Langkah-Langkah dalam *Line Balancing*

Langkah-langkah yang perlu diketahui dalam melakukan penyeimbangan lini produksi adalah sebagai berikut.

1. Menentukan hubungan antara pekerjaan-pekerjaan dalam suatu lini produksi dan hubungan keterkaitan antar pekerjaan tersebut yang digambarkan dalam *precedence diagram*.
2. Menentukan waktu siklus yang dibutuhkan setiap stasiun kerja dengan rumus:

$$\text{Kapasitas Produksi} = \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Jumlah Hari Kerja} \times \text{Jumlah Jam Kerja} \times \text{Jumlah Shift Kerja}}$$

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

3. Menentukan jumlah stasiun kerja minimum yang dibutuhkan untuk memenuhi pembatas waktu siklus dengan rumus:

$$\text{Jumlah Stasiun Kerja Minimum} = \frac{\text{Jumlah Waktu Produksi}}{\text{Waktu Siklus}}$$

4. Memilih metode untuk melakukan penyeimbangan lini produksi.
5. Menghitung performansi berupa *balance delay*, efisiensi, dan *idle time* dari setiap metode yang digunakan.
6. Menghitung *smoothness index* dari setiap metode yang digunakan.

### 6.3.5. Pendekatan *Line Balancing*

Secara garis besar *line balancing* terbagi atas tiga pendekatan atau metode, yaitu:

1. Metode Analitis

Metode analitis merupakan metode dengan proses pemecahan masalah dilakukan dengan pengelompokan operasi-operasi perakitan ke dalam sejumlah kombinasi-kombinasi yang menjadi tugas untuk setiap stasiun kerja, kemudian mencari alternatif yang terbaik untuk menyusun kombinasi-kombinasi ini menjadi urutan tugas sepanjang lintasan perakitan tersebut. Metode ini memecahkan persoalan *line balancing* dengan menggunakan riset operasi, seperti program linier, program dinamis, dan program integer.

2. Metode Heuristik

Metode heuristik pertama kali digunakan oleh Simon dan Newell untuk menggambarkan pendekatan tertentu untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan. Metode heuristik adalah metode yang berdasarkan pada pengalaman, intuisi, atau aturan-aturan empiris untuk memperoleh solusi yang lebih baik daripada solusi yang telah dicapai sebelumnya. Metode heuristik terbagi lima, yaitu:

- a. *Region Approach* atau *Kilbridge-Wester*

Metode ini memecah *precedence diagram* menjadi beberapa wilayah secara vertikal dan menghindari keberadaan dua operasi berurutan dalam setiap wilayah. Prinsip dasar metode ini adalah memberikan prioritas pada operasi yang bertanggung jawab pada tahap awal produksi. Langkah-langkah pada metode ini adalah sebagai berikut.

- 1) Bagi *precedence diagram* yang ada ke dalam beberapa wilayah (*region*).
- 2) Pembagian wilayah ini dilakukan secara vertikal, di mana setiap wilayah tidak boleh ada dua operasi yang saling berhubungan.
- 3) Operasi yang tidak memiliki operasi pendahulu (*predecessor*) diletakkan pada wilayah yang pertama/lebih awal.

- 4) Alokasikan operasi yang terletak pada wilayah yang paling awal kepada stasiun yang lebih awal dengan memperhatikan *precedence diagram*.
- 5) Setiap operasi yang berada pada wilayah yang sama mempunyai hak yang sama untuk dialokasikan kepada stasiun yang ada, oleh karena itu bisa dipilih operasi mana saja yang akan dialokasikan ke dalam stasiun yang ada.
- 6) Jika kita akan mengalokasikan operasi yang ada pada wilayah berikutnya, maka seluruh operasi yang ada pada wilayah sebelumnya harus sudah dialokasikan semuanya.
- 7) Alokasikan seluruh operasi kepada seluruh stasiun yang ada. Pengalokasian operasi kepada salah satu stasiun, total waktu prosesnya tidak boleh melebihi CT (*cycle time*) yang telah ditentukan.
- b. *Ranked Positional Weight* atau *Helgeson-Birnie*
- Metode ini merupakan teknik melakukan penyeimbangan lintasan produksi dengan menggunakan bobot posisi pada setiap tugas yang harus ditempatkan pada semua posisi. Metode ini bertujuan untuk mencapai efisiensi produksi yang optimal dengan mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan untuk setiap tugas dalam proses produksi. Langkah-langkah dalam metode ini adalah sebagai berikut.
- 1) Buat *precedence diagram* untuk setiap proses.
  - 2) Tentukan bobot posisi untuk masing-masing elemen kerja yang berkaitan dengan waktu operasi untuk waktu penggerjaan yang terpanjang dari mulai operasi permulaan hingga sisa operasi sesudahnya.
  - 3) Membuat *ranking* setiap elemen penggerjaan berdasarkan bobot posisi di langkah 2. Penggerjaan yang mempunyai bobot terbesar diletakkan pada *ranking* pertama.
  - 4) Tentukan waktu siklus atau *cycle time* (CT).
  - 5) Pilih elemen operasi dengan bobot tertinggi, alokasikan ke suatu stasiun kerja. Bila alokasi suatu elemen operasi membuat waktu

stasiun  $>$  CT, maka sisa waktu ini (CT-ST) dipenuhi dengan alokasi elemen operasi dengan bobot paling besar dan penambahannya tidak membuat ST  $>$  CT.

- 6) Jika elemen operasi yang jika dialokasikan untuk membuat ST  $<$  CT sudah tidak ada, kembali ke langkah 5.
- c. *Moodie Young*

Metode ini menggunakan dua fase analisis. Fase satu adalah membuat pengelompokan stasiun kerja. Pada fase satu dibuat *precedence diagram* untuk matriks P dan matriks F yang menggambarkan elemen kerja pendahulu dan elemen kerja yang mengikuti. Fase dua dilakukan untuk mendistribusikan waktu menganggur (*idle*) secara merata untuk setiap stasiun hasil dari fase satu. Langkah-langkah dalam metode ini adalah sebagai berikut.

- 1) Buat *precedence diagram* atau jaringan kerja dari peta proses produk.
- 2) Hitung waktu siklus.
- 3) Hitung jumlah *work station* minimum.
- 4) Buat matriks P dan matriks F berdasarkan *precedence diagram*.
- 5) Alokasi elemen kerja yang disusun berdasarkan matriks P dan matriks F tanpa melanggar *precedence diagram*, dimulai dari elemen kerja yang memiliki matriks P=0.
- 6) Jika ada dua atau lebih elemen kerja yang memungkinkan untuk dialokasikan, pilih elemen kerja yang memiliki waktu terbesar.
- 7) Apabila total operasi lebih besar dari waktu siklus, bebankan operasi ke dalam *work station* berikutnya.
- 8) Identifikasi *work station* yang memiliki waktu terbesar dan terkecil.
- 9) Perhitungan *GOAL* dengan pembagian dua hasil pengurangan waktu stasiun terbesar dan terkecil.
- 10) Menentukan elemen kerja yang terdapat pada *work station* terbesar yang memiliki nilai waktu lebih kecil dari nilai *GOAL*.

- 11) Pemindahan elemen kerja yang memiliki nilai waktu lebih kecil dari *GOAL* pada *work station* terbesar ke *work station* terkecil dengan batasan tidak melanggar *precedence diagram*.
- 12) Ulangi proses pemindahan elemen kerja hingga tidak ada elemen kerja yang dapat dipindah.

d. *Largest Candidate Rule*

Metode ini melakukan pendekatan penyeimbangan lini produksi berdasarkan waktu operasi terpanjang akan diprioritaskan penempatannya dalam stasiun kerja. Prinsip dasarnya adalah menggabungkan proses-proses atas dasar pengurutan operasi dari waktu proses terbesar, serta menyesuaikan pada jalur produksi. Langkah-langkah dalam metode ini adalah sebagai berikut.

- 1) Urutkan *ranking* elemen kerja berdasarkan waktu proses terlama/terbesar.
- 2) Alokasikan elemen kerja ke stasiun kerja berdasarkan *precedence diagram* dengan kriteria sebagai berikut.
  - a) Pilih elemen kerja dengan *ranking* tertinggi (waktu terbesar) yang belum dialokasikan dan *precedence*-nya sudah terpenuhi (tugas pendahulunya sudah selesai).
  - b) Tempatkan elemen kerja tersebut ke stasiun kerja paling awal yang memungkinkan.
- 3) Alokasikan seluruh elemen kerja ke stasiun kerja, dengan total waktu proses setiap stasiun kerja tidak melebihi waktu siklus yang telah ditentukan.

e. *J-Wagon*

Metode ini merupakan metode yang mengutamakan elemen kerja pada stasiun kerja dengan jumlah terbanyak. Elemen kerja ini akan diprioritaskan terlebih dahulu untuk dilakukan penempatan dalam perencanaan stasiun kerja dan selanjutnya diikuti oleh elemen kerja lain yang memiliki jumlah lebih sedikit. Cara pengelompokan dilakukan seperti metode *Helgeson-Birnie* namun memiliki perbedaan yaitu pada

penentuan bobot yang dihitung merupakan jumlah operasi bukan waktu dari kegiatan operasi. Langkah-langkah dalam metode ini adalah sebagai berikut.

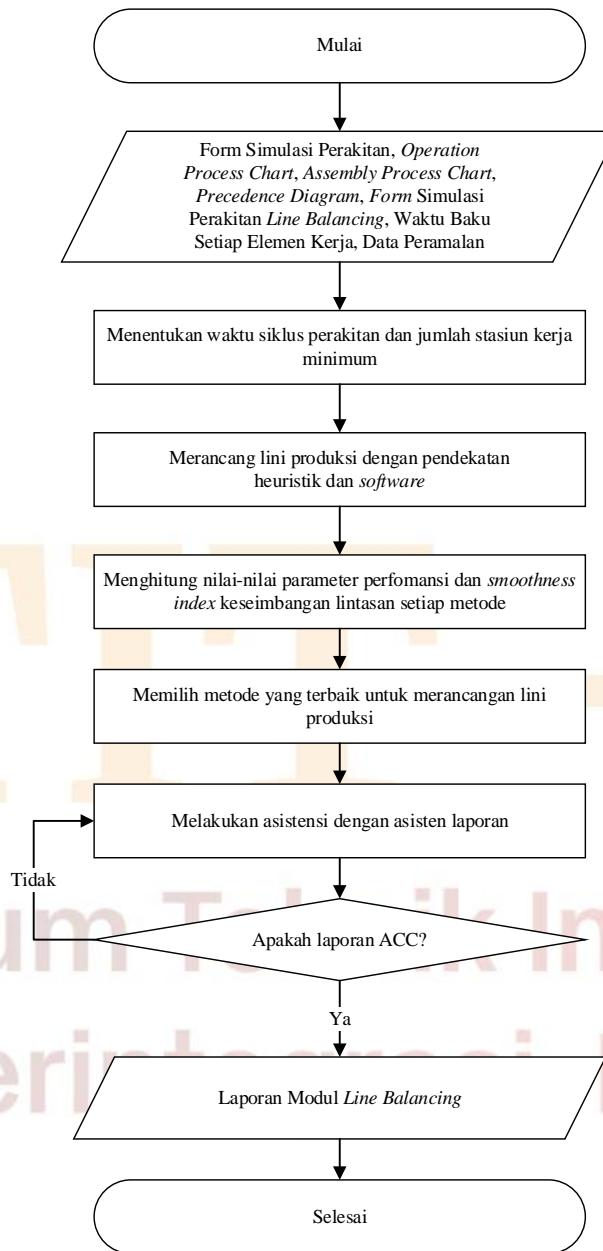
- 1) Tentukan bobot posisi untuk setiap elemen kerja pada proses produksi.
- 2) Urutkan elemen kerja berdasarkan bobot posisi dari yang tertinggi ke yang terendah.
- 3) Susun elemen kerja sehingga elemen dengan bobot posisi tertinggi berada di bagian atas daftar.
- 4) Setelah elemen kerja diurutkan, langkah selanjutnya adalah menempatkan elemen-elemen tersebut ke dalam stasiun kerja secara berurutan, dengan ketentuan bahwa total waktu pada setiap stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus yang telah ditentukan, dan elemen kerja hanya boleh ditempatkan jika seluruh elemen pendahulunya sudah diselesaikan.
- 5) Apabila total waktu kerja dalam suatu stasiun melebihi waktu siklus, maka elemen kerja terakhir pada stasiun tersebut harus dipindahkan ke stasiun berikutnya agar keseimbangan lintasan tetap terjaga.

### 3. Metode Simulasi

Metode simulasi merupakan metode yang meniru tingkah laku sistem dengan mempelajari interaksi komponen-komponennya karena tidak memerlukan fungsi-fungsi matematis secara eksplisit untuk merelasikan variabel-variabel sistem.

## 6.4. Metode Praktikum

Metode praktikum *Line Balancing* dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Sumber: Laboratorium Sistem Produksi

**Gambar 6.2. Tahapan Praktikum Line Balancing**

### 6.5. Tugas Pendahuluan

Tugas pendahuluan modul *Line Balancing* adalah sebagai berikut.

1. Perusahaan LSP akan melakukan produksi alat transportasi berupa sepeda. Pada 1 *unit* sepeda dibutuhkan 1 *set* kerangka utama, 1 *set* dudukan, dan 8 mur. *Set* kerangka utama terdiri dari 1 *set* *body* bawah dan 1 *handle bars*. *Set body*

bawah terdiri dari 2 roda dan 1 *frame*. Roda terdiri dari 24 jari-jari dan 1 pelak ban. *Set* dudukan terdiri dari 1 *set body* atas dan 1 bantalan kursi. Buatlah struktur produk dari sepeda tersebut.

- Diketahui waktu siklus 4X menit, *rating factor* Y, dan *allowance* Z%, serta data elemen kerja sebagai berikut.

**Tabel 6.1. Data Elemen Kerja**

Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Elemen Kerja Sebelum	Elemen Kerja Sesudah
A	10	-	B, D, F, J, L, N
B	9	A	C
C	12	B	E
D	10	A	E
E	8	C, D	I
F	7	A	G
G	9	F	H
H	11	G	I
I	8	E, H	K
J	14	A	K
K	11	I, J	M
L	8	A	M
M	9	K, L	P
N	7	A	O
O	7	N	P
P	10	M, O	-
<b>Jumlah</b>	<b>150</b>		

Sumber: Pengumpulan Data

Lakukanlah pengelompokan elemen kerja menggunakan metode *Moodie Young*, *Ranked Positional Weight* (NIM Ganjil), dan *Largest Candidate Rule* (NIM Genap) serta hitunglah performansi berupa *balance delay*, efisiensi, dan *idle time* serta *smoothness index* dari masing-masing metode tersebut.

Catatan:

Ketentuan angka X, Y, dan Z akan diumumkan pada pemberian tugas pendahuluan gelombang masing-masing.

## 6.6. Sistematika Laporan

Sistematika laporan modul *Line Balancing* adalah sebagai berikut.

### BAB I PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang
- 1.2. Tujuan Praktikum
- 1.3. Landasan Teori (minimal 10 halaman)

### BAB II PENGUMPULAN DATA

- 2.1. *Operation Process Chart*
- 2.2. *Assembly Process Chart*
- 2.3. Data Peramalan
- 2.4. Data Waktu Elemen Kerja
  - 2.4.1. Penentuan *Rating Factor*
  - 2.4.2. Data *Allowance*
  - 2.4.3. Data Waktu Baku Elemen Kerja
- 2.5. *Precedence Diagram*

### BAB III PENGOLAHAN DATA

- 3.1. Penentuan Waktu Siklus *Work Center*
- 3.2. Penentuan Jumlah Stasiun Kerja Minimum
- 3.3. Penentuan *Work Center* Manual
  - 3.3.1. Syarat Lintasan
    - 3.3.1.1. *Precedence Constraint*
    - 3.3.1.2. *Zoning Constraint*
  - 3.3.2. Metode *Line Balancing*
    - 3.3.2.1. Kondisi Awal dengan Metode *Region Approach*
      - 3.3.2.1.1. Pembagian Stasiun Kerja berdasarkan *Precedence Diagram*
      - 3.3.2.1.2. Pembentukan Stasiun Kerja Kondisi Awal
    - 3.3.2.2. Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)\*

- 3.3.2.2.1. Matriks *Precedence*
- 3.3.2.2.2. Penentuan *Ranking* untuk Setiap Elemen Kerja
- 3.3.2.2.3. Pembentukan Stasiun Kerja dengan Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)
- 3.3.2.3. Metode *Moodie-Young*\*

  - 3.3.2.3.1. Fase 1
  - 3.3.2.3.2. Fase 2

- 3.3.2.4. Metode *Largest Candidate Rule* (LCR)\*

  - 3.3.2.4.1. Matriks *Predecessor*
  - 3.3.2.4.2. Pengurutan Elemen Kerja berdasarkan Waktu Baku Terbesar
  - 3.3.2.4.3. Pembentukan Stasiun Kerja dengan Metode *Largest Candidate Rule* (LCR)

- 3.3.2.5. Metode *J-Wagon*\*

  - 3.3.2.5.1. Matriks *Precedence*
  - 3.3.2.5.2. Penentuan *Ranking* untuk Setiap Elemen Kerja
  - 3.3.2.5.3. Pembentukan Stasiun Kerja dengan Metode *J-Wagon*

- 3.4. Penentuan *Work Center* dengan *Software*
- 3.5. Pendekatan untuk Memperbaiki *Line Balancing*

## BAB IV ANALISIS DAN EVALUASI

- 4.1. Analisis
  - 4.1.1. Analisis Kondisi Awal
  - 4.1.2. Analisis Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)/*Moodie-Young*/*Largest Candidate Rule* (LCR)/*J-Wagon*\*

- 4.1.3. Analisis Penentuan *Work Center* dengan *Software*
- 4.1.4. Analisis Pendekatan untuk Memperbaiki *Line Balancing*
- 4.2. Evaluasi
  - 4.2.1. Evaluasi Kondisi Awal
  - 4.2.2. Evaluasi Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)/*Moodie-Young/Largest Candidate Rule* (LCR)/*J-Wagon*\*
  - 4.2.3. Evaluasi Penentuan *Work Center* dengan *Software*
  - 4.2.4. Evaluasi Pendekatan untuk Memperbaiki *Line Balancing*

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

- 5.1. Kesimpulan
- 5.2. Saran

## DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

- *Operation Process Chart* (OPC)
- *Assembly Process Chart* (APC)
- *Precedence Diagram* (PD)
- *Form Simulasi Perakitan Line Balancing*
- *Tabel Rating Factor*
- *Tabel Allowance*
- *Form Responsi Dosen*
- *Form Asistensi Laporan*

Catatan: Pembagian metode dilakukan saat praktikum.

### Referensi

Alfadhlani, dkk. 2019. *Automatic Precedence Constraint Generation for Assembly Sequence Planning Using a Three-Dimensional Solid Model*. International Journal of Technology.

- Baroto, T. 2002. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Penerbit Ghalia Indonesia.
- Baroto, T. 2006. *Simulasi Perbandingan Algoritma Region Approach, Positional Weight, dan Moodie Young dalam Efisiensi dan Keseimbangan Lini Produksi*. GAMMA.
- Fitri, Meldia., dkk. 2023. *Optimalisasi Line Balancing Menggunakan Metode Ranked Positional Weight, Moodie Young, dan J-Wagon*. Jurnal Teknologia.
- Ginting, R. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ginting, R. 2012. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Gozali, L., dkk. 2015. *Penentuan Jumlah Tenaga Kerja dengan Metode Keseimbangan Lini pada Divisi Plastic Painting PT. XYZ*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri.
- Poncotoyo, Wahyu., dkk. 2022. *Penerapan Metode Line Balancing dengan Pendekatan Ranked Position Weight, Regional Approach, dan Largest Candidate Rules*. Jurnal Sistem Transportasi & Logistik.
- Setyawan, D. P., dkk. 2021. *Analisa Line Balancing Menggunakan Metode Moodie Young dan Ranked Positional Weight di CV. XYZ*. Juminten: Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi.
- Sinulingga, Sukaria. 2008. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sinulingga, Sukaria. 2017. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Medan: USU Press.
- Sugianto, M. F. dan Rusindiyanto. 2025. *Line Balancing Analysis with Ranked Positional Weight (RPW) and Region Approach (RA) Methods on The Production Line at PT. Vitapharm Surabaya*. Electronic Journal of Education, Social Economics and Technology.

## MODUL VII

### ***PRODUCTION PLANNING AND CONTROL***

#### **7.1. Tujuan Praktikum**

Tujuan yang ingin dicapai pada praktikum modul *Production Planning and Control* adalah sebagai berikut.

1. Praktikan mampu memahami struktur produk dan *bill of material* sesuai dengan kerangka perencanaan dan pengendalian produksi.
2. Praktikan mampu melakukan perencanaan jangka panjang sesuai dengan kerangka perencanaan dan pengendalian produksi.
3. Praktikan mampu melakukan perencanaan jangka menengah sesuai dengan kerangka perencanaan dan pengendalian produksi.
4. Praktikan mampu melakukan perencanaan jangka pendek sesuai dengan kerangka perencanaan dan pengendalian produksi.

#### **7.2. Input-Output**

*Input-Output* pada praktikum *Production Planning and Control* dapat dilihat pada Gambar 7.1.

<b>Input</b>	<b>Proses</b>	<b>Output</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil Peramalan Permintaan (Modul <i>Forecasting</i>)</li> <li>• Parameter Perencanaan Produksi</li> <li>• Waktu Baku Tiap <i>Work Center</i> (Modul <i>Line Balancing</i>)</li> <li>• Struktur Produk (Modul Menggambar Produk dan Perencanaan Proses)</li> <li>• <i>Bill of Material</i> (Modul Menggambar Produk dan Perencanaan Proses)</li> <li>• <i>Precedence Diagram</i> (Modul Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi)</li> <li>• <i>Item Master Record</i></li> <li>• Data Rute Operasi</li> <li>• <i>Work Center Master File</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan perencanaan jangka panjang, yaitu RRP, Aggregate Planning, dan Disagregasi</li> <li>• Melakukan perencanaan jangka menengah, yaitu MPS dan RCCP</li> <li>• Melakukan perencanaan jangka pendek, yaitu MRP, CRP, dan PAC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rencana Kapasitas Produksi</li> <li>• <i>Master Production Schedule</i></li> <li>• <i>Order Release</i></li> <li>• <i>Production Report</i></li> </ul>

Sumber: Laboratorium Sistem Produksi

**Gambar 7.1. Sistem Input-Output Praktikum *Production Planning and Control***

### 7.3. Landasan Teori

#### 7.3.1. Perencanaan dan Pengendalian Produksi

Perencanaan dan Pengendalian Produksi (*Production Planning and Control*) merupakan proses untuk merencanakan dan mengendalikan aliran material yang masuk, mengalir, dan keluar dari sistem produksi sehingga permintaan pasar dapat dipenuhi dengan jumlah yang sesuai, waktu penyerahan yang tepat, dan biaya produksi yang minimum.

*The American Production and Inventory Society* mendefinisikan perencanaan produksi dan pengendalian produksi sebagai berikut.

1. Perencanaan produksi adalah suatu kegiatan yang berkenaan dengan penentuan apa yang harus diproduksi, berapa banyak diproduksi, dan apa sumber daya yang dibutuhkan untuk mendapatkan produk yang telah ditetapkan.
2. Pengendalian produksi adalah fungsi yang mengarahkan atau mengatur pergerakan material (bahan, *part/komponen/subassembly*, dan produk) melalui seluruh siklus *manufacturing*, mulai dari permintaan bahan baku sampai pada pengiriman produk akhir pada pelanggan.

Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah untuk merencanakan dasar-dasar dari proses produksi dan aliran bahan sehingga menghasilkan produk yang dibutuhkan pada waktunya dengan biaya seminimum mungkin, serta mengatur dan menganalisis perorganisasian dan pengkoordinasian bahan-bahan, mesin-mesin, peralatan, tenaga manusia, dan tindakan-tindakan lain yang dibutuhkan.

#### 7.3.2. Penentuan Biaya Tenaga Kerja

Pada penentuan biaya tenaga kerja akan dilakukan perhitungan jumlah tenaga kerja terlebih dahulu. Adapun langkah-langkah dalam penentuan tenaga kerja adalah sebagai berikut.

1. Menentukan Jam Kerja Efektif (JKE) per tahun

$$\text{JKE} = \text{Jumlah Jam Kerja/Hari} \times (1 - \text{Tingkat Absensi}) \times \text{Jumlah Hari Kerja/Tahun}$$

## 2. Menentukan Waktu Produksi

$$\text{Waktu Produksi} = \text{Waktu Baku} \times (\text{Jumlah Produksi Selama Setahun} + (\text{Persediaan Akhir} - \text{Persediaan Awal}))$$

## 3. Menentukan Jumlah Tenaga Kerja yang Dibutuhkan

$$\text{Jumlah Tenaga Kerja} = \frac{\text{Waktu Produksi}}{\text{Waktu Kerja}}$$

Rincian-rincian dalam menghitung biaya tenaga kerja adalah sebagai berikut.

### 1. Penentuan Waktu Baku

$$\text{Penentuan Waktu Baku} = \text{Waktu Siklus Terbesar}$$

### 2. Biaya *Regular Time* (RT)

$$\text{Biaya Regular Time} = \frac{\text{Biaya Produksi RT} \times \text{Waktu Baku} \times \text{Jumlah Pekerja}}{\text{Jumlah Jam Kerja per Hari}}$$

### 3. Biaya *Overtime* (OT)

$$\text{Biaya Overtime} = \frac{\text{Biaya Produksi OT} \times \text{Waktu Baku} \times \text{Jumlah Pekerja}}{\text{Kapasitas OT per Hari Kerja}}$$

### 4. Biaya Subkontrak

### 7.3.3. *Resource Requirement Planning (RRP)*

*Resource Requirement Planning (RRP)* berfungsi untuk merencanakan kebutuhan sumber daya produktif, termasuk mesin/peralatan, pekerja, dana, berdasarkan rencana produksi. Secara khusus, RRP berfungsi untuk menghitung kebutuhan setiap sumber daya berdasarkan periode, mengacu pada profil beban produk, produksi yang direncanakan berdasarkan bulan. Dengan menggunakan perencanaan kebutuhan sumber daya ini, rencana produksi, rencana kapasitas, dan rencana keuangan dapat ditinjau. Penentuan kapasitas produksi dilakukan dengan penjumlahan kapasitas *regular time*, *overtime*, dan subkontrak untuk setiap periode. Penentuan kapasitas produksi per periode dapat dilihat dibawah ini.

$$\text{Regular Time Capacity} = \frac{\text{Jumlah Hari Kerja} \times \text{Jumlah Jam Kerja Efektif}}{\text{Waktu Standar}}$$

$$Overtime Capacity = \frac{\text{Jumlah Hari Kerja} \times \text{Jumlah Jam Lembur}}{\text{Waktu Standar}}$$

### 7.3.4. Aggregate Planning

Perencanaan Agregat (*Aggregate Planning*) adalah salah satu cara dalam melakukan penjadwalan untuk dapat meminimalisasi biaya produksi dan merupakan kegiatan yang mampu menyesuaikan sumber daya dalam memenuhi permintaan dalam periode perencanaan (3 sampai 18 bulan) ke depan dan disesuaikan dengan kapasitas produksi perusahaan.

Tujuan Perencanaan Agregat adalah untuk mengembangkan suatu rencana produksi secara menyeluruh dan optimal. Menyeluruh berarti dapat memenuhi permintaan pasar sesuai dengan kapasitas yang ada, sedangkan optimal yaitu menggunakan sumber daya sebijaksana mungkin dengan biaya serendah mungkin.

### 7.3.5. Disagregasi

Disagregasi merupakan model untuk mendapatkan perencanaan produksi pada setiap jenis produk, dalam tiap-tiap grup produk berdasarkan rencana agregat. Rencana agregat harus didisagregatkan ke dalam jumlah produk untuk masing-masing jenis produk atau *item* produk untuk menghasilkan jadwal induk produksi (MPS). Disagregasi merupakan proses penyamaan (generalisasi) dari satuan agregat ke dalam satuan *end item* berdasarkan faktor konversi. Tujuan proses disagregasi ini adalah untuk menyusun JIP setelah diketahui jadwal produksi agregatnya.

Perencanaan disagregat memiliki beberapa metode perencanaan. Berikut ini adalah penjelasan metode perencanaan disagregat yang terdiri dari beberapa bagian yaitu:

#### 1. Metode *Cut & Fit* (Persentase)

Umumnya perusahaan mencoba berbagai variasi alokasi kapasitas dalam suatu grup sampai tercapai suatu kombinasi yang memuaskan.

## 2. Metode Hax & Bitran

Metode ini terdiri dari beberapa langkah, yaitu:

- a. Menentukan famili yang perlu diproduksi
- b. Disagregasi famili
- c. Disagregasi *item*
- d. Menentukan status *inventory* akhir tiap produk

### 7.3.6. *Master Production Schedule (MPS)*

*Master Production Schedule (MPS)* merupakan satu set perencanaan yang menggambarkan berapa jumlah yang akan dibuat untuk setiap *end item* pada *planning* periode tertentu. Adapun proses pembuatan jadwal induk produksi dengan format sebagai berikut.

1. Nama dan Nomor *Item*
2. Periode
3. Ramalan Kebutuhan
4. Pesanan Konsumen (*Customer Order/Actual Order*)
5. Proyeksi Persediaan (*On Hand*) atau *Projected Available Balance*
6. Jumlah yang Bisa Dijanjikan (*Available Promise*)
7. Jadwal Produksi (*Master Schedule*)

### 7.3.7. *Rough-Cut Capacity Planning (RCCP)*

*Rough-Cut Capacity Planning (RCCP)* adalah suatu proses analisis dan evaluasi kapasitas dari fasilitas produksi yang tersedia di lantai pabrik agar sesuai atau dapat mendukung jadwal induk produksi yang akan disusun. RCCP masih bersifat makro karena kebutuhan kapasitas tidak memperhitungkan jumlah persediaan produk dan *work-in-progress* yang sudah ada. Analisis dan evaluasi kebutuhan kapasitas juga hanya didasarkan pada stasiun kerja kritis (*bottleneck work center*).

*Rough-Cut Capacity Planning* dapat didefinisikan sebagai proses konversi dari rencana produksi dan/atau MPS ke dalam kebutuhan kapasitas yang berkaitan dengan sumber-sumber daya kritis. RCCP digunakan untuk menguji kelayakan

kapasitas dari suatu rencana jadwal induk produksi (MPS) sebelum MPS ditetapkan. Validasi pada RCCP dikatakan layak apabila kapasitas yang dibutuhkan semuanya dapat dipenuhi oleh kapasitas tersedia. Pada dasarnya, terdapat empat langkah yang diperlukan untuk melaksanakan RCCP, yaitu:

1. Memperoleh informasi tentang rencana produksi dari MPS
2. Memperoleh informasi tentang struktur produk dan waktu tunggu (*lead time*)
3. Menentukan *bill of resource*
4. Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan RCCP

Perhitungan kapasitas yang dibutuhkan (*capacity requirement*) adalah sebagai berikut.

$$\text{Capacity Requirement} = \sum_{k=1}^n a_k b_k \text{ untuk semua } i j$$

Keterangan:

$a_{ik}$  = waktu baku penggerjaan produk k pada stasiun kerja i

$b_{ik}$  = jumlah produk k yang akan dijadwalkan pada periode j

### 7.3.8. Material Requirement Planning (MRP)

Teknik Perencanaan Kebutuhan Material (*Material Requirement Planning*) digunakan untuk perencanaan dan pengendalian *item* barang (komponen) yang tergantung pada *item-item* tingkat (*level*) yang lebih tinggi. Tujuan dari MRP adalah untuk menentukan persyaratan dan jadwal untuk produksi komponen dan perakitan atau pembelian bahan untuk memenuhi kebutuhan yang sebelumnya diidentifikasi oleh MPS. MRP menggunakan MPS untuk memproyeksi kebutuhan akan jenis-jenis komponen (*component parts*). Kebutuhan ini akan dipengaruhi oleh tingkat kesediaan di tangan (*on hand inventory*) dan jadwal penerimaan (*scheduled receipts*) berdasarkan tahap waktu (*time phased*) sehingga lot-lot produksi dapat dijadwalkan untuk produksi atau diterima pada saat kebutuhan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada MRP yaitu *netting*, *lotting*, *offsetting*, dan *exploding*.

*Lot sizing* adalah proses menentukan ukuran pesanan. Berdasarkan pengambilan keputusan persediaan berdasarkan kuantitas (*quantity decision*), *lot sizing* dibagi menjadi dua, yang dikelompokkan berdasarkan karakteristik sifat *lot sizing* yang diinginkan, yaitu statis (*static lot sizing models*) dan dinamis (*dynamic lot sizing models*). Pengelompokan tersebut dapat dibagi sebagai berikut.

### 1. *Static Lot Sizing Models* (SLS)

SLS atau model ukuran pemesanan statis digunakan untuk permintaan yang tetap selama periode waktu yang direncanakan. Beberapa metode yang termasuk ke dalam SLS, yaitu:

- a. *Fixed Order Quantity* (FOQ)
- b. *Economic Order Quantity* (EOQ)
- c. *Economic Production Quantity* (EPQ)
- d. *Resource Constraints*

### 2. *Dynamic Lot Sizing Models* (DLS)

DLS atau model ukuran pemesanan dinamis merupakan model yang digunakan untuk permintaan yang berubah-ubah selama rentang waktu periode perencanaan persediaan. Dalam hal ini, diasumsikan permintaan diketahui dengan pasti, yang kadang disebut *lumpy demand*. DLS dibagi ke dalam tiga kelompok berdasarkan cara penyelesaiannya, yaitu *simple*, *heuristic*, dan *optimum*.

Metode *simple* merupakan metode yang tidak didasarkan langsung pada optimasi fungsi biaya. Metode yang termasuk ke dalam kelompok *simple*, yaitu:

- a. *Period Order Quantity* (POQ)
- b. *Fixed Period Demand* (FPD)
- c. *Lot For Lot* (LFL)

Metode *heuristic* merupakan metode yang digunakan untuk mencapai solusi biaya terendah, tetapi tidak harus optimal. Metode yang termasuk ke dalam kelompok *heuristic*, yaitu:

- a. *Least Unit Cost* (LUC)
- b. *Part Period Balancing* (PPB)

- c. *Least Total Cost* (LTC)
- d. *Silver Meal* (SM)

Metode *optimum* merupakan metode yang memiliki tujuan yang sama dengan metode *heuristic*, yaitu mencapai solusi biaya yang terendah, tetapi dalam metode ini juga dihasilkan kuantitas pemesanan yang optimum. Metode yang termasuk ke dalam kelompok *optimum* adalah Algoritma *Wagner Within* (AWW). Algoritma *Wagner Within* merupakan prosedur optimalisasi berdasarkan oleh program dinamis.

#### 7.3.9. Capacity Requirement Planning (CRP)

*Capacity Requirement Planning* (CRP) merupakan metode untuk merencanakan kebutuhan kapasitas produksi, yang merupakan fungsi untuk menentukan, mengukur, dan menyesuaikan tingkat kapasitas atau proses untuk menentukan jumlah tenaga kerja dan sumber daya mesin yang diperlukan untuk melaksanakan produksi. CRP memverifikasi ketersediaan kecukupan kapasitas selama rentang perencanaan. Teknik CRP dibedakan atas beberapa cara, yaitu:

##### 1. Capacity Planning Factors (CPF)

*Capacity Planning Factors* adalah unit konversi yang digunakan untuk mengkonversikan rencana *output* stasiun kerja ke dalam jumlah unit kapasitas yang dibutuhkan untuk memproduksi jumlah *output* tertentu.

##### 2. Bill of Capacity (BoC)

*Bill of Capacity* menyatakan besarnya kapasitas stasiun kerja yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk.

##### 3. Time-Phased Bill of Capacity (TPBoC)

*Time-Phased Bill of Capacity* menyatakan kebutuhan kapasitas berdasarkan *backward scheduling* terhadap jadwal induk produksi dengan menggunakan waktu ancang-ancang standar.

##### 4. Time-Phased Capacity Requirements (TPCRP)

*Time-Phased Capacity Requirements* menyatakan kebutuhan kapasitas setiap stasiun kerja berdasarkan proses *backward scheduling*, tetapi tidak menggunakan *bill of capacity*.

### 7.3.10. Production Activity Control (PAC)

*Production Activity Control* (PAC) merupakan serangkaian kegiatan yang meliputi pemberian perintah-perintah kerja di lantai pabrik berdasarkan jadwal kebutuhan bahan, menyusun *production time-table* (jadwal mulai dan selesai setiap *order* yang akan dikerjakan), penjadwalan operasi dan penentuan urutan operasi pada setiap stasiun kerja, penentuan rincian beban kerja setiap stasiun kerja, penjadwalan ulang operasi yang mengalami keterlambatan, dan pembuatan laporan operasional yang berisikan *output* yang dicapai, progres, dan masalah yang dihadapi (*order-order* yang terlambat selesai, jumlah dan jenis *part* yang cacat pada setiap stasiun kerja) di lantai pabrik, dan lain-lain. Rincian dari masing-masing kegiatan di dalam PAC adalah sebagai berikut.

#### 1. Penjadwalan Operasi (*Operation Scheduling*)

Penjadwalan operasi merupakan kegiatan pengalokasian dan penentuan *order-order* yang telah siap untuk dilakukan penggeraannya pada masing-masing stasiun kerja jika periode dalam *job order* telah tiba. Penjadwalan operasi didasarkan pada *starting time* dan *due date* dari masing-masing *part/komponen/subassembly* yang diperoleh melalui pelepasan order (*order release*).

#### 2. Pemilihan *Order* dan Penentuan Urutan Operasi (*Dispatching*)

*Dispatching* berkenaan dengan pemilihan (*selecting*) dan penentuan urutan dari *order/job* yang akan diproses pada suatu stasiun kerja. Kegiatan *dispatching* bertujuan untuk mempersingkat waktu ancang-ancang dengan membagi setiap *order/job* ke dalam *batch* dengan ukuran yang lebih kecil.

#### 3. Pengumpulan Data di Lantai Pabrik (*Data Collecting*)

#### 4. Tindakan Koreksi (*Expediting*)

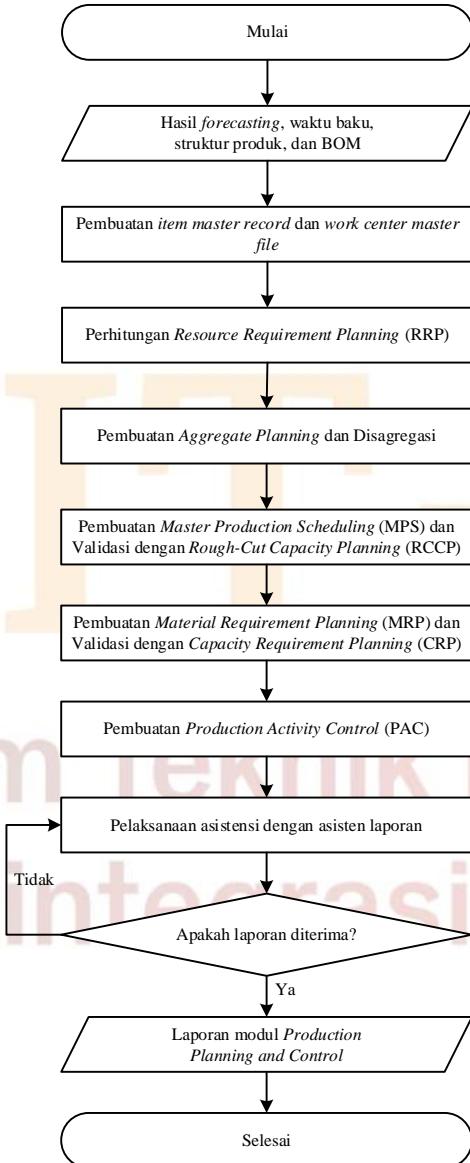
*Expediting* merupakan kegiatan yang berhubungan dengan penjadwalan ulang seluruh *order/job* yang jadwalnya telah kedaluwarsa.

#### 5. Pelaporan Kegiatan (*Production Reporting*)

*Production reporting* berupa penyusunan laporan operasional setiap *order/job* guna kepentingan evaluasi dan perbaikan produksi oleh pimpinan perusahaan.

#### 7.4. Metode Praktikum

Metode praktikum *Production Planning and Control* dapat dilihat pada Gambar 7.2.



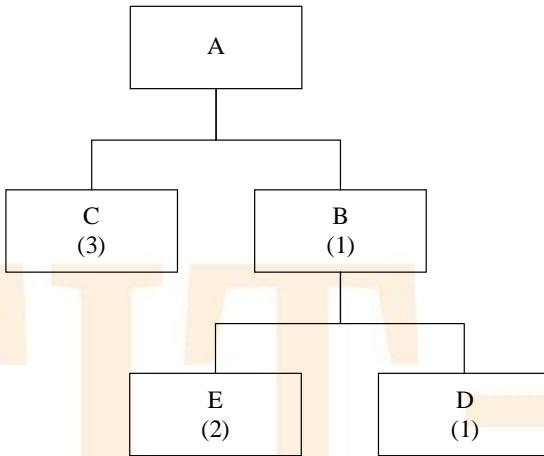
Sumber: Laboratorium Sistem Produksi

**Gambar 7.2. Tahapan Praktikum *Production Planning and Control***

## 7.5. Tugas Pendahuluan

Tugas pendahuluan modul *Production Planning and Control* adalah sebagai berikut.

1. PT Sispro Sentosa ingin melakukan perencanaan kebutuhan material untuk produk A dengan struktur produk sebagai berikut.



Diketahui produk A memiliki *Planned Order Release* pada minggu pertama sebanyak 5X, minggu kedua sebanyak 50, minggu ketiga sebanyak 45, minggu keempat sebanyak 5Y, minggu kelima sebanyak 60, dan minggu keenam sebanyak 64. Part B, part C, part D, dan part E memiliki *lead time* berturut-turut sebesar 1 minggu, 1 minggu, 2 minggu, dan 1 minggu dengan *lot size* berturut-turut adalah 7X, 85, 75, dan 80. Susunlah *Material Requirement Planning* (MRP) untuk part B, part C, part D, dan part E!

Catatan:

Ketentuan angka X dan Y akan diumumkan pada pemberian tugas pendahuluan gelombang masing-masing.

2. Diketahui sebuah perusahaan manufaktur membutuhkan part A dengan kuantitas tiap periode sebagai berikut.

**Tabel 7.1. Data Kebutuhan Part A**

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NR	1XY	130	128	126	126	128	129	127	122	125	125	129

Biaya setiap pemesanan sebesar Rp880, biaya simpan per periode adalah Rp3, harga pembelian setiap unit *part* sebesar Rp600, dan *lead time* 1 periode. Tentukanlah ukuran pemesanan dan waktu pemesanan dengan menggunakan metode sebagai berikut.

- a. *Fixed Order Quantity* (FOQ)
- b. *Economic Order Quantity* (EOQ)
- c. *Period Order Quantity* (POQ)
- d. *Fixed Period Demand* (FPD)
- e. *Part Period Balancing* (PPB)
- f. *Lot For Lot* (LFL)
- g. *Least Unit Cost* (LUC)
- h. *Least Total Cost* (LTC)
- i. *Silver Meal* (SM)
- j. *Algoritma Wagner Within* (AWW)

Catatan:

- Ketentuan angka X dan Y akan diumumkan pada pemberian tugas pendahuluan gelombang masing-masing.
- Setiap praktikan WAJIB mengerjakan minimal 2 metode.
- Metode setiap praktikan TIDAK BOLEH sama dalam satu kelompok.

## 7.6. Sistematika Laporan

Sistematika laporan modul *Production Planning and Control* adalah sebagai berikut.

### BAB I PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang
- 1.2. Tujuan Praktikum
- 1.3. Landasan Teori (minimal 10 halaman)

### BAB II PENGUMPULAN DATA

- 2.1. Data Peramalan Produksi
- 2.2. Waktu Baku Tiap *Work Center*

- 2.3. Parameter Perencanaan Produksi
- 2.4. Struktur Produk
- 2.5. *Bill of Material*
- 2.6. *Item Master Record*
- 2.7. Data Rute Operasi
- 2.8. *Work Center Master File*

### **BAB III PENGOLAHAN DATA**

- 3.1. Perencanaan Jangka Panjang
  - 3.1.1. Peramalan
  - 3.1.2. *Aggregate Planning*
  - 3.1.3. Disagregasi
  - 3.1.4. Penentuan Jumlah dan Biaya Tenaga Kerja
    - 3.1.4.1. Penentuan Jumlah Tenaga Kerja
    - 3.1.4.2. Penentuan Biaya Tenaga Kerja
      - 3.1.4.2.1. Penentuan Biaya Tenaga Kerja Sekarang
      - 3.1.4.2.2. Penentuan Biaya Tenaga Kerja Usulan I
      - 3.1.4.2.3. Penentuan Biaya Tenaga Kerja Usulan II
  - 3.1.5. *Resource Requirement Planning (RRP)*
    - 3.1.5.1. Penentuan Kapasitas Produksi per Periode dengan Jumlah Tenaga Kerja Sekarang
    - 3.1.5.2. Penentuan Kapasitas Produksi per Periode dengan Jumlah Tenaga Kerja Usulan I
    - 3.1.5.3. Penentuan Kapasitas Produksi per Periode dengan Jumlah Tenaga Kerja Usulan II
- 3.2. Perencanaan Jangka Menengah
  - 3.2.1. Jadwal Induk Produksi (*Master Production Scheduling*)
    - 3.2.1.1. Perhitungan Secara Manual
    - 3.2.1.2. Perhitungan dengan *Software*
  - 3.2.2. *Rough-Cut Capacity Planning (RCCP)*

3.2.2.1. Perhitungan Kapasitas yang Dibutuhkan (*Capacity Requirement*)

3.2.2.2. Perhitungan Kapasitas Tersedia (*Capacity Available*)

3.2.2.3. Identifikasi Stasiun Kerja *Drum* dan *Non Drum*

3.3. Perencanaan Jangka Pendek

3.3.1. Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku (*Material Requirement Planning*)

3.3.2. *Order Release*

3.3.3. *Capacity Requirement Planning* (CRP)

3.3.4. *Production Activity Control* (PAC)

3.3.4.1. Penjadwalan Operasi

3.3.4.2. *Dispatching*

3.3.4.3. *Expediting*

3.3.4.4. *Production Reporting*

## BAB IV ANALISIS DAN EVALUASI

4.1. Analisis

4.1.1. Analisis Perencanaan Jangka Panjang

4.1.1.1. Analisis *Aggregate Planning*

4.1.1.2. Analisis Disagregasi

4.1.1.3. Analisis Jumlah dan Biaya Tenaga Kerja

4.1.1.4. Analisis *Resource Requirement Planning* (RRP)

4.1.2. Analisis Perencanaan Jangka Menengah

4.1.2.1. Analisis Jadwal Induk Produksi (*Master Production Scheduling*)

4.1.2.1.1. Analisis Perhitungan Secara Manual

4.1.2.1.2. Analisis Perhitungan dengan *Software*

4.1.2.2. Analisis *Rough-Cut Capacity Planning* (RCCP)

4.1.3. Analisis Perencanaan Jangka Pendek

4.1.3.1. Analisis *Material Requirement Planning* (MRP)

4.1.3.2. Analisis *Capacity Requirement Planning* (CRP)

4.1.3.3. Analisis *Production Activity Control* (PAC)

#### 4.2. Evaluasi

4.2.1. Evaluasi Perencanaan Jangka Panjang

4.2.1.1. Evaluasi *Aggregate Planning*

4.2.1.2. Evaluasi Disagregasi

4.2.1.3. Evaluasi Jumlah dan Biaya Tenaga Kerja

4.2.1.4. Evaluasi *Resource Requirement Planning* (RRP)

4.2.2. Evaluasi Perencanaan Jangka Menengah

4.2.2.1. Evaluasi Jadwal Induk Produksi (*Master Production Scheduling*)

4.2.2.1.1. Evaluasi Perhitungan Secara Manual

4.2.2.1.2. Evaluasi Perhitungan dengan *Software*

4.2.2.2. Evaluasi *Rough-Cut Capacity Planning* (RCCP)

4.2.3. Evaluasi Perencanaan Jangka Pendek

4.2.3.1. Evaluasi *Material Requirement Planning* (MRP)

4.2.3.2. Evaluasi *Capacity Requirement Planning* (CRP)

4.2.3.3. Evaluasi *Production Activity Control* (PAC)

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

5.2. Saran

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

- Struktur Produk
- Rekapitulasi *Aggregate Planning*
- Rekapitulasi Disagregasi
- Rekapitulasi *Rough-Cut Capacity Planning* (RCCP)
- Rekapitulasi *Planned Order Release* (PORel)
- Rekapitulasi *Material Requirement Planning* (MRP)

- Rekapitulasi *Capacity Requirement Planning* (CRP)
- Rekapitulasi Laporan Kegiatan Produksi
- *Form* Responsi Dosen
- *Form* Asistensi Laporan

### Referensi

- Ayustina, Bellinda, dkk. 2023. *Perencanaan Jadwal Induk Produksi pada Produk Tempe di Rumah Tempe Indonesia*. Jurnal Ilmiah Teknik. Vol. 2 No.1.
- Gasperz, Vincent. 2001. *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ginting, Rosnani. 2021. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Indiyanto, Rus. 2008. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Surabaya: Yayasan Humaniora.
- Nizami, Muhamad Iqbal. 2019. *Analisis Perencanaan Agregat menggunakan Metode Level Workforce & Chase Strategy untuk Meminimumkan Biaya Produksi Hijab di Hamidah Collection Bandung*. Prosiding Manajemen. Vol. 5 No.2.
- Rahmawati, Nur dan Ayu Aimmatus Sholichah. 2018. *Pengendalian Persediaan Material untuk Memenuhi Sistem Produksi Make to Order Menggunakan Material Requirement Planning (MRP)*. Journal of Research and Technology. Vol. 4 No. 1.
- Rusdiana, H. A. 2014. *Manajemen Operasi*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Sidiq, Muhammad Nasir dan Akhmad Sutoni. 2017. *Perencanaan dan Penentuan Jadwal Induk Produksi di PT. Arwina Triguna Sejahtera*. Jurnal Media Teknik & Sistem Industri.
- Sinulingga, Sukaria. 2021. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Medan: USU Press.
- Sipper, Daniel dan Robert L. Buffin. 1997. *Production: Planning, Control, and Integration*. New York: McGraw-Hill.

- Slamet, Alim Setiawan dan Eka Kresno Dianti. 2022. *Optimalisasi Persediaan Bahan Baku Kemas dengan Metode Program Dinamis Algoritma Wagner Within*. Jurnal Manajemen dan Organisasi (JMO). Vol. 13 No. 3.
- Taqwa, Ahmad Zadit. 2016. *Analisis Kapasitas Produksi Pemecah Batu Stone Crusher dengan Metode Capacity Requirement Planning (CRP) di PT. Varia Usaha Beton Pandaan*. JTM. Vol. 04 No. 3.

# PTT-II

## Praktikum Teknik Industri Terintegrasi-II

# PTTT - II

## LAMPIRAN

### Praktikum Teknik Industri

### Terintegrasi-II

Kelompok : .....

Gelombang : .....

## **FORM PRODUK**

### **MODUL *QUALITY CONTROL***

#### **1. Produk (Nama Produk)**

(Gambar Produk)

#### **Gambar 1. Nama Produk**

#### **2. Bahan Pembuatan Produk (Nama Produk)**

##### **2.1. Bahan Baku**

###### **1. Bahan Baku 1**

(Gambar Bahan Baku 1)

#### **Gambar 2. Bahan Baku 1**

###### **2. Bahan Baku 2**

(Gambar Bahan Baku 2)

#### **Gambar 3. Bahan Baku 2**

##### **2.2. Bahan Penolong**

###### **1. Bahan Penolong 1**

(Gambar Bahan Penolong 1)

#### **Gambar 4. Bahan Penolong 1**

###### **2. Bahan Penolong 2**

(Gambar Bahan Penolong 2)

#### **Gambar 5. Bahan Penolong 2**

### 2.3. Bahan Tambahan

1. Bahan Tambahan 1

(Gambar Bahan Tambahan 1)

**Gambar 6. Bahan Tambahan 1**

2. Bahan Tambahan 2

(Gambar Bahan Tambahan 2)

**Gambar 7. Bahan Tambahan 2**

### 3. Mesin dan Peralatan Pembuatan Produk (Nama Produk)

#### 3.1. Mesin

1. Mesin 1

(Gambar Mesin 1)

**Gambar 8. Mesin 1**

2. Mesin 2

(Gambar Mesin 2)

**Gambar 9. Mesin 2**

#### 3.2. Peralatan

1. Peralatan 1

(Gambar Peralatan 1)

**Gambar 10. Peralatan 1**

2. Peralatan 2

(Gambar Peralatan 2)

**Gambar 11. Peralatan 2**

### 4. Uraian Proses Produksi Produk (Nama Produk)

1. Langkah 1

2. Langkah 2

**Modul *Quality Control***  
**Formulir Pengendalian Kualitas dan *Check Sheet* Data**  
**Pengukuran**

Kelompok/Gelombang : :

Nama dan NIM

Anggota Kel. : 1. ( )  
2. ( )  
3. ( )  
4. ( )  
5. ( )

Program Studi/Gelombang : :

Produk yang akan Diukur : :

Kecacatan yang sering terjadi :

pada produk

**Praktikum Teknik Industri**  
**Terintegrasi-II**

Jumlah Produk yang :  
dihasilkan

Dimensi Pengukuran Produk :

Atribut Kecacatan Produk : 1.  
2.

Apakah ada data dari Divisi : Ya/Tidak  
*Quality Control* Perusahaan

## FORMAT TABEL DATA

### Data Peramalan

Tahun	Kuartal	Peramalan
	I	
	II	
	III	
	IV	
	I	
	II	
	III	
	IV	
	I	
	II	
	III	
	IV	
<b>Total</b>		

### Data Simulasi Perakitan

No.	Nama Elemen Kerja	Waktu Simulasi (Detik)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
dst.		

### Data Waktu Elemen Kerja

### Rekapitulasi *Rating Factor* Permesinan

No.	Nama Mesin	<i>Rating Factor</i>
1.	Mesin Milling	
2.	Mesin Drilling	
3.	Mesin Bubut	
4.	Gerinda	
5.	Las	
6.	Mesin Cutting	
7.	Mesin Gergaji Potong	
8.	<i>Tap and Dies</i>	

## Rekapitulasi *Rating Factor* Perakitan

---

<b>Pengamat</b>	<i>Rating Factor</i>
<b>Rata-Rata</b>	

---

## **Rekapitulasi *Allowance* Permesinan**

No.	Nama Mesin	Allowance (%)
1.	Mesin <i>Milling</i>	
2.	Mesin <i>Drilling</i>	
3.	Mesin Bubut	
4.	Gerinda	
5.	Las	
6.	Mesin <i>Cutting</i>	
7.	Mesin Gergaji Potong	
8.	<i>Tap and Dies</i>	

## **Rekapitulasi *Allowance* Perakitan**

Pengamat	Allowance (%)
Um Teknik In	10
erintegrasi-II	15
Rata-Rata	12.5

## Penentuan Waktu Baku

**Pembentukan Stasiun Kerja**

Work Center	Elemen	Waktu (Detik)	Pengurangan	Keterangan	Jumlah
I					
			<b>Total</b>		

**Rekapitulasi Perbandingan Metode *Line Balancing***

Metode	Idle Time (detik)	Balance Delay (%)	Efisiensi (%)

**Data Parameter Perencanaan Produksi**

Parameter	Keterangan
Jam Kerja/Shift (jam)	
Jumlah Shift/Hari (shift)	
Tingkat Absensi (%)	
Biaya Produksi RT (Rp/hari/orang)	
Biaya Produksi OT (Rp/jam/orang)	
Biaya Subkontrak (Rp/unit)	
Persediaan Awal (unit)	
Persediaan Akhir (unit)	
Kapasitas Overtime (jam/shift)	
Kapasitas Subkontrak (unit)	
Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	
Jumlah Tenaga Kerja Awal (orang)	
Biaya Merekut Tenaga Kerja Baru (Rp/orang)	
Biaya Memecat Tenaga Kerja (Rp/orang)	
Lead Time (periode)	
Penalty Keterlambatan (Rp)	

### *Item Master Record*

## **Work Center Master File**

Work Center	Jumlah Pekerja	Periode	Jumlah Hari Kerja (hari)	Jam Kerja/ Hari	Waktu Kerja/ Bulan (jam)	Waktu Tersedia (jam)
-------------	----------------	---------	--------------------------	-----------------	--------------------------	----------------------

## **Rekapitulasi *Aggregate Planning***

Periode	Jumlah Hari Kerja	Kelompok Produk I			Kelompok Produk II		
		Stok Awal	Kebutuhan	Produksi	Stok Awal	Kebutuhan	Produksi

### Total

## Rekapitulasi Disagregasi

Periode	Target Produksi (unit)
Januari	1000
Februari	1200
Maret	1500
April	1800
Mei	2000
Juni	2200
Juli	2500
Agustus	2800
September	3000
Oktober	3200
November	3500
Desember	3800

### Total

## Perhitungan RRP

## Rekapitulasi RCCP

Work Center	Periode	Capacity	Capacity	Varians	Beban	Keterangan
		Requirement	Available			
		(jam)	(jam)			

## Rekapitulasi POrEl

Level	Part	Release Order				Total
		1	2	3	...	

## Rekapitulasi MRP Keseluruhan Metode

No.	Metode	Keterangan	Nilai
		Total Kebutuhan	
1.	Metode 1	<i>Unit Cost</i>	
		Total Biaya	
		Total Kebutuhan	
2.	Metode 2	<i>Unit Cost</i>	
		Total Biaya	
		Total Kebutuhan	
3.	Metode 3	<i>Unit Cost</i>	
		Total Biaya	

## Rekapitulasi MRP Keseluruhan *Part*

**Rekapitulasi CRP**

Work Center	Periode	Kapasitas Tersedia (Jam)	Kapasitas Aktual (Jam)	Keterangan

**Rekapitulasi Laporan Kegiatan Produksi**

Kode Item	Periode	Order Quantity	Release Date		Completion Date		Location	Remaining L.T.	Keterangan
			Plan	Act	Plan	Act			

PTT - II

# Praktikum Teknik Industri

## Terintegrasi-II



# PRAKTIKUM TEKNIK INDUSTRI TERINTEGRASI-II

T.A. 2025/2026

*Quality Control Forecasting  
Line Balancing Production Planning and Control*

lrmktiusu@gmail.com



sisprotiusu@gmail.com

<https://lrmktiusu.wixsite.com/lrmk>



[https://sisprotiusu.wixsite.com/  
sistem-produksi](https://sisprotiusu.wixsite.com/sistem-produksi)

@lrmk.tiusu



@sispro.tiusu



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA