

REPUBLIC INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

# SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202223106, 7 April 2022

## Pencipta

Nama : **Rainisa Maini Heryanto, S.T., M.T., Cristy Caroline dkk**  
Alamat : Komplek Taman Rahayu II Blok G6 No. 1, Bandung , JAWA BARAT, 40215  
Kewarganegaraan : Indonesia

## Pemegang Hak Cipta

Nama : **Universitas Kristen Maranatha**  
Alamat : Jl. Suria Sumantri No. 65, Bandung, JAWA BARAT, 40164  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Jenis Ciptaan : **Modul**  
Judul Ciptaan : **Modul Praktikum Perencanaan Dan Pengendalian Produksi**  
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 1 April 2022, di Bandung  
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.  
Nomor pencatatan : 000338577

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia  
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual  
u.b.  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto  
NIP.196412081991031002

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

**LAMPIRAN PENCIPTA**

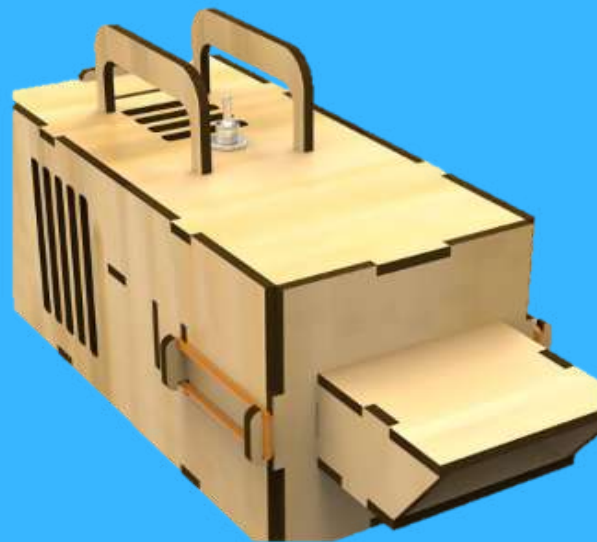
No	Nama	Alamat
1	Rainisa Maini Heryanto, S.T., M.T.	Komplek Taman Rahayu II Blok G6 No. 1
2	Cristy Caroline	Komplek Taman Cibaduyut Indah Blok H. No 31, Cangkuang,
3	Andi Steven Indrawan, S.T.	Tamiang Resik, Gadobangkong, Ngamprah
4	Eric Estefen Chen	Jl. Kuantan Raya Blok Q No.10, Lima Puluh
5	Frittandi, S.T.	Jl. Salam No.18, Cihapit
6	Natalia Jaya, S.T.	Jl. Sembilang No.47, Panjunan
7	Septi Hanna Jessica	Jl. Terusan Sarijadi No. 61, Sarijadi
8	Shania	Jl. Kalimantan No. 73 F
9	Stevani Tatinting	Perum Walemanguni Indah Lingkungan VII, Kombos Timur,
10	Viter Pranata, S.T.	Dusun V Sei Rejo, Sei Rampah,
11	Yoela Senni Stefianti	Jl. Aquarius No.31, Gumuruh
12	Yeremia Timotius	Cempakawarna, Rt 04/ Rw 07, Cilembang





# MODUL PRAKTIKUM PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PRODUKSI

SEMESTER GENAP 2021/2022



Laboratorium Sistem Produksi  
Program Studi Teknik Industri  
Universitas Kristen Maranatha  
2022

## **Tata Tertib dan Peraturan Praktikum Perencanaan dan Pengendalian Produksi *Hybrid* (Mengacu pada Tata Tertib dan Peraturan Praktikum Program Studi Teknik Industri Universitas Kristen Maranatha tanggal 18 Desember 2018)**

1. Praktikum dilaksanakan secara *hybrid* yaitu *onsite* dan *online* (**mulai dari modul 4 dengan menyesuaikan pada kondisi dan surat edaran universitas**) menggunakan *platform Zoom Meeting* sedangkan asistensi diperbolehkan menggunakan *platform online* yang lainnya yang dapat memudahkan asisten dan praktikan sesuai perjanjian.
2. Praktikan yang mengikuti praktikum secara *online* menyediakan kuota dan jaringan/koneksi internet yang memadai di setiap kegiatan laboratorium (Praktikum dan Asistensi).
3. Praktikan wajib berpakaian rapi dan sopan (kemeja atau kaos berkerah dan berlengan, rok dengan panjang di bawah lutut atau celana panjang serta memakai sepatu) pada saat *onsite* atau *online* di setiap kegiatan laboratorium (Praktikum dan Asistensi).  
Sanksi: tidak diperkenankan mengikuti kegiatan laboratorium.
4. Untuk praktikan yang mengikuti praktikum secara *onsite*: tas, jaket, dan barang-barang praktikan disimpan pada tempat yang telah disediakan. *Handphone*, dompet dan barang berharga lainnya sebaiknya dibawa karena kehilangan barang bukan merupakan tanggung jawab Laboratorium.
5. Praktikan harus mengikuti seluruh modul dengan toleransi maksimum 25% dari total jumlah modul.
6. Praktikan dianggap GUGUR MODUL jika hanya mengikuti salah satu dari kegiatan praktikum/asistensi/pengumpulan laporan dalam 1 (satu) modul praktikum yang sama. Dispensasi untuk kegiatan laboratorium hanya diberikan sesuai dengan Peraturan Program Studi Teknik Industri.
7. Bagi praktikan yang GUGUR MODUL melebihi 25% dari total jumlah modul, maka praktikan akan GUGUR PRAKTIKUM.
8. Praktikan yang tidak mengikuti kegiatan praktikum melebihi 25% dari total jumlah modul, maka praktikan akan GUGUR PRAKTIKUM.
9. Praktikan wajib bersikap tertib, jujur, dan sopan.  
Sanksi: tidak diperkenankan mengikuti kegiatan laboratorium.
10. Pengumpulan laporan praktikum Perencanaan dan Pengendalian Produksi adalah:
  - Batas waktu pengumpulan laporan adalah 1 minggu setelah praktikum
  - Waktu sesuai dengan jadwal praktikum masing-masingKeterlambatan pengumpulan laporan akan dikenakan:
  - Pengurangan nilai laporan sebesar 25% jika keterlambatan sampai dengan 90 menit.
  - Pengurangan nilai laporan 75% antara 90 menit sampai dengan maksimal keterlambatan 3 hari dari jadwal pengumpulan laporan.
  - Keterlambatan pengumpulan laporan lebih dari 3 hari maka nilai laporan adalah 0.
11. Asistensi dilakukan sesuai dengan waktu yang telah disepakati tanpa mengganggu jadwal kegiatan akademik lainnya.

12. Praktikan wajib hadir di setiap kegiatan laboratorium sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

Batas toleransi keterlambatan untuk praktikum adalah 30 menit.

Batas toleransi keterlambatan untuk asistensi adalah 30 menit.

Batas toleransi keterlambatan untuk *briefing* adalah 15 menit.

Sanksi:

1. Apabila praktikan terlambat pada saat praktikum maka tidak akan diberikan perpanjangan waktu Tes Tulis.
  2. Apabila praktikan terlambat praktikum lebih dari 30 menit, maka tidak diperkenankan mengikuti praktikum.
  3. Apabila praktikan terlambat pada saat asistensi tanpa disertai alasan yang jelas maka tidak akan diberikan perpanjangan waktu asistensi.
  4. Asistensi bisa mulai dilakukan apabila minimum ada 1 anggota kelompok yang hadir. Bagi yang belum hadir, akan dikurangi nilai kedisiplinannya.
  5. Apabila praktikan terlambat asistensi lebih dari 30 menit (berdasarkan waktu perjanjian antara asisten dan kelompok praktikum), maka nilai asistensi 0 (per individu).
13. Untuk tes tulis, praktikan diwajibkan menggunakan lembar tes tulis sesuai format yang ditentukan oleh asisten laboratorium.
14. Dilarang keras melakukan *plagiarism* dalam bentuk apapun.  
Sanksi: GUGUR praktikum.

Bandung, 14 Februari 2022

Disahkan,



Rainisa Maini Heryanto, S.T., M.T.  
Kepala Laboratorim Sistem Produksi

**Link dan ID Zoom Meeting (Briefing Perdana, Praktikum, Presentasi)**

Shift A:

Link:

<https://us02web.zoom.us/j/88682786710?pwd=aWZxZGt3UEFDUEg4cnpvYXF5RUtmUT09>

Meeting ID : 886 8278 6710

Passcode : P3A

Shift B:

Link:

<https://us02web.zoom.us/j/83141097305?pwd=ODV3M1BoVDdUQnRqQ2d2WlRZS3FWQT09>

Meeting ID : 831 4109 7305

Passcode : P3B

**Panduan Presensi Praktikum**

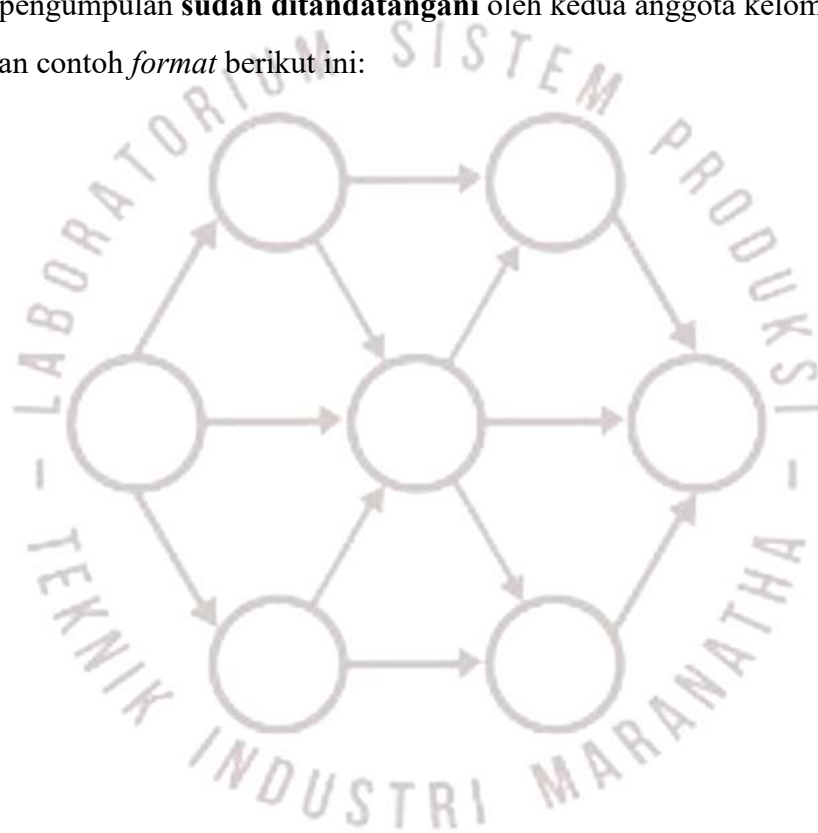
Setiap praktikan sesuai shift dan jam praktikumnya **WAJIB** untuk melakukan presensi di Morning pada mata kuliah IC-406 Praktikum Perencanaan dan Pengendalian Produksi.

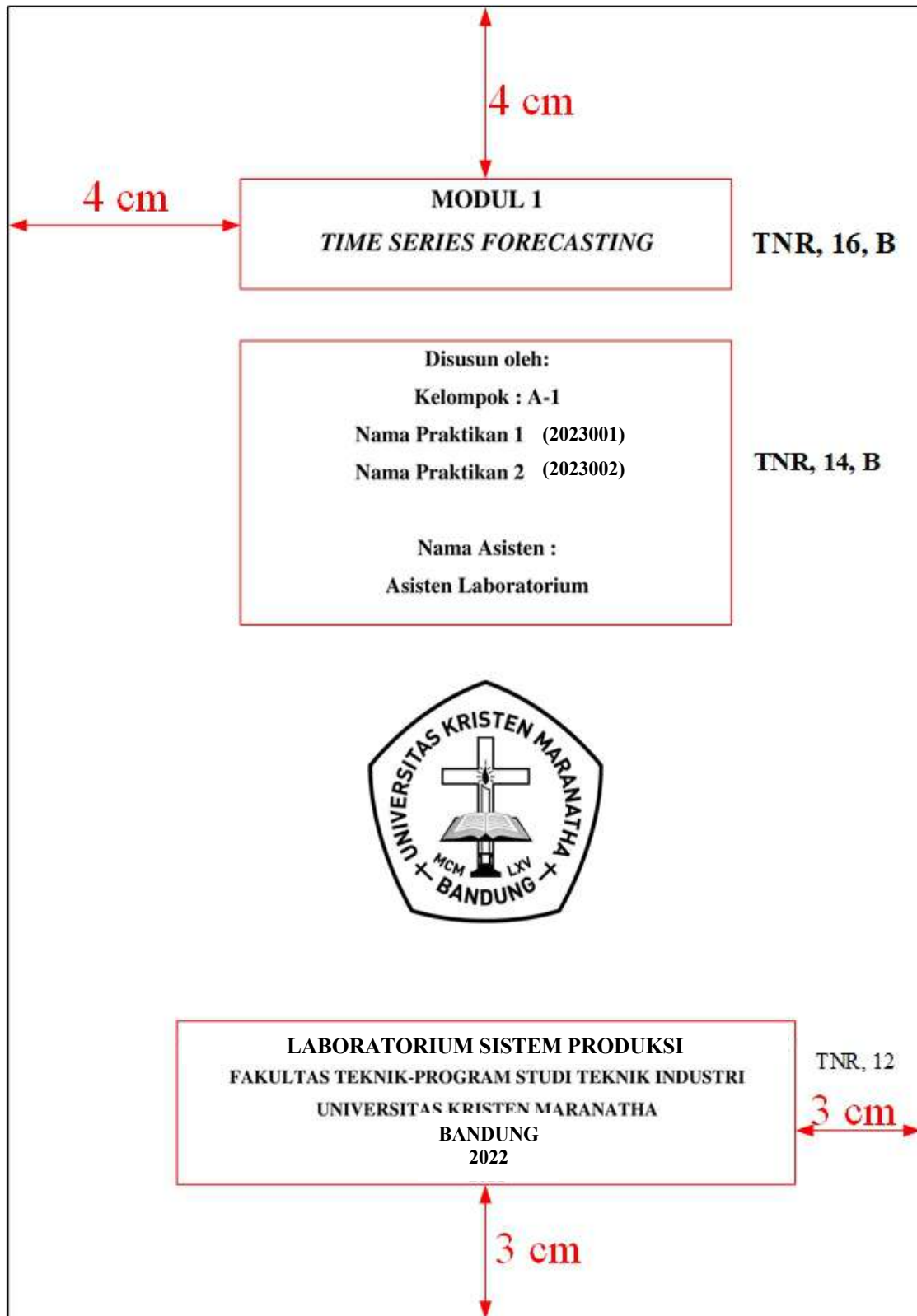
**Panduan Penulisan Laporan Praktikum**

- COVER
- LEMBAR PENGUMPULAN
- PERNYATAAN HASIL KARYA PRIBADI
- LEMBAR ASISTENSI
- LEMBAR KONTRIBUSI
- DAFTAR ISI
- DAFTAR TABEL
- DAFTAR GAMBAR
- BAB 1 : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA
- BAB 2 : ANALISIS
- BAB 3 : KESIMPULAN DAN SARAN

## **Tambahan**

- Penomoran BAB menggunakan angka latin (BAB 1, BAB 2, dst), **BUKAN** romawi (BAB I, BAB II, dst)
- Semua *margin* memiliki ukuran
  1. *Top* : 4 cm
  2. *Left* : 4 cm
  3. *Bottom* : 3 cm
  4. *Right* : 3 cm
- Lembar pengumpulan **sudah ditandatangani** oleh kedua anggota kelompok
- Perhatikan contoh *format* berikut ini:







**TNR, 16, B**

**LEMBAR PENGUMPULAN  
LAPORAN PRAKTIKUM PERENCANAAN DAN  
PENGENDALIAN PRODUKSI**

**MODUL 1**

*Time Series Forecasting*

**Disusun oleh :**

**Nama Praktikan 1 (2023001)**

**Nama Praktikan 2 (2023002)**

**Nama Asisten : Nama Asisten Laboratorium**

**TNR, 14, B**

Telah dikumpulkan pada hari: Sabtu, 1 Januari 2022

Pukul ..... Kepada.....

**TNR, 12**

Bandung, 1 Januari 2022

Praktikan

Penerima

(Nama Praktikan 1) (Nama Praktikan 2) ( )

**TNR, 16, B****PERNYATAAN HASIL KARYA PRIBADI**

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Nama Praktikan 1 (2023001)
2. Nama Praktikan 2 (2023002)

Kelompok : A-1

Menyatakan bahwa Laporan Perancangan dan Pengendalian Produksi dengan judul "*Time Series Forecasting*" adalah hasil pekerjaan kami.

Pernyataan ini kami buat yang sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini yang tidak sesuai dengan kenyataan, maka kami bersedia menanggung saksi sesuai peraturan yang berlaku pada Laboratorium Sistem Produksi.

Bandung, 1 Januari 2022  
Yang membuat pernyataan,

(Nama Praktikan 1)(Nama Praktikan 2)

TNR, 12

TNR, 14, B

## LEMBAR ASISTENSI

## PRAKTIKUM

## PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PRODUKSI

Modul : 1

Judul Modul : *Time Series Forecasting*

Kelompok : A-1

Nama : Nama Praktikan 1 (2023001)

Nama Praktikan 2 (2023002)

Asisten : Nama Asisten Laboratorium

Tanggal : 1 Januari 2022

TTD : 

TNR, 12, B

Komentar :

**TNR, 16, B****LEMBAR KONTRIBUSI**

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama Praktikan 1 (2023001)
2. Nama Praktikan 2 (2023002)

Kelompok : A-1

Menyatakan bahwa kami sebagai anggota kelompok Praktikum Perancangan dan Pengendalian Produksi telah berkontribusi dalam penyusunan laporan kelompok kami, dengan rincian sebagai berikut:

1. Nama Praktikan 1 : mengerjakan bab xxx bagian xxx
2. Nama Praktikan 2 : mengerjakan bab xxx bagian xxx

Pernyataan ini kami buat sebenar-benarnya dan jika ada pernyataan ini yang tidak sesuai dengan kenyataan, maka kami bersedia menanggung sanksi sesuai peraturan yang berlaku pada Laboratorium Sistem Produksi.

Bandung, 1 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,

(Nama Praktikan 1)(Nama Praktikan 2)

TNR, 12



**TNR, 16, B****DAFTAR ISI**

<b>LEMBAR PENGUMPULAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR ASISTENSI</b> .....	iv
<b>LEMBAR KONTRIBUSI</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>BAB 1 PENGOLAHAN DATA</b>	

TNR, 12, B

1.1 <i>Plotting Data Demand</i> .....	1-1
1.2 Perhitungan CV.....	1-1
1.3 <i>Forecasting Demand</i> .....	1-2
1.4 Nilai <i>Error</i> Hasil Peramalan .....	1-12
1.5 Validasi .....	1-13
1.6 <i>Demand</i> Penyesuaian .....	1-14

TNR, 12

**BAB 2 ANALISIS**

2.1 Analisis Kecocokan Data Produk .....	2-1
2.2 Analisis Perbedaan Metode Peramalan.....	2-3
2.3 Analisis Kecocokan <i>Plotting Data Demand</i> Terhadap Peramalan yang terpilih .....	2-3
2.4 Analisis Hasil <i>Demand</i> Penyesuaian.....	2-4
2.5 Analisis Pemilihan Metode Terbaik.....	2-4
2.6 Analisis Kelebihan dan Kekurangan Masing-masing <i>Error</i> MAD MAPE, MSE .....	2-4
2.7 Analisis Hasil Validasi Peramalan .....	2-5

**BAB 3 KESIMPULAN**

3.1 Kesimpulan .....	3-1
3.2 Saran.....	3-2

**TNR, 16, B****DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>	<b>TNR, 12, B</b>
1.1	<i>Plotting Data Demand</i>	1-1	TNR, 12

**TNR, 16, B****DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>	<b>TNR, 12, B</b>
1.1	<i>Material Back Pipe</i>	I-1	TNR, 12

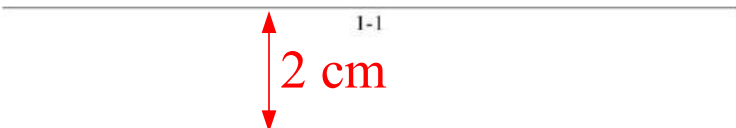
**TNR, 16, B**

**BAB 1  
PENGOLAHAN DATA**

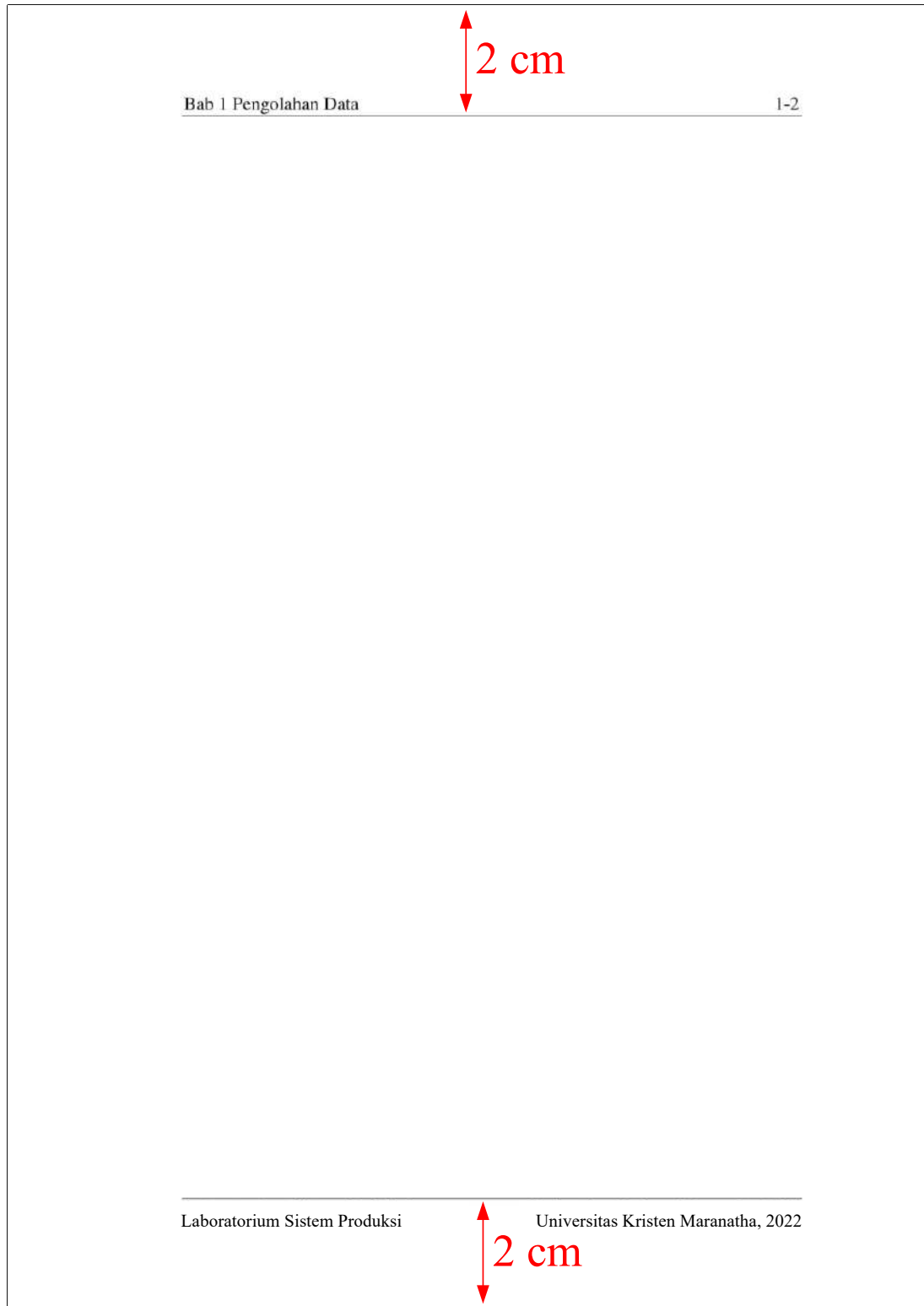
**1.1 *Plotting Data Demand***

**TNR, 12, B**

1-1  
2 cm







### **Panduan Pengumpulan Berkas Asistensi**

- **Berkas asistensi** dikumpulkan ke *e-mail* asisten laboratorium setiap kelompok dalam *compressed (zipped) folder* berisi: *File PDF, File Excel, dan File Visio* (jika ada).
- Format nama *file* dan *subject e-mail* untuk pengumpulan asistensi adalah:  
**Asistensi\_KelompokX\_ModulX\_NamaAsistenLaboratorium (ditulis tanpa spasi)**  
Contoh: Asistensi\_KelompokA1\_Modul1\_CristyCaroline
- Setelah pengumpulan diwajibkan menghubungi asisten laboratorium yang bersangkutan untuk konfirmasi.
- **Catatan:** keterlambatan pengumpulan akan mendapatkan sanksi sesuai dengan tata tertib dan peraturan praktikum yang berlaku (jam pengumpulan yang dipakai adalah jam *e-mail* dikirim).

### **Panduan Pengumpulan Berkas Laporan**

- **Berkas laporan** dikumpulkan ke *e-mail* asisten laboratorium setiap kelompok dan di **Morning** dalam *compressed (zipped) folder* berisi: *File PDF, File Excel, dan File Visio* (jika ada)
- Format nama *file* dan *subject e-mail* untuk pengumpulan adalah:  
**Laporan\_KelompokX\_ModulX\_NamaAsistenLaboratorium (ditulis tanpa spasi)**  
Contoh: Laporan\_KelompokA1\_Modul1\_CristyCaroline
- Setelah pengumpulan diwajibkan menghubungi asisten laboratorium yang bersangkutan untuk konfirmasi.

**Catatan: keterlambatan pengumpulan akan mendapatkan sanksi sesuai dengan tata tertib dan peraturan praktikum yang berlaku (jam pengumpulan yang dipakai adalah jam pengumpulan di Morning).**

**Daftar Nama Asisten**

Kepala Laboratorium : Rainisa Maini Heryanto, S.T., M.T.

Koordinator Operasional : Cristy Caroline

Asisten:

1. Andi Steven Indrawan, S.T.
2. Eric Estefen Chen
3. Natalia Jaya, S.T.
4. Septi Hanna Jessica
5. Shania
6. Stevani Tatinting
7. Viter Pranata, S.T.
8. Yoela Senni Stefianti
9. Yeremia Timotius

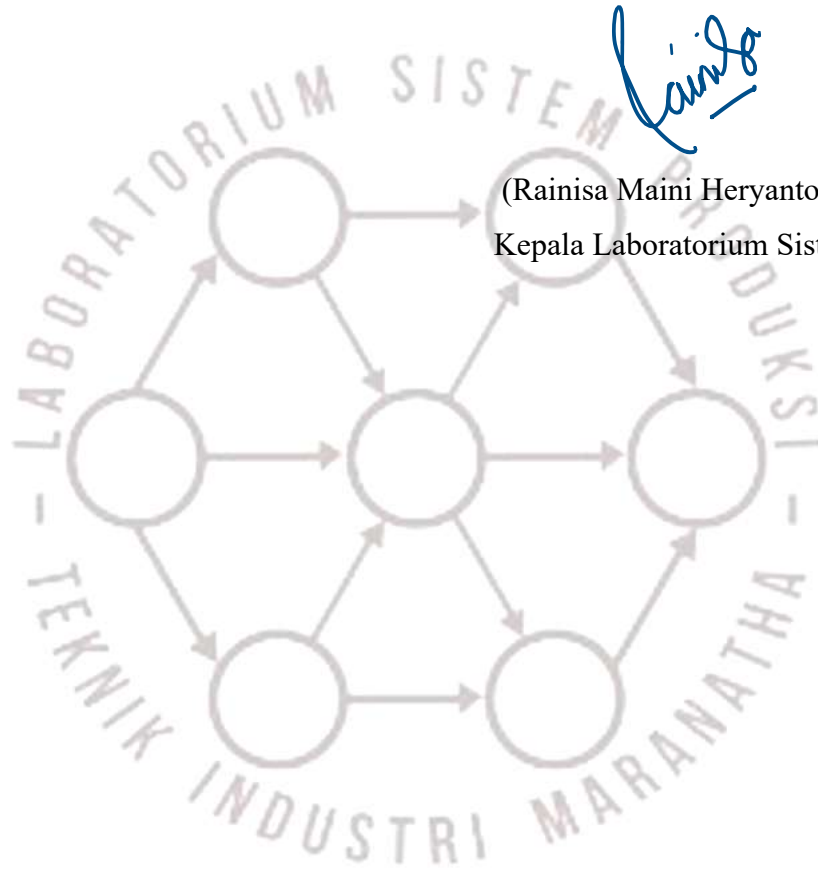
**Daftar Kontak dan E-mail**

No.	Nama	Line ID/No HP	E-mail
1.	Rainisa Maini Heryanto, S.T., M.T.	rainisa_heryanto	rainisa.tiukm@gmail.com
2.	Andi Steven Indrawan, S.T.	081320358700	andi1723040@gmail.com
3.	Cristy Caroline	crystycaroline	crystycaroline12@gmail.com
4.	Eric Estefen Chen	ericestefen09	ericestefen09@gmail.com
5.	Natalia Jaya, S.T.	nataliajaya	nataliajaya99@gmail.com
6.	Septi Hanna Jesica	septiihanna	jseptihanna01@gmail.com
7.	Shania	shaniash18	shaniash18@gmail.com
8.	Stevani Tatinting	si_tatinting	tatintingstevani@gmail.com
9.	Viter Pranata, S.T.	081375312773	viterpranata123@gmail.com
10.	Yoela Senni Stefianti	yoelasenni	yoela.senni65@gmail.com
11.	Yeremia Timotius	mr_otw	yeremiaotw@gmail.com

**Jadwal Kegiatan Laboratorium**Briefing perdana : 26 Februari 2022 (*online*)Modul 1 : 05 Maret 2022 – 11 Maret 2022 (*online*)Modul 2 : 12 Maret 2022 – 18 Maret 2022 (*online*)

Modul 3	: 19 Maret 2022 – 25 Maret 2022 ( <i>online</i> )
Modul 4	: 23 April 2022 – 29 April 2022 ( <i>hybrid</i> )
Asistensi Presentasi	: 09 Mei 2022 – 23 Mei 2022 ( <i>online</i> )
Pengumpulan Draft Presentasi	: 30 Mei 2022 ( <i>online</i> )
Presentasi	: 04 Juni 2022 dan 11 Juni 2022 ( <i>online</i> )
Pengumpulan Laporan Akhir	: 06 Juni 2022 dan 13 Juni 2022

Bandung, 14 Februari 2022





## DATA AWAL



PT Sisprod adalah perusahaan yang berfokus pada manufaktur rakitan robot penyapu elektrik merek ROYALE yang memiliki sistem produksi berbasis *make to stock* yang menjalankan proses produksinya sesuai dengan peramalan yang telah dibuat. ROYALE terdiri dari beberapa komponen yang diproduksi oleh PT Sisprod, beberapa komponen utama yang diproduksi oleh subkontrak, dan beberapa bahan tambah yang dibeli dari *supplier*.

Komponen utama yang diproduksi oleh PT Sisprod adalah:

1. Badan Bagian Bawah
2. Badan Bagian Samping
3. Badan Bagian Atas
4. Badan Bagian Belakang
5. Badan Bagian Depan
6. Tatakan Dinamo
7. Sisi Bagian Bawah Penyedot
8. Sisi Bagian Samping Penyedot
9. Sisi Bagian Atas Penyedot
10. *Handle*
11. Lubang Kipas
12. Kotak *Filter* Bagian Depan
13. Kotak *Filter* Bagian Belakang
14. Tatakan Baterai
15. Tempat Dinamo

Komponen utama yang dibuat oleh subkontraktor adalah:

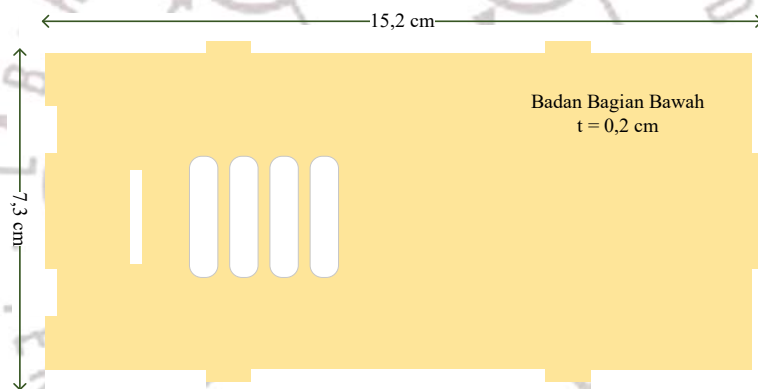
1. Baling-baling
2. Tombol *switch on/off*
3. Dinamo
4. Mur
5. Mur Bergerigi
6. Tempat Baterai
7. Buku Panduan
8. QR Code
9. Mur Lingkaran

Bahan tambah yang dibeli dari *supplier*:

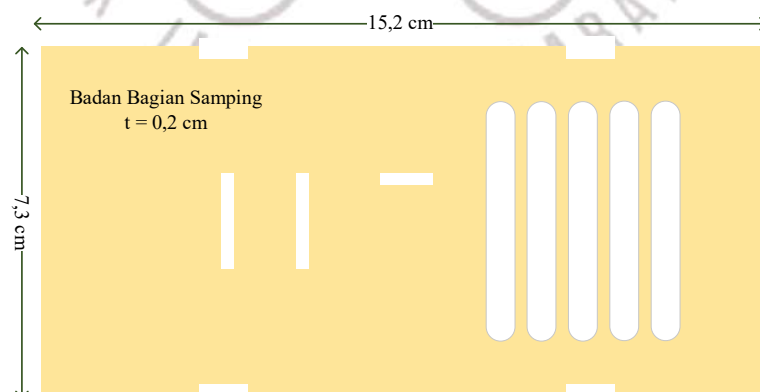
1. *Double Tape*
2. Karet
3. Pengunci *handle*
4. Dus
5. Kain *Filter*
6. Sekrup
7. Kabel Hitam

Berikut adalah gambaran komponen yang diproduksi:

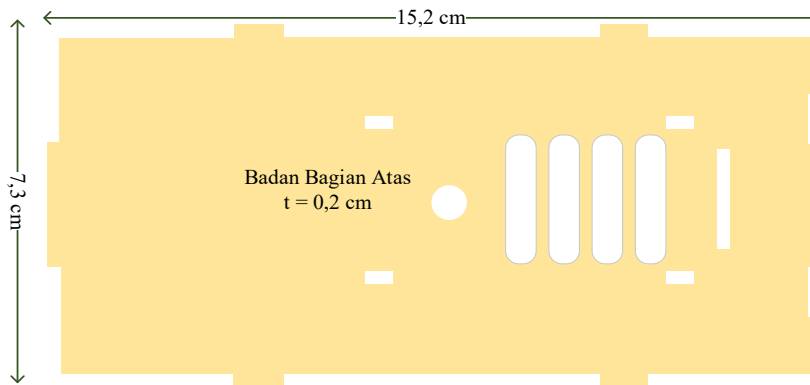
1. Badan Bagian Bawah



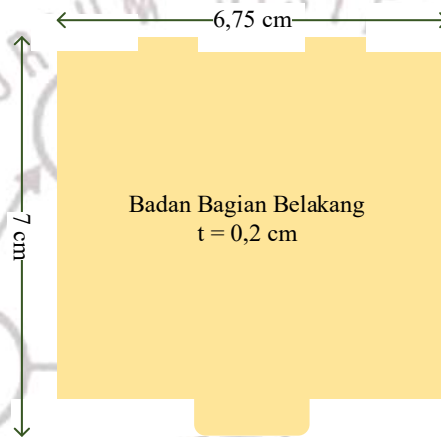
2. Badan Bagian Samping



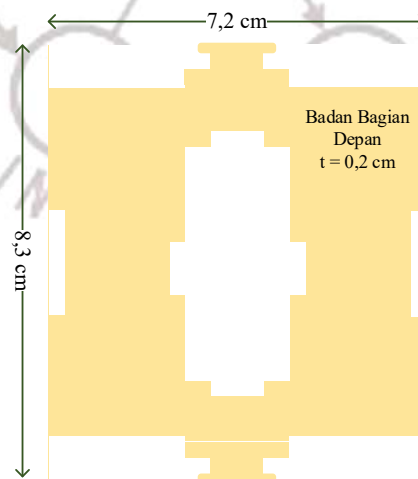
## 3. Badan Bagian Atas



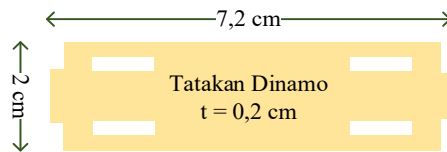
## 4. Badan Bagian Belakang



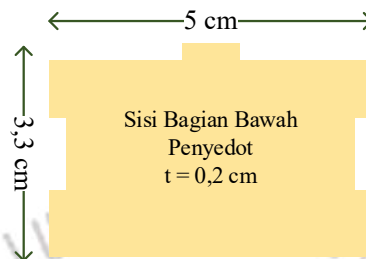
## 5. Badan Bagian Depan



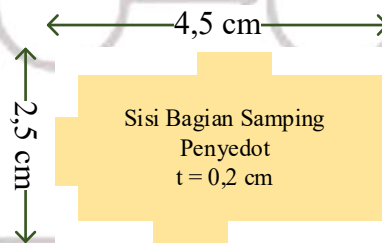
## 6. Tatakan Dinamo



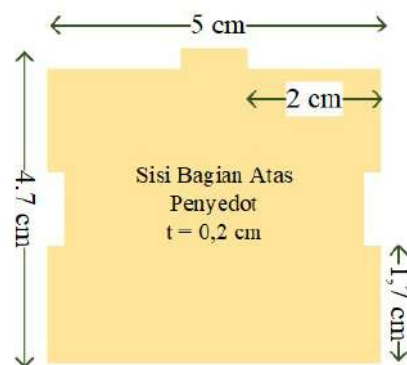
## 7. Sisi Bagian Bawah Penyedot



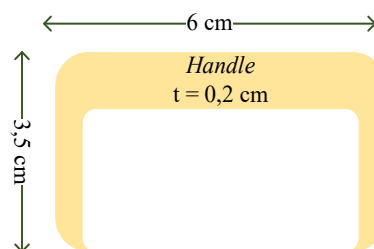
## 8. Sisi Bagian Samping Penyedot



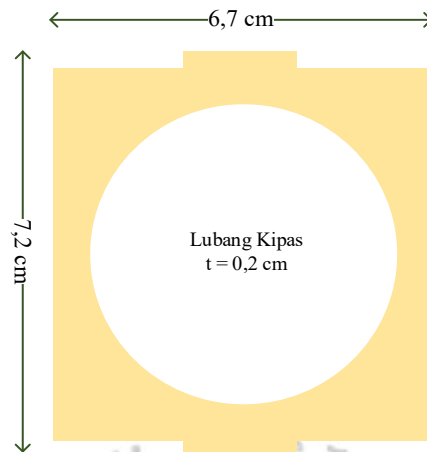
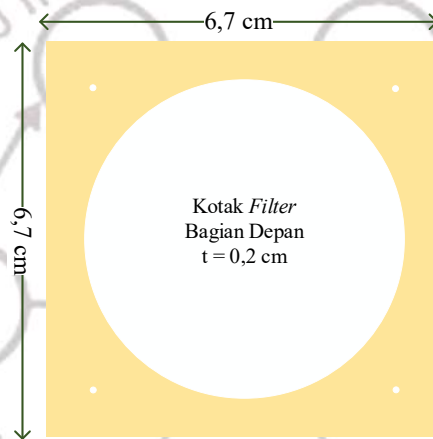
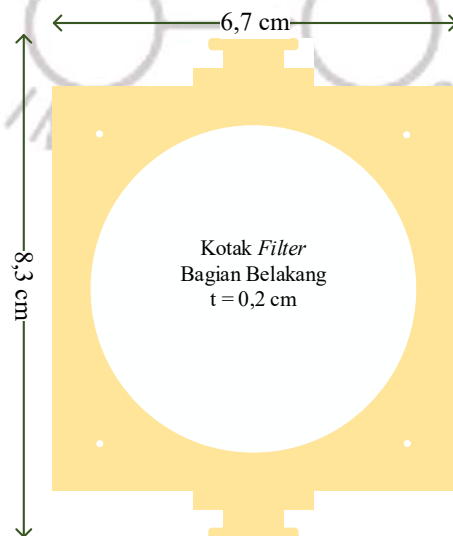
## 9. Sisi Bagian Atas Penyedot



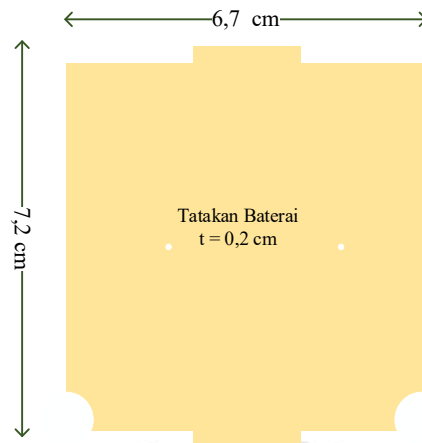
## 10. Handle



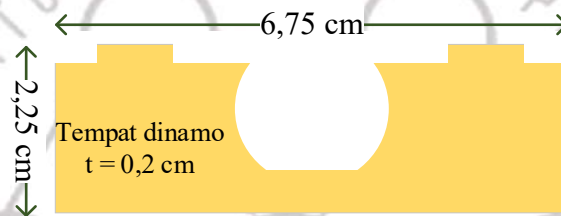
## 11. Lubang Kipas

12. Kotak *Filter* Bagian Depan13. Kotak *Filter* Bagian Belakang

## 14. Tatakan Baterai



## 15. Tempat Dinamo



Berikut proses produksi dari masing-masing komponen:

1	<b>Komponen Badan Bagian Bawah</b>
	<b>Komponen Badan Bagian Bawah dibuat dari kayu balsa ukuran 100 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 15,2 cm dan lebar 7,3 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama $Z$ detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dibuat lubang berbentuk persegi panjang dengan menggunakan mesin bor selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Bahan yang telah dilubangi sebelumnya akan dibuat 4 lubang berbentuk lonjong dengan menggunakan mesin bor selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
5	Bahan diampelas satu - persatu dengan amplas selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
2	<b>Komponen Badan Bagian Samping</b>
	<b>Komponen Badan Bagian Samping dibuat dari kayu balsa ukuran 100 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 15,2 cm dan lebar 7,3 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama $Z$ detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dibuat 2 lubang berbentuk kotak dengan menggunakan mesin bor selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Bahan yang telah dilubangi sebelumnya akan dibentuk 1 lubang berbentuk kotak dengan menggunakan mesin bor selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
5	Bahan yang telah dilubangi sebelumnya akan dibuat 5 lubang berbentuk lonjong dengan menggunakan mesin bor selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
6	Bahan diampelas satu - persatu dengan amplas selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>

<b>Komponen Badan Bagian Atas</b>	
3	<b>Komponen Badan Bagian Atas dibuat dari kayu balsa ukuran 100 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 15,2 cm dan lebar 7,3 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama <i>Z</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dibuat 4 lubang kotak kecil dengan menggunakan mesin bor selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Bahan yang telah dilubangi sebelumnya akan dibuat 1 lubang berbentuk lingkaran dengan menggunakan mesin bor selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
5	Bahan yang telah dilubangi sebelumnya akan dibuat 4 lubang berbentuk lonjong dengan menggunakan mesin bor selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
6	Bahan yang telah dilubangi sebelumnya akan dibuat 1 lubang berbentuk kotak persegi panjang dengan menggunakan mesin bor selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
7	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
4	<b>Komponen Badan Bagian Belakang</b>
	<b>Komponen Badan Bagian Belakang dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 6,75 cm dan lebar 7 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama <i>Z</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dibentuk lengkungan dengan menggunakan <i>jig saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
5	<b>Komponen Badan Bagian Depan</b>
	<b>Komponen Badan Bagian Depan dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 7,2 cm dan lebar 8,3 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama <i>Z</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dibuat 1 lubang di bagian tengah dengan menggunakan mesin bor selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Bahan yang telah dilubangi sebelumnya akan dibentuk lengkungan di sisi atas dan sisi bawah menggunakan mesin <i>jig saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
5	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
6	<b>Komponen Tatakan Dinamo</b>
	<b>Komponen Tatakan Dinamo dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 7,2 cm dan lebar 2 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama <i>Z</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dibuat 4 lubang berbentuk kotak dengan menggunakan mesin bor selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
7	<b>Komponen Sisi Bagian Bawah Penyedot</b>
	<b>Komponen Sisi Bagian Bawah Penyedot dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 5 cm dan lebar 3,3 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama <i>Z</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>

8	<b>Komponen Sisi Bagian Samping Penyedot</b>
	<b>Komponen Sisi Bagian Samping Penyedot dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 4,5 cm dan lebar 2,5 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama <i>Z</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
9	<b>Komponen Sisi Bagian Atas Penyedot</b>
	<b>Komponen Sisi Bagian Atas Penyedot dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 5 cm dan lebar 4,7 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama <i>Z</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan diampas satu-persatu dengan amplas selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
10	<b>Komponen Handle</b>
	<b>Komponen Handle dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 6 cm dan lebar 3,5 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama <i>Z</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dibuat lengkungan dengan menggunakan <i>jig saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
11	<b>Komponen Lubang Kipas</b>
	<b>Komponen Lubang Kipas dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 6,7 cm dan lebar 7,2 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama <i>Z</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dilakukan pelubangan di bagian tengah berbentuk lingkaran dengan diameter 5,4 cm menggunakan <i>hole saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
12	<b>Komponen Kotak Filter Bagian Depan</b>
	<b>Komponen Kotak Filter Bagian Depan dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 6,7 cm dan lebar 6,7 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama <i>Z</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dibuat 4 lubang berbentuk lingkaran kecil yang digunakan untuk memasukkan sekrup menggunakan mesin bor selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Bahan yang telah dipotong akan dilakukan pelubangan di bagian tengah berbentuk lingkaran dengan diameter 5,4 cm menggunakan <i>hole saw</i> selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>
5	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama <i>x</i> detik dalam satuan <i>batch</i>



13	<b>Komponen Kotak Filter Bagian Belakang</b>
	<b>Komponen Kotak Filter Bagian Belakang dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 6,7 cm dan lebar 6,7 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama $Z$ detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dilakukan pemotongan sudut di sisi atas dan sisi bawah dengan mesin <i>jig saw</i> selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Setelah bahan dilakukan pemotongan sudut akan dibuat 4 lubang kecil berbentuk lingkaran dengan menggunakan mesin bor yang digunakan untuk memasukkan sekrup selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
5	Bahan yang telah dilubangi sebelumnya akan dilakukan pelubangan di bagian tengah berbentuk lingkaran dengan diameter 5,4 cm menggunakan <i>hole saw</i> selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
6	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
14	<b>Komponen Tatakan Baterai</b>
	<b>Komponen Tatakan Baterai dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 6,7 cm dan lebar 7,2 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama $Z$ detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Bahan yang telah dipotong menjadi bentuk yang sesuai dengan pola akan dilakukan pemotongan sudut dengan mesin <i>jig saw</i> di kedua ujung sisi bagian bawah selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Setelah bahan dilakukan pemotongan sudut akan dibuat 2 lubang kecil berbentuk lingkaran dengan menggunakan mesin bor selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
5	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
15	<b>Komponen Tempat Dinamo</b>
	<b>Komponen Tempat Dinamo dibuat dari kayu balsa ukuran 50 x 10 x 0,2 cm</b>
Proses	Keterangan
1	Bahan diukur dan dipola dengan panjang 6,75 cm dan lebar 2,25 cm setiap komponennya menggunakan penggaris selama $Z$ detik dalam satuan <i>batch</i>
2	Bahan dipotong menggunakan <i>arm saw</i> selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
3	Setelah bahan dilakukan pemotongan sudut akan dibuat lubang dengan menggunakan mesin bor selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>
4	Bahan diampas satu - persatu dengan amplas selama $x$ detik dalam satuan <i>batch</i>

Mainan Rakitan Robot Penyapu Elektronik	
Perakitan komponen yang telah dibuat	
Proses	Keterangan
16	
1	(Sub-Perakitan 1): Kotak filter bagian depan dan belakang akan dirakit dengan menyisipkan terlebih dahulu 1 lembar kain <i>filter</i> di antara kedua kotak <i>filter</i> , kemudian ketiga komponen tersebut di satukan dengan memasang 4 buah sekrup menggunakan obeng dalam waktu 150 detik di meja kerja.
2	(Perakitan 1): Sub-Perakitan 1 akan dirakit dengan badan bagian bawah dalam waktu 2 detik di meja kerja.
3	(Sub-sub Perakitan 1): Dinamo akan dipasang pada 2 tempat dinamo dalam waktu 11 detik di meja kerja.
4	Sub-sub Perakitan 2): Sub-sub Perakitan 1 akan dipasangkan dengan tatakan dinamo dalam waktu 10 detik di meja kerja.
5	(Sub-sub Perakitan 3): Ujung dinamo pada sub-sub Perakitan 2 akan dipasangkan baling-baling dalam waktu 3 detik di meja kerja.
6	(Sub-sub Perakitan 4): Tombol <i>switch on/off</i> akan dimasukkan ke salah satu lubang yang berbentuk lingkaran di badan bagian atas dan dikencangkan menggunakan 2 mur, 1 mur bergerigi, dan 1 mur lingkaran dalam waktu 33 detik di meja kerja.
7	(Sub-sub Perakitan 5): Dua buah <i>handle</i> akan dimasukkan ke lubang berbentuk persegi pada badan bagian atas yang telah menjadi sub-sub perakitan 4 dan dikencangkan dengan 4 buah pengunci <i>handle</i> dalam waktu 22 detik di meja kerja.
8	(Sub-sub Perakitan 6): Tempat baterai akan ditempelkan pada tatakan baterai menggunakan <i>double tape</i> dalam waktu 15 detik di meja kerja.
9	(Sub-sub Perakitan 7): Sub-sub perakitan 3 akan dihubungkan dengan sub-sub perakitan 5 dengan cara memasang salah satu ujung kabel hitam ke dinamo pada sub-sub perakitan 3 dan memasang salah satu ujungnya lagi ke tombol <i>switch on/off</i> di sub-sub perakitan 5 dalam waktu 19 detik di meja kerja.
10	(Sub-Perakitan 2): Sub-sub perakitan 6 akan dihubungkan dengan sub-sub perakitan 7, dengan cara memasang kabel yang ada di tempat baterai ke dinamo dan tombol <i>switch on/off</i> dalam waktu 19 detik di meja kerja.
11	(Perakitan 2): Perakitan 1 akan dipasangkan dengan sub-perakitan 2 dengan cara memasang sub-perakitan 2 pada lubang yang berbentuk persegi di badan bagian bawah dalam waktu 43 detik di meja kerja.
12	(Perakitan 3): Perakitan 2 akan dipasangkan dengan lubang kipas pada lubang yang berbentuk lonjong di badan bagian bawah dalam waktu 4 detik di meja kerja.
13	(Perakitan 4): Perakitan 3 akan dipasangkan dengan 2 badan bagian samping dalam waktu 17 detik di meja kerja.
14	(Perakitan 5): Perakitan 4 akan dipasangkan dengan badan bagian belakang dalam waktu 10 detik di meja kerja.
15	(Perakitan 6): Perakitan 5 akan dipasangkan dengan badan bagian depan dalam waktu 4 detik di meja kerja.
16	(Perakitan 7): Tempat karet pada badan bagian depan dan tempat karet pada badan bagian samping akan dihubungkan dengan 2 buah karet gelang dalam waktu 14 detik di meja kerja.
17	(Sub-sub Perakitan 8): Sisi bagian bawah penyedot akan dipasangkan dengan 2 sisi samping penyedot dalam waktu 6 detik di meja kerja.
18	(Sub-Perakitan 3): Sub-sub perakitan 8 akan dipasangkan dengan sisi bagian atas penyedot dalam waktu 5 detik di meja kerja.
19	(Perakitan 8): Sub-perakitan 3 akan dipasangkan dengan perakitan 7 dalam waktu 7 detik di meja kerja.
Inspeksi	Perakitan 8 akan diinspeksi selama X detik di meja inspeksi.
20	Perakitan 8 akan di- <i>packing</i> ke dalam dus ditambahkan dengan 1 buku panduan dan 1 QR Code kemudian dirapatkan dengan <i>double tape</i> dengan x cm selama 25 detik di meja <i>packing</i> .

Berikut adalah data-data ukuran, berat, dan jumlah kedatangan bahan yang diperlukan untuk membantu pengolahan data:

No	Bahan	Ukuran (cm)			Berat (gr)	Jumlah Kedatangan	Satuan
		p	l	t			
1	Kayu Balsa	100	10	0.2			
2	Kayu Balsa	50	10	0.2			
3	Baling-baling				130	1	Buah
4	Tombol <i>switch on/off</i>				19	1	Buah
5	Dinamo				25	1	Buah
6	Tempat Baterai				18	1	Buah
7	Buku Panduan	12	6			1	Buah
8	Kabel Hitam	5000				1	Roll
9	Karet				80	700	Buah
10	Pengunci <i>Handle</i>					2000	Buah
11	Dus	15	15	3		40	Buah
12	<i>Double Tape</i>	800	2.4			1	Buah
13	<i>Filter</i>	6.7	6.7			140	Lembar
14	Sekrup				100	100	Buah
15	Mur				20	10	Buah
16	Mur Bergerigi				10	10	Buah
17	Mur Lingkaran				500	100	Buah
18	QR Code	5	5			100	Buah

# MODUL 1

## ***TIME SERIES FORECASTING***

### 1.1. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Praktikan mampu mengenal, memahami, dan membedakan metode peramalan *time series* (deret waktu).
2. Praktikan mampu menggunakan beberapa metode peramalan.
3. Praktikan mampu menganalisis hasil yang diperoleh dari perhitungan peramalan.

### 1.2. LANDASAN TEORI

Peramalan merupakan kegiatan memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Perusahaan yang membuat produk *Make to Stock* (MTS) maupun produk *Make to Order* (MTO) menggunakan peramalan sebagai dasar pengambilan keputusan. Berikut adalah lima prinsip dari peramalan yang harus dipertimbangkan:

- a. Peramalan melibatkan kesalahan (*error*).
- b. Peramalan termasuk pengukuran kesalahan peramalan.
- c. Peramalan *family* lebih akurat dibandingkan peramalan individu produk.
- d. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibandingkan peramalan jangka panjang.
- e. Jika memungkinkan, hitung permintaan dibandingkan peramalan. Bagi produk

Metode peramalan dapat diklasifikasi menjadi dua kelompok utama, yaitu kualitatif dan kuantitatif. Peramalan kuantitatif dapat diterapkan bila terdapat tiga kondisi berikut:

- a. Terdapat informasi dari masa lalu
- b. Informasi tersebut berbentuk data numerik
- c. Asumsikan pola masa lalu akan terulang di masa yang akan datang

Metode peramalan *Time Series* sendiri merupakan peramalan yang bersifat kuantitatif. Metode ini dipilih karena peramalan tersebut mempunyai komputasi efisien, tidak mahal, serta faktor eksternal yang mempengaruhi permintaan belum tersedia tepat waktu pada saat akan melaksanakan peramalan. Metode ini didasarkan atas penggunaan analisis pola hubungan antara variabel yang diperkirakan dengan variabel waktu, yang merupakan deret waktu, atau "*time series*". Metode ini paling banyak digunakan untuk peramalan jangka pendek. Asumsi pokok metode ini adalah

data masa lalu merupakan prediktor beralasan yang dapat digunakan untuk masa mendatang.

Metode *Time Series* dapat dibagi menjadi:

- a. Proses konstan
- b. Proses *trend*
- c. Proses musiman
- d. Metode peramalan lainnya → Pegels dan *Least Square*

Pemilihan metode peramalan hanya berdasarkan grafik tidak menjamin hasil peramalan akurat. Hal ini disebabkan karena skala grafik yang dipergunakan akan mempengaruhi gambar grafik yang terlihat sehingga terjadi bias. Agar metode yang dipilih akurat, maka digunakan *Coefficient of Variation* (CV) untuk membuktikannya. Bila hasil  $CV \leq 0,2$  maka data *stasioner*, jika sebaliknya maka data *non-stasioner*. Dimana CV didapatkan melalui rumus dibawah ini:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

Metode peramalan stasioner terdiri dari metode peramalan konstan, sedangkan metode peramalan non-stasioner terdiri dari metode peramalan *trend*, musiman, dan *trend + musiman*. Metode peramalan *Time Series* yang dapat dilakukan:

- a. *Simple Average* (SA)

Nilai ramalan yang akan datang merupakan rata-rata dari semua data masa lalu. Cocok untuk pola konstan.

- b. *Moving Average* (MA)

Tergolong metode rata-rata. *Moving average* n periode berarti hanya data dari n periode terakhir yang diambil. Tiap data mempunyai bobot yang sama.

- c. *Weighted Moving Average* (WMA)

Sama dengan metode *Moving average*, tetapi tiap data mempunyai bobot yang berbeda.

- d. *Single Exponential Smoothing* (SES)

Termasuk metode *exponential smoothing* dengan 1 parameter. Cocok untuk pola data konstan.

- e. *Double Exponential Smoothing* (DES)

Termasuk metode *exponential smoothing* dengan 2 parameter. Cocok untuk pola data *trend*.

f. Seri Peramalan Pegels

Merupakan metode *exponential smoothing* yang melakukan pemisahan proses *trend* dan musiman dan dibedakan dengan sifat aditif (*linear*) atau multiplikatif (*non linear*). Pegels (1969) menciptakan metode dasar *exponential smoothing* yang tergantung pada beberapa karakteristik yang berbeda. Pegels (1969) menyarankan sembilan persamaan peramalan yang secara total dibentuk oleh tiga komponen *trend* yang berbeda dan tiga komponen musiman yang berbeda. Persamaan tersebut memiliki karakteristik yang mudah dan fleksibel untuk menangani model peramalan yang berbeda.

Hasil peramalan yang akurat memiliki *error* yang kecil. Contoh metode perhitungan *error*, yaitu:

- a. CFE (*Cumulative Forecast Error/Sum of Forecast Error*)
- b. MAD (*Mean Absolute Deviation*)
- c. MSE (*Mean Squared Error*)
- d. MAPE (*Mean Absolute Percentage of Error*)

Semakin baik hasil peramalan, makin kecil nilai MAD, MSE, dan MAPE. Peramalan yang akurat akan menghasilkan nilai CFE yang mendekati nol.

Hasil peramalan yang telah dihitung kemudian harus divalidasi. Proses validasi bertujuan untuk memonitor performansi peramalan dan menandai produk yang mendapat perhatian dimana peramalan bias terlalu tinggi atau terlalu rendah, serta memberikan tanda bahwa kondisi mengalami perubahan dan model peramalan atau koefisiennya perlu direvisi. Proses validasi tersebut dapat dilaksanakan dengan menghitung nilai *tracking signal* dan membandingkannya dengan batas atas dan batas bawah yang sudah ditentukan. Jika nilai *tracking signal* pada suatu periode jatuh di luar batas, maka perlu diberikan tanda dan dilakukan analisa untuk mengetahui penyebab hasil peramalan tersebut terletak di luar batas serta menjadi bahan pertimbangan untuk melaksanakan revisi.



### 1.3. DATA KELOMPOK

Periode	Dylan Wang	Na Jaemin	Doyoung	Haechan	Lee Jen0	Eun Wo	Renjun	Jisung	Yuta	Chang Wook	Jaehyun	Win Win	Jung Woo	Taecil	Johnny	Min Ho	Mark Lee	Xiao Jun
1	8575	3375	4729	5761	3386	3044	10302	3142	4509	4560	8109	4701	3367	4700	6220	5262	3082	2700
2	9631	3347	5022	6129	4574	3312	13074	3198	4836	4815	7453	4608	3409	4743	6152	5670	3164	3059
3	14069	3795	5185	5656	4889	3552	8932	3116	4695	4947	8788	4938	3258	5249	6484	6273	3294	3159
4	9042	3622	5270	5425	4719	3464	13173	3436	4938	5439	6506	5139	3461	5354	6720	6900	3262	3239
5	13899	3514	5683	5306	3960	3000	8454	3248	5253	5577	5751	5673	3335	5261	6060	7677	3480	3374
6	14625	4053	5696	5933	3883	3598	15521	3110	5415	4926	5040	5757	3474	4812	6940	5067	3622	3620
7	9768	4348	5532	5604	3481	3656	12524	3496	6051	5172	5255	5430	3272	4650	7176	4665	3376	3473
8	10280	4561	5749	6241	3529	3380	10032	3714	6192	5688	5444	5397	3211	5404	7800	5472	3844	3282
9	14641	5021	6130	5474	3672	3196	15268	3912	6951	5910	5159	5757	3495	5856	8036	6594	4532	2951
10	8272	4343	6461	6220	3756	3980	9532	4018	6192	6021	5840	6141	3751	6188	8848	7101	4198	3152
11	14245	4684	6782	6027	4123	4312	14834	3696	5721	5568	5620	6393	4154	6138	10508	7620	3456	3401
12	14707	4810	6124	6703	4374	4212	11490	4214	5043	6309	6212	5703	4681	5373	9564	5655	3582	3521
13	9801	4869	6625	7280	3806	3660	8635	4412	5997	6885	6823	5940	4427	5270	8896	4500	3774	4038
14	12606	5104	7019	6741	4530	4724	14652	4500	6555	7761	7380	6915	4725	5897	7952	5559	3984	4445
15	16203	5430	7447	8215	4645	4882	9185	4734	6921	7368	7863	7137	4835	7075	8268	5874	4200	4351
16	8965	5608	7847	9016	5137	4626	13503	4938	6972	6033	6436	7221	4654	7558	8704	8394	4482	4212
17	13789	5819	8090	8593	5300	4212	9746	4974	7200	7026	7575	7863	4833	7797	9164	9000	4816	3636
18	14185	6385	8030	9352	5492	5154	15389	4398	7479	7998	8020	8271	5137	7227	9656	8394	5054	4585
19	8729	6196	8442	9566	5694	5280	10692	4590	7749	8043	8842	8694	5498	5602	10344	5214	5340	4972
20	11589	5705	8635	10154	5883	5190	13519	4660	7974	8277	8666	8541	5689	5518	10828	6174	5410	5183
21	12832	5888	9066	9982	6092	5138	10593	5454	8226	7311	8951	8034	5998	6808	10912	7938	5730	5346
22	13937	6123	8414	9443	5833	5720	16137	5678	8565	8550	9258	8247	5742	8984	11416	8802	5338	5400
23	8729	6482	9158	10080	6431	5960	9229	5802	8781	8910	9501	8865	6145	9006	11920	8610	5608	5046
24	12766	6537	9438	10315	6369	5950	14179	5986	8994	8991	9268	8538	6225	8405	11684	6522	5998	4988

## 1.4. TUGAS LAPORAN

### BAB 1 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 1.1. *Plotting Data Demand*

*Plot data demand* masing-masing kelompok menggunakan *scatter diagram* pada program Ms. Excel. Pada saat melakukan *plotting*, **pastikan skala pada grafik tidak diubah sama sekali (*default*)**, sehingga mengikuti format awal dari Ms. Excel.

#### 1.2. Perhitungan CV

Hitung nilai CV dan tentukan jenis data permintaan (**stasioner atau non-stasioner**), kemudian tentukan metode peramalan yang sesuai dengan hasil perhitungan CV.

#### 1.3. *Forecasting Demand*

Meramalkan permintaan menggunakan metode yang sesuai dengan data yang dimiliki.

Metode yang dapat digunakan untuk data stasioner, yaitu:

- a. *Last Data Point (LDP)*
- b. Rata-rata (*Average*)
- c. Rata-rata Bergerak (*Moving Average*)
- d. Rata-rata Bergerak Terbobot (*Weighted Moving Average*)
- e. *Exponential Smoothing* (Pegels A1)

Metode yang digunakan untuk data non-stasioner, yaitu:

- a. Pola *Trend*:
  - *Double Moving Average*
  - *Double Exponential Smoothing* (Pegels B1, *trend* aditif)
  - Pegels C1 (*trend* multiplikatif)
- b. Pola Musiman:
  - Pegels A2 (musiman aditif)
  - Pegels A3 (musiman multiplikatif)
- c. Pola Musiman dengan *Trend*:
  - Pegels B2 (*trend* aditif, musiman aditif)
  - Pegels B3 (*trend* aditif, musiman multiplikatif)
  - Pegels C2 (*trend* multiplikatif, musiman aditif)



- Pegels C3 (*trend* multiplikatif, musiman multiplikatif)

Dalam praktikum ini, khusus untuk data non-stasioner dibagi menjadi **3 pola utama**, yaitu ***trend***, **musiman** dan ***trend* + musiman**. Metode yang akan digunakan untuk setiap pola mengikuti ketentuan sebagai berikut:

- Untuk praktikan yang mendapatkan **pola *trend***, akan mengerjakan **seluruh metode *trend***, **1 metode *trend* + musiman**, **1 metode konstan** dan **1 metode musiman**. Untuk metode ***trend* + musiman**, metode **konstan dan metode musiman** yang akan dikerjakan oleh praktikan akan **ditentukan oleh asisten masing-masing**.
- Untuk praktikan yang mendapatkan **pola musiman atau *trend* + musiman** akan mengerjakan **seluruh metode musiman**, **1 metode *trend* + musiman**, **1 metode konstan** dan **1 metode *trend***. Untuk metode ***trend* + musiman**, metode **konstan dan metode *trend*** yang akan dikerjakan oleh praktikan akan **ditentukan oleh asisten masing-masing**.

Total metode yang harus dikerjakan oleh praktikan:

***Trend*** = 3 metode *trend*, 1 metode *trend* + musiman, 1 metode konstan, 1 metode musiman = 6 metode

**Musiman atau *trend* + musiman** = 2 metode musiman, 1 metode *trend* + musiman, 1 metode konstan, 1 metode *trend* = 5 metode

Untuk metode *Double Moving Average* dan Pegels dapat menggunakan nilai  $N = 5, 6$  dan  $7$  yang **ditentukan oleh asisten masing-masing**.

Nilai  $\alpha = \frac{2}{N+1}$ ;  $\beta = 0,5$ ;  $\gamma = 0,3$ ;  $\delta = 0,5$ ; dan  $\theta = 0,8$ .

Inisialisasi:

- Pegels A1 (Konstan)

Nilai  $S_0$  tidak ada, sehingga nilai inisialisasi  $S_0$  didapatkan dari: **rata-rata semua data permintaan**.

- Pegels A2 (Musiman Aditif)

Nilai  $S_0$  tidak ada, sehingga nilai inisialisasi  $S_0$  didapatkan dari: **rata-rata semua permintaan**.

Inisialisasi C:

**Estimasi indeks musiman = data permintaan – estimasi garis *trend***

Periode	2020	2021	Rata-rata	Inisialisasi
Januari	$d_1 - S_0$	$d_{13} - S_0$		C-11
Februari	$d_2 - S_0$	$d_{14} - S_0$		C-10

- Pegels A3 (Musiman Multiplikatif)

Nilai  $S_0$  tidak ada, sehingga nilai inisialisasi  $S_0$  didapatkan dari: **rata-rata semua permintaan.**

Inisialisasi D:

**Estimasi indeks musiman = data permintaan/estimasi garis trend**

Periode	2020	2021	Rata-rata	Inisialisasi
Januari	$d_1 / S_0$	$d_{13} / S_0$		D-11
Februari	$d_2 / S_0$	$d_{14} / S_0$		D-10

- Pegels B1 (Trend Aditif)

Nilai  $A_0$  tidak ada, sehingga nilai inisialisasi  $A_0$  didapatkan dari:

Rata-rata permintaan 2020 =  $S_{6.5}$

Rata-rata permintaan 2021 =  $S_{18.5}$

$S_t = A_0 (t-a) + S_a$

$S_{18.5} = A_0 (18.5-6.5) + S_{6.5}$  atau selisih trend =  $(S_{18.5} - S_{6.5})/12 = A_0$

Nilai  $S_0$  tidak ada, sehingga nilai inisialisasi  $S_0$  didapatkan dari:

$S_t = A_0 (t-a) + S_a$

$S_{6.5} = A_0 (6.5-0) + S_0$

- Pegels B2

Inisialisasi nilai  $A_0$  dan  $S_0$  sama seperti Pegels B1.

Inisialisasi nilai C:

**Estimasi garis trend (inisialisasi  $S_t$ ) = Inisialisasi  $S_{t-1} + A_0$**

Periode	2020	2021
Januari	Inisialisasi $S_0 + A_0$	Inisialisasi $S_{12} + A_0$
Februari	Inisialisasi $S_1 + A_0$	Inisialisasi $S_{13} + A_0$

**Indeks musiman = demand – estimasi garis trend**

Periode	2020	2021	Rata-rata	Inisialisasi
Januari	$d_1 - \text{Inisialisasi } S_1$	$d_{13} - \text{Inisialisasi } S_{13}$		C-11
Februari	$d_2 - \text{Inisialisasi } S_2$	$d_{14} - \text{Inisialisasi } S_{14}$		C-10

- Pegels B3

Inisialisasi nilai  $A_0$  dan  $S_0$  sama seperti Pegels B<sub>1</sub>.

Inisialisasi nilai D:

Cara mencari estimasi garis *trend* sama seperti Pegels B2.

**Estimasi indeks musiman = demand/estimasi garis trend**

Periode	2020	2021	Rata-rata	Normalisasi	Inisialisasi
Januari	$d_1$ / Inisialisasi $S_1$	$d_{13}$ / Inisialisasi $S_{13}$			C <sub>-11</sub>
Februari	$d_2$ / Inisialisasi $S_2$	$d_{14}$ / Inisialisasi $S_{14}$			C <sub>-10</sub>

- Pegels C1

Rata-rata permintaan 2020 =  $S_{6.5}$

Rata-rata permintaan 2021 =  $S_{18.5}$

Nilai  $B_0$  tidak ada, sehingga nilai inisialisasi  $B_0$  didapatkan dari:

$$\sqrt[12]{\frac{S_{18.5}}{S_{6.5}}}$$

Nilai  $S_0$  tidak ada, sehingga nilai inisialisasi  $S_0$  didapatkan dari:

$$S_t = B_0^{(t-a)} S_a$$

$$S_{6.5} = B_0^{(6.5-0)} S_0$$

- Pegels C2

Inisialisasi nilai  $S_0$  dan  $B_0$  sama seperti Pegels C1.

Inisialisasi nilai C:

**Estimasi garis trend (inisialisasi  $S_t$ ) = Inisialisasi  $S_{t-1}$  \*  $B_0$**

Periode	2020	2021
Januari	Inisialisasi $S_0$ * $B_0$	Inisialisasi $S_{12}$ * $B_0$
Februari	Inisialisasi $S_1$ * $B_0$	Inisialisasi $S_{13}$ * $B_0$

**Estimasi indeks musiman = demand – estimasi garis trend**

Periode	2020	2021	Rata-rata	Inisialisasi
Januari	$d_1$ - Inisialisasi $S_1$	$d_{13}$ - Inisialisasi $S_{13}$		C <sub>-11</sub>
Februari	$d_2$ - Inisialisasi $S_2$	$d_{14}$ - Inisialisasi $S_{14}$		C <sub>-10</sub>

- Pegels C3

Inisialisasi nilai  $S_0$  dan  $B_0$  sama seperti Pegels C1.

Inisialisasi nilai D:

Cara mencari estimasi garis *trend* sama seperti Pegels C2.

**Estimasi indeks musiman = *demand*/estimasi garis *trend***

Periode	2020	2021	Rata-rata	Normalisasi	Inisialisasi
Januari	$d_1$ / Inisialisasi $S_1$	$d_{13}$ / Inisialisasi $S_{13}$			$C_{-11}$
Februari	$d_2$ / Inisialisasi $S_2$	$d_{14}$ / Inisialisasi $S_{14}$			$C_{-10}$

1.4. Nilai *Error* Hasil Peramalan

Membuat tabel rangkuman hasil *error* menggunakan **salah satu metode perhitungan *error* (MAD, MSE dan MAPE)** dari setiap peramalan yang dibuat, kemudian menentukan **metode peramalan terbaik** sesuai dengan data yang dimiliki.

1.5. Validasi

Melakukan validasi hasil peramalan yang sudah dilakukan dengan metode *Tracking Signal* yang dikemukakan oleh **Brown**.

1.6. *Demand* Penyesuaian

Membuat tabel untuk hasil peramalan yang didapatkan dari metode terpilih pada point 1.4, kemudian hitung *demand* penyesuaian dengan menggunakan rumus:

$$\text{Demand penyesuaian} = \frac{\text{Forecast demand}}{100\% - \% \text{ cacat}}, \text{ dengan nilai \% cacat} = 1\%.$$

Periode	<i>Demand</i>	<i>Forecast Demand</i>	<i>Demand</i> Penyesuaian	Pembulatan
1				

**BAB 2 ANALISIS**

- 2.1. Analisis produk lebih cocok menggunakan data stasioner/non stasioner
- 2.2. Analisis pertimbangan pemilihan nilai N yang digunakan dalam pengolahan data
- 2.3. Analisis kecocokan *plotting* data *demand* terhadap metode peramalan yang terpilih
- 2.4. Analisis pemilihan metode yang terbaik
- 2.5. Analisis mengenai hasil dari *demand* penyesuaian yang telah diperoleh

- 2.6. Analisis kelebihan dan kekurangan metode *error* yang digunakan dalam pengolahan data
- 2.7. Analisis hasil validasi peramalan
- 2.8. Analisis hal yang akan terjadi jika menggunakan metode stasioner untuk melakukan *forecasting* terhadap data non-stasioner
- 2.9. Analisis nilai *error* yang terbaik bagi suatu perusahaan serta berikan saran bagi perusahaan untuk meminimasi nilai *error*

### **BAB 3 KESIMPULAN**

- 3.1. Kesimpulan
- 3.2. Saran untuk modul praktikum, pelaksanaan praktikum, dan asisten



## **MODUL 2**

### ***LINE BALANCING***

#### **2.1. TUJUAN PRAKTIKUM**

1. Praktikan mampu menganalisis masalah-masalah dalam sistem produksi lintas perakitan sederhana.
2. Praktikan mampu menghitung parameter suatu lintasan perakitan, yaitu kapasitas stasiun kerja, kapasitas lini, dan waktu lini siklus perakitan.
3. Praktikan dapat mengukur performansi suatu lintas perakitan dan memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi.
4. Praktikan mampu merancang lintas perakitan yang baru dari lintas perakitan yang sudah ada dan mampu menganalisis hasilnya.

#### **2.2. LANDASAN TEORI**

*Line balancing* merupakan metode untuk memecahkan masalah penentuan jumlah orang dan/atau mesin beserta tugas-tugas yang diberikan dalam suatu lintasan produksi. Definisi lain dari *line balancing* yaitu sekelompok orang atau mesin yang melakukan tugas-tugas sekuensial dalam merakit suatu produk yang diberikan kepada masing-masing sumber daya secara seimbang dalam setiap lintasan produksi, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja. Fungsi dari *line balancing* adalah membuat suatu lintasan yang seimbang. Tujuan pokok dari penyeimbangan lintasan adalah memaksimalkan kecepatan di tiap stasiun kerja, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di tiap stasiun kerja tersebut.

Tujuan penggunaan *line balancing*

- a. Untuk menyeimbangkan beban kerja antar stasiun kerja sehingga diperoleh hasil yang optimal, yaitu efisiensi yang tinggi dimana *delay* dan antrian dapat ditekan seminimal mungkin.
- b. Untuk memperbesar kapasitas produksi.

Lini produksi adalah penempatan area-area kerja, dimana operasi-operasi diatur secara berurutan dan material bergerak secara kontinu melalui operasi yang terangkai seimbang. Menurut karakteristik produksinya, lini produksi dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- a. *Fabrication Line* (lini fabrikasi): merupakan lintasan produksi yang terdiri atas sejumlah operasi pekerjaan yang bersifat membentuk atau mengubah bentuk benda kerja.
- b. *Assembly Line* (lini perakitan): merupakan lintasan produksi yang terdiri atas sejumlah operasi perakitan yang dikerjakan pada beberapa stasiun kerja dan digabungkan menjadi benda *assembly* atau *subassembly*.

Gejala ketidakseimbangan lintasan produksi ditandai dengan:

- a. Adanya stasiun kerja yang sibuk dan *idle* yang mencolok.
- b. Adanya penumpukan *work in process* yang menunggu untuk diproses pada beberapa stasiun kerja.

Terdapat beberapa istilah yang biasa digunakan dalam *line balancing*, yaitu:

- a. *Precedence diagram*

*Precedence diagram* merupakan gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang tujuannya mempermudah pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di dalamnya.

- b. *Work element*

*Work element* atau elemen kerja merupakan bagian terkecil dari seluruh proses perakitan yang dilakukan.

- c. Waktu operasi

Waktu operasi adalah waktu standar untuk menyelesaikan suatu operasi.

- d. *Cycle time* (Waktu Siklus atau WS)

*Cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk per satu stasiun.

$$WS = \frac{WK * \% \text{ efisiensi} * \% \text{ utilisasi}}{TP}$$

$$TP = \frac{\sum \text{round up forecast}}{\sum \text{minggu dalam 1 tahun}}$$

Keterangan:

WK = waktu kerja efektif

TP = target produksi

$$WS_i = \text{maksimasi } (t_i \text{ maks ; WS})$$

Keterangan:



$WS_i$  = waktu siklus aktual

$t_i$  maks = waktu elemen kerja terbesar

e. *Work station* (Stasiun Kerja atau SK)

*Work station* adalah lokasi pada lini perakitan dimana sebuah elemen kerja atau lebih dilakukan.

$$\text{Jumlah SK} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{WS_i}$$

Keterangan:

$t_i$  = waktu masing-masing elemen kerja

$WS_i$  = waktu siklus aktual

f. Efisiensi *work station*

Efisiensi *work station* digunakan untuk mengetahui persentase perbandingan antara total waktu dalam *work station* dengan *cycle time*.

g. *Station time* dan *idle time*

*Station time* merupakan jumlah waktu dari elemen kerja yang dilakukan pada suatu stasiun kerja yang sama, sedangkan *idle time* merupakan selisih antara *cycle time* dengan *station time*.

$$\text{Idle Time} = WS - ST$$

h. *Assembled product*

Produk yang melalui sebuah urutan dari stasiun kerja dimana tiap stasiun kerja memberikan proses tertentu hingga selesai menjadi produk akhir pada stasiun kerja terakhir.

Ukuran efektivitas lini perakitan terdiri dari 3 yaitu:

a. *Line Efficiency*

*Line efficiency* adalah rasio dari total waktu stasiun kerja terhadap waktu siklus dikalikan dengan jumlah stasiun kerja.

$$EL = \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{K * WS}$$

Keterangan:

$ST_i$  = waktu siklus stasiun ke-i

$K$  = jumlah stasiun kerja

$WS$  = waktu siklus

b. *Balance Delay*

*Balance delay* digunakan untuk mengetahui seberapa besar waktu mengganggu dalam



suatu lintasan.

$$BD = \frac{k \cdot WS - \sum_{i=1}^K t_i}{k \cdot WS}$$

Keterangan:

K = jumlah stasiun kerja

WS = waktu siklus

$t_i$  = waktu elemen kerja ke- $i$

c. *Smoothness Index*

*Smoothness index* adalah indeks yang menunjukkan kemulusan relatif dari sebuah lini perakitan.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_{maks} - ST_i)^2}$$

Keterangan:

$ST_{maks}$  = waktu stasiun maksimum

$ST_i$  = waktu stasiun ke- $i$

Terdapat 10 langkah pemecahan masalah *line balancing*. Langkah-langkah pemecahan masalah *line balancing* adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi tugas-tugas individual atau aktivitas yang akan dilakukan.
- b. Menentukan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap tugas itu.
- c. Menetapkan *precedence constraints*, jika ada yang berkaitan dengan setiap tugas.
- d. Menentukan *output* dari *assembly line* yang dibutuhkan.
- e. Menentukan waktu total yang tersedia untuk memproduksi *output*.
- f. Menghitung *cycle time* yang dibutuhkan, misalnya waktu diantara penyelesaian produk yang dibutuhkan untuk penyelesaian *output* yang diinginkan dalam batas toleransi dari waktu (batas waktu yang diizinkan).
- g. Memberikan tugas-tugas pada pekerja dan/ atau mesin.
- h. Menetapkan minimum banyaknya stasiun kerja (*work stations*) yang dibutuhkan untuk memproduksi *output* yang diinginkan.
- i. Menilai efektivitas dan efisiensi dari solusi.
- j. Mencari terobosan-terobosan untuk memperbaiki proses terus-menerus (*continuous process improvement*).

***Helgeson-Birnie Approach (Rank Positional Weight)***

Langkah-langkah:

- a. Buatlah *precedence diagram* sesuai dengan aturan yang seharusnya.
- b. Tentukan *positional weight* (PW) untuk setiap elemen kerja (*positional weight* untuk suatu operasi sesuai dengan waktu terpanjang dari awal operasi).
- c. Susunlah elemen-elemen kerja yang ada sesuai dengan ketentuan pada langkah ke-2. Diurutkan dari *positional weight* tertinggi menuju terendah.
- d. Lakukan pembebanan elemen kerja ke stasiun kerja, dimana elemen yang memiliki *ranking* dan PW tertinggi dibebankan terlebih dahulu.
- e. Apabila ada waktu tersisa pada stasiun kerja yang dibebankan, maka bebankan operasi sesudahnya dengan memperhatikan hubungan pada *precedence diagram* dan waktu stasiun tidak boleh melebihi waktu siklus.
- f. Ulangi langkah d dan e sampai seluruh elemen kerja telah dibebankan ke dalam stasiun kerja.

#### ***Kilbridge-Wester Heuristic (Region Approach)***

Dalam prosedur metode ini, bilangan tertentu ditugaskan untuk setiap operasi untuk mengetahui ada berapa operasi yang menjadi operasi pendahulu operasi tersebut. Berikut ini adalah langkah-langkah dari metode ini:

- a. Buatlah *precedence diagram* untuk semua elemen kerja yang ada. Dalam *precedence diagram*, daftar yang ada di kolom I adalah elemen kerja yang tidak perlu untuk mengikuti elemen kerja lainnya. Pada kolom II, adalah elemen kerja yang harus mengikuti elemen kerja yang ada di kolom I, dan begitu seterusnya.
- b. Hitunglah waktu siklus.
- c. Bebaskan elemen kerja ke stasiun kerja, tetapi waktu stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus.
- d. Hapus elemen yang sudah dibebankan dari total bilangan keseluruhan elemen kerja. Ulangi langkah ke-3.
- e. Apabila waktu stasiun kerja melebihi waktu siklus, maka operasi dasar yang bersangkutan harus dibebankan ke stasiun kerja yang baru.
- f. Ulangi langkah c sampai e hingga semua elemen kerja di bebaskan ke stasiun kerja.

#### ***Moodie Young (Pembebanan Berurut)***

Langkah-langkah:

- a. Menyusun elemen kerja dari waktu maksimum sampai minimum.

- b. Untuk tiap elemen kerja buatlah daftar elemen kerja yang mendahului matriks P (matriks *predecessor*/pendahulu) dan daftar elemen kerja yang mengikuti dalam matriks F (matriks *followers*/pengikut).
- c. Carilah elemen kerja dalam matriks P yang berisi 0 semua. Bila ada 2 elemen kerja atau lebih maka pilih elemen kerja yang memiliki waktu maksimum.
- d. Untuk elemen kerja yang terpilih di langkah 3, bebaskan ke stasiun kerja. Coret elemen kerja tersebut dari matriks P.
- e. Ubah nomor elemen kerja tersebut menjadi 0 di matriks P untuk elemen kerja yang mengikuti elemen kerja tersebut
- f. Ulangi langkah c sampai e hingga semua elemen kerja terbebaskan ke stasiun kerja.

### 2.3. DATA KELOMPOK

Tipe data untuk waktu stasiun inspeksi (detik) adalah sebagai berikut:

Tipe	Task I-1
Arktophile	61
Ailurophile	55
Astrophile	68
Autophile	70
Bibliophile	58
Chronophile	59
Chrysophile	59
Clynophile	69
Cynophile	64
Dendrophile	64
Ergophile	60
Legophile	59
Neophile	66
Opacraphile	50
Selenophile	66
Thallasophile	62
Thallasophile	60
Xenophile	64

Jam kerja:

- Senin : 08.00 – 17.00
- Selasa – Jumat: 08.00 – 16.00
- Istirahat : 12.00 – 13.00

Rumus untuk menghitung waktu kerja tersedia (WK):

WK = lama jam kerja hari Senin + (lama jam kerja hari Selasa-Jumat \* jumlah hari dari hari Selasa-Jumat)

Data efisiensi dan utilisasi adalah sebagai berikut:

No	Tipe	%E	%U
1	Arktophile	89	93
2	Ailurophile	96	95
3	Astrophile	90	94
4	Autophile	89	93
5	Bibliophile	89	88
6	Chronophile	92	92
7	Chrysophile	93	92
8	Clynophile	90	92
9	Cynophile	90	88
10	Dendrophile	96	97
11	Ergophile	95	93
12	Legophile	89	94
13	Neophile	89	95
14	Opacraphile	95	96
15	Selenophile	94	92
16	Thallasophile	93	89
17	Thallasophile	95	98
18	Xenophile	96	95

#### Asumsi dan Batasan

- Data waktu setiap elemen kerja merupakan data waktu yang sudah baku.
- Target Produksi didapatkan dari jumlah *demand*/tahun dari Modul 1 yang sudah disesuaikan.
- Metode yang digunakan: *RPW*, *Region Approach*, *Moodie Young*.
- Syarat penggabungan elemen-elemen kerja untuk sebuah satu stasiun kerja adalah berdasarkan alat atau mesin yang digunakan.
- Setiap pekerja sudah terampil.
- Satu operasi dianggap satu stasiun dikerjakan oleh satu operator untuk lini produksi awal.
- Untuk *Takt Time*, asumsi penambahannya dilakukan untuk jumlah pekerja, tidak ada penambahan jumlah stasiun.
- Pembuatan *line balancing* dan *precedence diagram* hanya dilakukan untuk produk akhir.

## 2.4. TUGAS LAPORAN

### BAB 1 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

- 1.1. Perhitungan Ukuran *Batch*
- 1.2. PPO dan *Precedence Diagram*
- 1.3. Perhitungan Waktu Siklus dan Estimasi Jumlah Stasiun Kerja
- 1.4. Perhitungan EL, SI, BD Sebelum *Line Balancing*
- 1.5. Perhitungan Kapasitas Produksi Sebelum *Line Balancing*

$$\text{Kapasitas Lini} = \frac{\text{WK} * \% \text{efisiensi} * \% \text{utilisasi}}{\text{waktu proses terlama}}$$

- 1.6. Perhitungan *Line Balancing*
  - 1.6.1 Metode RPW
  - 1.6.2 Metode *Region Approach*
  - 1.6.3 Metode *Moodie Young*
- 1.7. Rangkuman EL, SI, BD Sebelum dan Setelah *Line Balancing*
- 1.8. Perhitungan Jumlah Operator

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{WK} * \% \text{efisiensi} * \% \text{utilisasi}}{\text{TP}}$$

- 1.9. Perhitungan Kapasitas Produksi Sesudah *Line Balancing*  
Rumus sama dengan point 1.5
- 1.10. Laju Aliran Produksi Sesudah *Line Balancing*

## BAB 2 ANALISIS

- 2.1. Analisis terhadap penentuan  $WS_i$ , apa dampak yang terjadi jika dalam  $WS_i$  yang terpilih adalah  $t_i$  maks atau sebaliknya yang terpilih adalah  $WS$
- 2.2. Analisis metode terbaik dari metode *line balancing*
- 2.3. Analisis kapasitas produksi sebelum dan sesudah *line balancing*
- 2.4. Analisis jumlah stasiun kerja sebelum dan sesudah *line balancing*
- 2.5. Analisis pengaruh *line balancing* terhadap jumlah tenaga kerja
- 2.6. Analisis ukuran efektivitas lini perakitan yang lama dan baru
- 2.7. Analisis alasan apakah semakin kecil atau besar nilai ukuran efektivitas lini perakitan semakin baik atau sebaliknya
- 2.8. Analisis apakah nilai efisiensi lintasan yang tinggi dapat menjamin target produksi terpenuhi
- 2.9. Analisis perbedaan *Takt Time* dengan waktu siklus (WS) yang memiliki rumus yang sama (khusus untuk yang mengerjakan *takt time*)

- 2.10. Analisis mengapa *precedence diagram* perlu diperhatikan saat melakukan *line balancing*
- 2.11. Analisis apa saja yang perlu diperhatikan jika ingin menggabungkan stasiun kerja
- 2.12. Analisis aliran stasiun kerja pada laju aliran produksi yang sudah dibuat

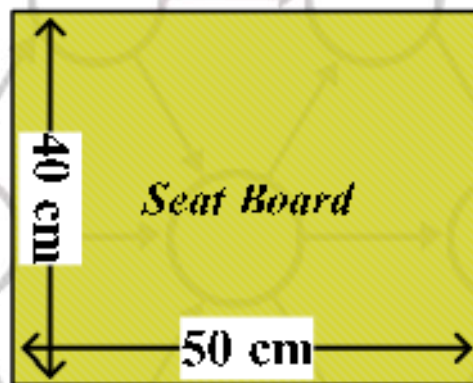
### **BAB 3 KESIMPULAN DAN SARAN**

3.1. Kesimpulan

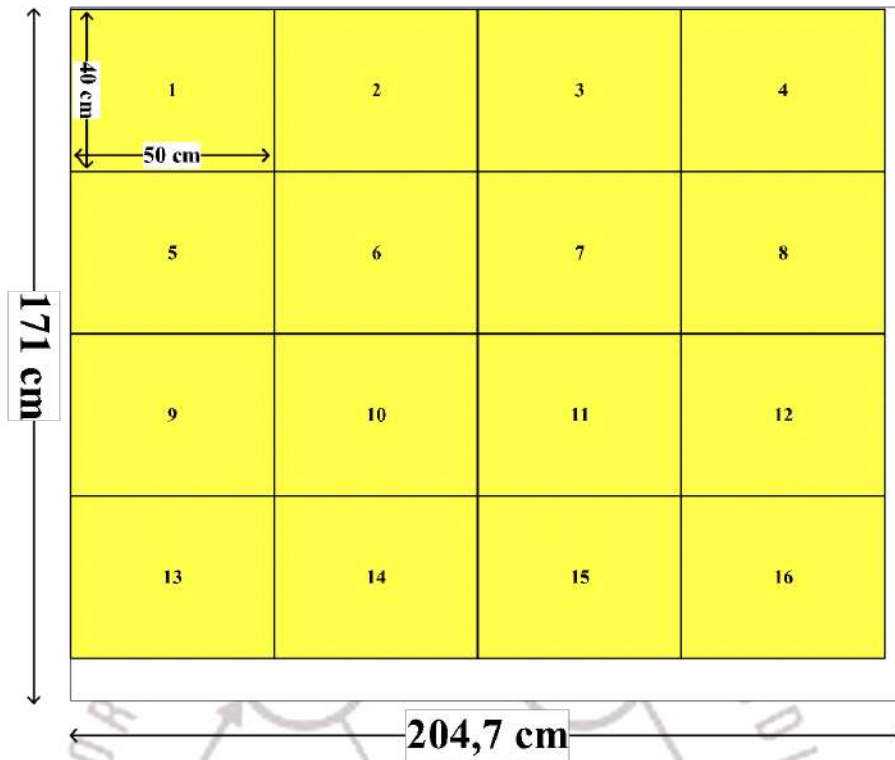
3.2. Saran untuk modul praktikum, pelaksanaan praktikum, dan asisten


### **LAMPIRAN**

Contoh pengukuran ukuran *batch*











Nama Komponen : *Seat Board*  
Material : Triplek C  
Ukuran Komponen : 50 x 40 cm  
Ukuran Bahan : 204.7 x 11 cm  
*Batch* : 16



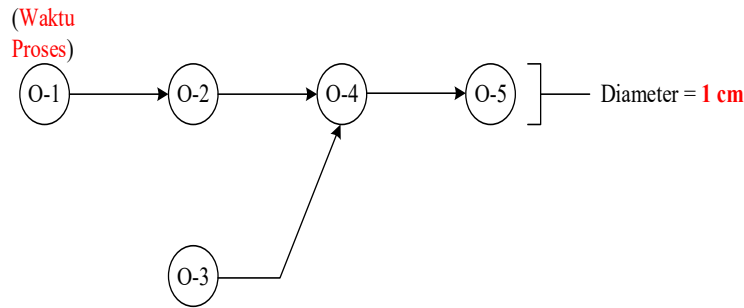
 = Sisa / Scarp

Format dan ukuran PPO

PETA PROSES OPERASI		
No. Produk : 1	Dipetakan Oleh : Asisten	
Nama Produk : Produk01	Tanggal Dipetakan : 20 Desember 2020	
Ukuran Batch : 25		
<p>(Nama Komponen) (Material, p x l x t cm)</p> <div style="text-align: center;"> <p>(Waktu Proses)  (Nama Proses)</p> <p>(Bahan Tambah) →  (Nama Mesin/Alat)</p> <p> (Nama Proses)</p> <p> (Nama Proses)</p> <p></p> </div> <p style="text-align: right;">Diameter = 1 cm</p>		
Ringkasan		
Kegiatan	Jumlah	Waktu
 Operasi		
 Inspeksi		
 Gabungan		
Total	0	0



Format dan ukuran *precedence diagram*



Contoh kalender



Contoh bentuk tabel perhitungan waktu kerja dalam 1 tahun

Tahun	Bulan	Senin	Selasa - Jumat	Sabtu	Jumlah Detik (Senin - Jumat)	Jumlah Detik (Sabtu)
2019	Januari	4	18	4	453600	72000
	Februari	4	15	5	378000	90000
	Maret	5	16	4	403200	72000
	April	4	17	4	428400	72000
	Mei	3	11	4	277200	72000
	Juni	4	17	4	428400	72000
	Juli	4	18	4	453600	72000
	Agustus	4	15	5	378000	90000
	September	4	18	4	453600	72000
	Oktober	4	17	5	428400	90000
	November	5	16	4	403200	72000
	Desember	4	17	4	428400	72000
Total		49	195	51	4914000	918000
			295			



## **MODUL 3**

### ***AGGREGATE PLANNING & ROUGH CUT CAPACITY PLANNING (RCCP)***

#### **3.1. TUJUAN PRAKTIKUM**

1. Praktikan mampu mengenal, memahami, dan membedakan metode-metode dalam perencanaan agregat.
2. Praktikan dapat menganalisis hasil yang diperoleh dari perhitungan perencanaan agregat.
3. Praktikan dapat memahami konsep *Rough Cut Capacity Planning (RCCP)*.
4. Praktikan dapat mengerti konsep kapasitas yang tersedia.
5. Praktikan dapat melakukan pengujian terhadap kelayakan JIP hasil perencanaan agregat dan dapat merevisi JIP apabila tidak layak.

#### **3.2. LANDASAN TEORI**

Dalam perencanaan produksi, hasil peramalan kemudian dijadikan *input* untuk proses *Aggregate Planning* untuk menghasilkan suatu Jadwal Induk Produksi/JIP (*Master Production Schedule/MPS*). Baik untuk perusahaan yang memproduksi *single product* atau *multi product*. Masalah perencanaan agregat dapat diselesaikan dengan dua jenis keputusan yang berbeda, yaitu keputusan dengan memodifikasi permintaan dan keputusan dengan memodifikasi pasokan (*supply*). Dalam perencanaan agregat terdapat beberapa variabel yang dapat dimodifikasi, yaitu:

- a. Mengangkat atau memberhentikan karyawan
- b. Menggunakan lembur dan kerja santai
- c. Menggunakan tenaga kerja paruh-waktu
- d. Menyimpan persediaan
- e. Subkontrak
- f. Melakukan perjanjian kerjasama

Berdasarkan jenis modifikasi variabel, metode *aggregate planning* dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Metode Heuristik

*Pure Strategy*

1. ***Chase Strategy***

- Memenuhi permintaan dengan menambah dan mengurangi jumlah tenaga kerja sesuai dengan tingkat permintaan dalam periode tertentu.
- Biaya yang diperhatikan adalah biaya perekrutan dan pemecatan karyawan dalam penambahan kapasitas produksi.
- Memproduksi tepat sejumlah yang dibutuhkan sehingga tidak menyimpan *inventory*.
- Hanya bisa diterapkan pada perusahaan yang mempekerjakan karyawannya dengan sistem kontrak.
- Bisa berdampak negatif, yaitu pekerja memperlambat kecepatan kerjanya jika pesanan dirasakan sedang turun.

## 2. *Level Strategy*

- Menetapkan suatu laju produksi konstan dengan jumlah pekerja tetap.
- Dalam *level strategy* fluktuasi permintaan diatasi dengan:
  - Memproduksi lebih pada saat permintaan lebih rendah dari laju produksi, kemudian disimpan dan digunakan saat permintaan lebih tinggi dari laju produksi.
  - Melakukan *backorder* (penundaan pengerjaan pesanan) jika pelanggan mau menunggu, maka terjadi ongkos *backorder* karena ketidakpuasan pelanggan.
  - Melakukan *overtime* pada saat diperlukan.
  - Melakukan *subcontract* saat permintaan melebihi laju produksi (memesan produk yang sama dari perusahaan sejenis) → sulit mengontrol kualitas dan ketepatan waktu pengiriman.
- Jika ada permintaan yang masih tidak terpenuhi, maka akan terjadi *lost sales* (kehilangan penjualan)

### *Mixed Strategy*

Melakukan kombinasi beberapa *pure strategy* dan *level strategy*.

## b. Metode Optimasi

Metode optimasi menjamin hasil yang optimal: *linear programming*. Jika jumlah pekerja tetap selama periode perencanaan, dapat digunakan matriks transportasi untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Beberapa model perencanaan agregat:

1. *Simple Model*
2. *Transportation Model*
3. *General LP Model*

*Simple Model* tidak mengizinkan adanya karyawan *part time*. *Transportation Model* tidak mengizinkan perubahan jumlah tenaga kerja selama periode perencanaan. Hasil optimal diperoleh dari *Transportation Model & General LP Model*. Untuk perusahaan yang memproduksi banyak produk, dari JIP agregat yang sudah tersusun, perlu dipecahkan lagi menjadi jadwal produksi untuk tiap produk dengan melakukan disagregasi.

JIP yang dihasilkan akan diuji kelayakannya dengan melakukan *Rough Cut Capacity Planning (RCCP)*. Metode *Rough Cut Capacity Planning* yang digunakan adalah metode *Capacity Bills (Bill of Labor Approach)*. Data-data yang dibutuhkan dalam melakukan RCCP adalah:

- a. Jadwal Induk Produksi
- b. Struktur produk dan *Bill of Material*
- c. Data *routing* operasi, termasuk:
  1. Waktu proses operasi (*run time*) dari tenaga kerja langsung atau mesin
  2. Waktu *setup (setup time)*
  3. Ukuran lot produksi ekonomis (*Economic Production Quantity*)

Prosedur *Capacity Bills*:

- a. Menghitung Standar Waktu Kerja (*Standard Run Hours = SRH*)

$$SRH = \frac{\text{Setup time}}{EPQ} + \text{Run time}$$

- b. Menghitung kebutuhan sumber daya (*Bill of Resources/BOR* atau *Bill of Capacity*). *Bill of Capacity* adalah total waktu yang dibutuhkan untuk membuat 1 produk akhir pada setiap *work center* yang dibutuhkan.
- c. Menghitung kebutuhan total kapasitas.
- d. Membandingkan kapasitas yang dimiliki (*available capacity*) dengan kapasitas yang dibutuhkan (*required capacity* → hasil langkah 3)

$$\text{Capacity available} = \text{Maximum Capacity} * \% \text{utilisasi} * \% \text{efisiensi}$$

### 3.3. DATA KELOMPOK

Harga beli material:

No	Material	Harga
1	Kayu Balsa 50*10*0.2 cm	Rp 5.500
2	Kayu Balsa 100*10*0.2 cm	Rp12.000
3	Double Tape	Rp 3.400
4	Karet Gelang	Rp 7.000
5	Kain Filter	Rp 7.200
6	Sekrup	Rp 8.500
7	Dinamo	Rp 5.500
8	Baling-Baling	Rp 9.000
9	Tombol <i>Switch on/off</i>	Rp 5.200
10	Mur	Rp 1.150
11	Mur Bergerigi	Rp15.000
12	Mur Lingkaran	Rp11.200
13	Pengunci <i>Handle</i>	Rp 5.500
14	Kabel Hitam	Rp 2.750
15	Tempat Baterai	Rp 8.150
16	Buku Panduan	Rp 5.000
17	QR Code	Rp26.700
18	Dus	Rp32.000

Waktu <i>setup</i> manual	= 10 detik
Biaya produksi reguler	= Rp. 187.000 / hari
Biaya lembur	= 2 kali biaya produksi reguler
Biaya listrik	= Rp. 3.000.000,-/bulan
Biaya subkontrak	= Rp. 60.000/unit
Harga jual produk jadi	= Rp. 150.000/unit
Kapasitas lembur ( <i>overtime</i> )	= 25% dari kapasitas reguler
<i>Inventory</i> awal	= <i>Inventory</i> akhir = <i>Safety stock</i> produk jadi = 0
Fraksi biaya simpan	= 20% HPP

Data keterangan tambahan % efisiensi:

Type	Efisiensi (%)	Utilisasi (%)
Apel	50,12	60,2
Pisang	56,88	54,45
Nanas	60,33	57,34
Anggur	52,22	59,78
Durian	55,24	60,11
Mangga	58,98	53,46
Jeruk	52,12	59,45
Semangka	54,88	55,45
Alpukat	60,22	54,67
Melom	52,82	57,78

**3.4. TUGAS LAPORAN**

**BAB 1 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

1.1. Data yang Dibutuhkan

*Demand* penyesuaian, hasil *line balancing*, struktur produk, dan *Bill of Material*

1.2. Perhitungan biaya

1.2.1. Biaya Material

1.2.2. Biaya *Regular Time* dan *Overtime*

1.2.3. Biaya *Setup*

Diperoleh dari lamanya waktu *setup* dikalikan dengan biaya *Regular Time* tenaga kerja dan *biaya overhead*. Bentuk tabel biaya *setup*:

Produk	Stasiun	Task	Mesin	Waktu <i>setup</i> (detik)	Waktu <i>setup</i> (jam)	Biaya <i>regular time</i> (Rp)	Biaya Listrik (Rp)	Biaya <i>setup</i> per task	Biaya <i>setup</i> per stasiun
Total									

1.2.4. Biaya RT, OT, dan *Overhead*

$$\text{Biaya produksi reguler/unit} = \frac{\text{jumlah orang dalam lini} * \text{biaya RT/orang/jam}}{3600 \text{ detik}} * \text{waktu terlama di LB} + \text{biaya material}$$

$$\text{Biaya produksi overtime/unit} = \frac{\text{jumlah orang dalam lini} * \text{biaya OT/orang/jam}}{3600 \text{ detik}} * \text{waktu terlama di LB} + \text{biaya material}$$

$$\text{Biaya Overhead} = \frac{\text{Biaya Listrik}}{\left( \frac{\sum_1^{12} \text{Demand Penyesuaian}}{12} \right)}$$

1.2.5. Harga Pokok Produksi dan Keuntungan per Unit

$$\text{HPP} = \text{biaya material/unit} + \text{biaya RT/unit} + \text{biaya overhead/unit}$$

$$\text{Keuntungan} = \text{harga jual produk jadi} - \text{HPP}$$

1.2.6. Biaya Simpan

$$Biaya\ Simpan = \frac{20\% \times HPP}{12}$$

1.3. Perhitungan kapasitas RT dan OT

$$\text{Kapasitas RT per lini} = \frac{\text{jumlah jam kerja} \times 3600 \text{ detik} \times \text{hari kerja/bulan} \times \% \text{ efisiensi} \times \% \text{ utilisasi}}{\text{waktu terlama di LB}}$$

**Kapasitas OT per lini = 25% kapasitas RT**

1.4. Metode Heuristik

Prioritas pada metode heuristik adalah sebagai berikut:

- a. *Regular time* dimaksimalkan penggunaannya
- b. *Over time*
- c. Subkontrak

1.5. Metode Transportasi/General LP Model **(ditentukan oleh asisten)**

Biaya simpan dalam perhitungan menggunakan estimasi dari biaya simpan metode heuristik.

Perhitungan total biaya menggunakan biaya simpan aktual.

Bentuk tabel ringkasan *total cost*:

No	Metode	Total Cost

1.6. Tabel JIP

Bentuk tabel JIP:

Item	Jumlah Produksi per Bulan				
	1	2	3	...	n
A	y				

1.7. Rough Cut Capacity Planning (RCCP)

Bentuk tabel SRH:

Stasiun	Waktu setup (detik)	Waktu proses (detik)	EPQ/ukuran Lot	SRH (detik/unit)
1				
2				
...				
n				

Praktikum ini menggunakan pembuatan produk per lini, sehingga dalam proses RCCP tabel *data routing* belum dibuat karena masing-masing komponen hanya melewati 1 stasiun sebanyak 1 kali.

Waktu *setup* pada RCCP ini merupakan hasil dari proses *line balancing*, sehingga ada beberapa elemen kerja yang disatukan menjadi satu stasiun. Waktu *setup* yang baru merupakan jumlah dari waktu *setup* elemen-elemen kerja yang lama.

Waktu proses tiap stasiun pada RCCP juga merupakan penjumlahan waktu proses tiap elemen kerja yang terdapat pada stasiun tersebut.

Dalam menghitung ukuran lot menggunakan rumus EPQ (*Economic Production Quantity*). Pembulatan EPQ dilakukan secara matematis.

$$EPQ = \left( \sqrt{\frac{2SD}{H}} \right)$$

Keterangan:

S = biaya *setup*

D = total JIP

H = biaya simpan/tahun

**Asumsi: H adalah biaya simpan produk jadi**

Menghitung standar waktu kerja (*Standard Run Hours* = SRH):

$$SRH = \frac{\text{Setup time}}{EPQ} + \text{Run time}$$

Bentuk tabel *Bill of Capacity* (BOC):

Stasiun	SRH untuk Produk
	A
1	z
2	
...	
n	

Bentuk tabel kebutuhan total kapasitas:

Stasiun	SRH per Bulan (detik)				Rata-rata
	1	2	...	n	
1	x				
2					
...					
n					

SRH minggu 1 Stasiun 1 (x) = y \* z



1.8. Perhitungan *Capacity Available*

Bentuk tabel perhitungan *Capacity Available*:

Bulan	Kapasitas RT	Kapasitas OT	Kapasitas Total
1			
2			
...			
n			

**Kapasitas RT = jumlah detik tersedia dalam 1 bulan \* % utilisasi \* % efisiensi**

**Kapasitas OT = 25% \* Capacity Available RT**

**Kapasitas Total = Kapasitas RT + Kapasitas OT**

1.9. Grafik *Capacity Required vs. Capacity Available*

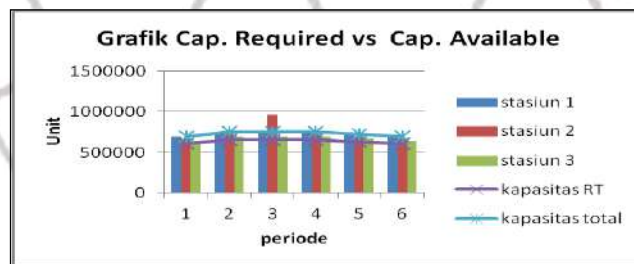
*Capacity Required* ≤ *Capacity Available* → JIP layak

*Capacity Required* > *Capacity Available* → JIP tidak layak (harus direvisi)

Langkah revisi JIP (dengan cara mengurangi *demand* sesuai kapasitas tersedia):

- a. Identifikasi permintaan yang melebihi kapasitas (lihat grafik), berada pada periode dan stasiun mana.

Bentuk grafik:



Grafik di atas menunjukkan periode 3 stasiun 2 melebihi kapasitas total, maka *demand* pada periode 3 harus diperkecil sesuai kapasitas yang ada.

- b. Menghitung unit produksi untuk revisi JIP

$$\text{Produksi periode 3} = \frac{\text{Kapasitas tersedia periode 3} \left(\frac{\text{detik}}{\text{bulan}}\right)}{\text{SRH per unit stasiun 2} \left(\frac{\text{detik}}{\text{unit}}\right)} = \dots \text{ unit/bulan}$$

- c. Buat tabel kebutuhan total kebutuhan kapasitas setelah revisi beserta grafik
- d. JIP layak

**BAB 2 ANALISIS**

2.1. Analisis perbedaan metode-metode yang digunakan untuk menentukan *aggregate planning* dan perbandingan biaya yang dihasilkan dari tiap metode

- 2.2. Analisis metode *aggregate planning* yang terpilih (berdasarkan apa metode tersebut dapat terpilih)
- 2.3. Analisis prioritas *Regular Time, Over Time, Subcontract, dan Inventory* dalam memenuhi permintaan
- 2.4. Analisis mengapa tidak dilakukan penambahan maupun pengurangan pekerja (*hiring - firing*) pada perhitungan *Aggregate Planning* pada praktikum
- 2.5. Analisis kegunaan *Rough Cut Capacity Planning*
- 2.6. Analisis perbedaan *Capacity Required* dan *Capacity Available*
- 2.7. Analisis metode lain yang dapat digunakan untuk memenuhi permintaan tanpa harus merevisi JIP
- 2.8. Analisis alasan perhitungan total biaya tidak menggunakan biaya RT/unit
- 2.9. Analisis langkah yang harus dilakukan ketika terjadi promosi pada periode tersebut dan analisis juga apa yang perlu dilakukan ketika terjadi bencana alam, dimana keduanya dapat mempengaruhi *demand*
- 2.10. Analisis apakah hasil *demand* penyesuaian bisa sama dengan perhitungan JIP pada *aggregate*

### **BAB 3 KESIMPULAN DAN SARAN**

- 3.1. Kesimpulan
- 3.2. Saran untuk modul praktikum, pelaksanaan praktikum, dan asisten

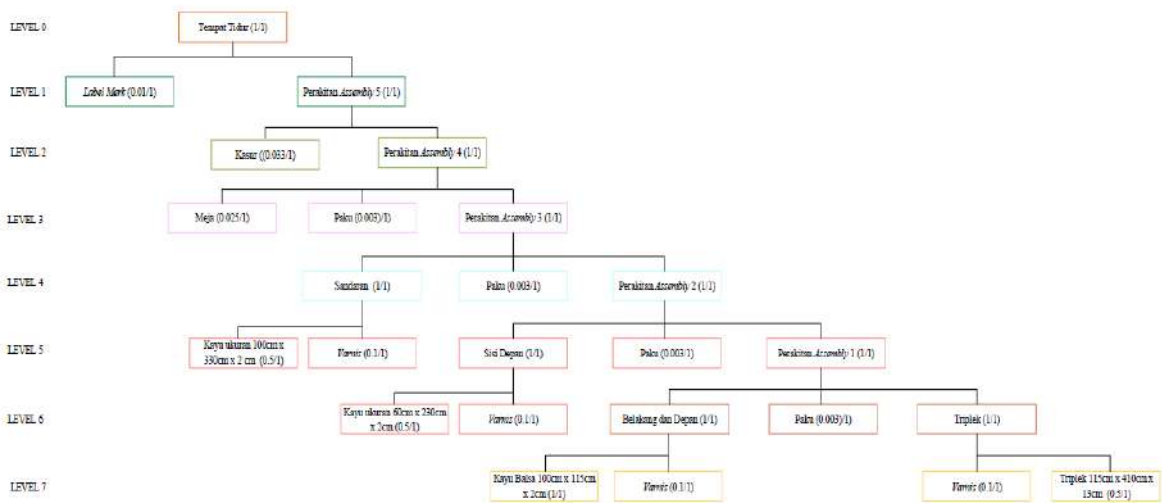
**LAMPIRAN**

Contoh bentuk tabel *Bill of Material (BOM)*

No	Level							Batch	End Product	
	0	1	2	3	4	5	6			7
1	Ranjang								1	1
2		Label							100	0.01
3		Assembly 5							1	1
4			Kasur						30	0.033333333
5			Assembly 4						1	1
6				Paku					2400	0.003333333
7				Meja					40	0.025
8				Assembly 3					1	1
9					Paku				2400	0.003333333
10					Sandaran				1	1
11						Kayu ukuran 100cm x 330cm x 2cm			2	0.5
12						Varnis			10	0.1
13					Assembly 2				1	1
14						Paku			2400	0.003333333
15						Sisi depan			1	1
16							Kayu 60cm x 230 cm x 2cm		2	0.5
17							Varnis		10	0.1
18						Assembly 1			1	1
19							Paku		2400	0.003333333
20							Sisi Depan dan Belakang		1	1
21								Balsa Tebal 100cm x 115cm x 10cm	2	1
22								Varnis	10	0.1
23							Triplek		2	0.5
24								Kayu 115cm x 410cm x 13cm	2	0.5
25								Varnis	10	0.1

Contoh bentuk struktur produk

**STUKTUR PRODUK**



## MODUL 4

### ***MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING (MRP) & CAPACITY REQUIREMENTS PLANNING (CRP)***

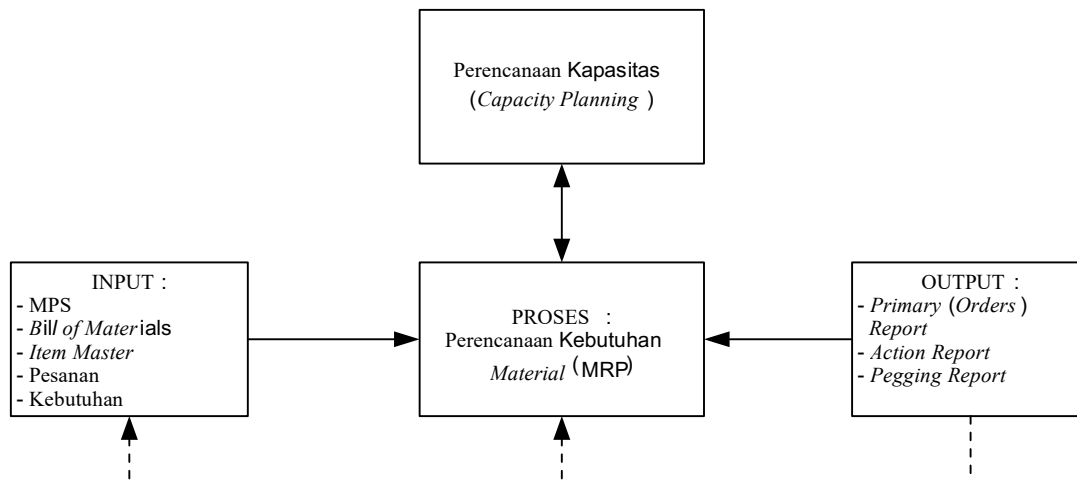
#### 4.1. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Praktikan dapat memahami konsep dasar mengenai perencanaan kebutuhan material (*Material Requirements Planning*).
2. Praktikan dapat menjelaskan beberapa istilah yang digunakan dalam sistem MRP dan dapat melakukan teknik perhitungan MRP.
3. Praktikan dapat menggabungkan penggunaan modul *Inventory Theory and System* pada permasalahan *Dynamics Demand Lot Sizing* dengan modul MRP untuk perencanaan kebutuhan material.
4. Praktikan dapat memahami konsep *Capacity Requirements Planning (CRP)*.
5. Praktikan dapat membandingkan kapasitas yang dibutuhkan dengan kapasitas yang tersedia.
6. Praktikan dapat melakukan revisi JIP (Jadwal Induk Produksi) jika dibutuhkan.

#### 4.2. LANDASAN TEORI

*Material Requirements Planning (MRP)* adalah metode penjadwalan untuk merencanakan produksi atau pengadaan komponen, bahan baku yang dibutuhkan untuk mendukung jadwal induk produksi. Metode MRP merupakan metode perencanaan dan pengendalian pesanan dan *inventory* untuk *item-item dependent demand*. Prinsip dari MRP adalah menentukan apa, kapan, dan berapa jumlah komponen dan material yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan dari suatu perencanaan produksi.

Berdasarkan *Master Production Schedule (MPS)* yang diturunkan dari rencana produksi, suatu sistem MRP mengidentifikasi item apa yang harus dipesan, berapa banyak kuantitas item yang harus dipesan, dan bilamana waktu memesan item tersebut.



Gambar Proses Kerja MRP

Fungsi Utama MRP:

- a. Pengendalian persediaan, yaitu dengan menjaga tingkat persediaan agar berada pada tingkat minimum tetapi dapat memenuhi permintaan pada saat diperlukan.
- b. Penjadwalan produksi, yaitu menentukan dengan tepat jadwal (waktu dan jumlah yang dibutuhkan) untuk pembuatan *item*.

Tujuan dari MRP:

- a. Menentukan kebutuhan pada saat yang tepat. (Kapan material harus tersedia agar JIP dapat terpenuhi).
- b. Menentukan kebutuhan minimal setiap item melalui sistem penjadwalan.
- c. Menentukan pelaksanaan rencana pemesanan. (Kapan pemesanan atau pembatalan pemesanan harus dilakukan).
- d. Menentukan penjadwalan ulang atau pembatalan atas suatu jadwal yang harus direncanakan didasarkan pada kapasitas yang ada.

Proses MRP terdiri dari empat tahapan yaitu:

a. *Netting*

*Netting* merupakan proses untuk menghitung kebutuhan bersih. Kebutuhan bersih adalah kebutuhan yang harus dipenuhi setelah dikurangi dengan persediaan yang ada dan jadwal penerimaan dari kebutuhan kotor. Kebutuhan kotor adalah kebutuhan masa depan atau permintaan dari produk setiap periode.

b. *Lot Sizing*

*Lot sizing* merupakan proses untuk menentukan kuantitas pesanan. Untuk menjamin bahwa semua kebutuhan dapat terpenuhi, pesanan akan dilakukan pada

awal dari periode awal dimana terdapat kebutuhan bersih positif. Ukuran pemesanan dapat sama dengan kebutuhan bersih pada periode yang bersangkutan atau lebih besar dengan tujuan mengambil keuntungan ekonomis dari memenuhi kebutuhan bersih untuk beberapa periode berikutnya. Teknik *lot sizing* yang dapat digunakan adalah:

1. *Lot-For-Lot (LFL) Technique*
  2. *Economic Order Quantity (EOQ) Approach*
  3. *Period Order Quantity (POQ) Approach*
  4. *Least Unit Cost (LUC) Approach*
  5. *Least Total Cost (LTC)*
  6. *Minimum Cost per Period (or Silver-Meal) Approach*
  7. *Part Period Balancing (PPB)*
  8. *Mc Laren's Order Moment (MOM)*
  9. *Groff's Algorithm*
  10. *Freeland and Colley (FC)*
  11. *Wagner-Whitin (WW)*
- c. *Offsetting*  
*Offsetting* merupakan proses untuk menentukan kapan pemesanan harus dilakukan baik ke rantai produksi maupun ke vendor. *Offsetting* dilakukan dengan mengurangi *lead time* produk dari periode dimana terdapat rencana pesan dan hasilnya adalah kapan pemesanan seharusnya dilakukan.
- d. *Exploding*  
*Exploding* merupakan proses untuk melanjutkan semua proses untuk semua produk dalam struktur produk.

*Capacity Requirements Planning (CRP)* adalah perbandingan hasil detail dari kapasitas yang dibutuhkan oleh MRP dan pesanan dalam proses dengan kapasitas yang tersedia. *Input* dari CRP adalah:

- a. *Planned Order Release* dari MRP.
- b. *Open Shop Orders* (barang *on order*).

CRP dilakukan hanya untuk *item* yang dibuat oleh perusahaan. Jika *item* tersebut berasal dari pembelian ke luar, maka tidak perlu dilakukan CRP.

### 4.3. DATA KELOMPOK

Data *supplier* dan biaya pesan:

<i>Supplier</i>	Komponen	Biaya Pesan
A	Buku Panduan	Rp 7.000
	<i>QR Code</i>	
	Tempat Baterai	
	Tombol <i>Switch on/off</i>	
	Kain Filter	
	Dinamo	
B	Baling-baling	Rp 10.000
	Dus	
	<i>Double Tape</i>	
	Sekrup	
	Karet gelang	
	Mur Lingkaran	
	Mur Bergerigi	
	Mur	
C	Pengunci <i>Handle</i>	Rp 15.000
	Kabel Hitam	
	Sisi Bagian Atas Penyedot	
	Sisi Bagian Samping Penyedot	
	Sisi Bagian Bawah Penyedot	
	Badan Bagian Depan	
	Badan Bagian Belakang	
	Lubang Kipas	
	<i>Handle</i>	
	Kotak Filter Bagian Belakang	
	Kotak Filter Bagian Depan	
	Tatakan Baterai	
D	Tatakan Dinamo	Rp 5.000
	Tempat Dinamo	
	Badan Bagian Atas	
	Badan Bagian Bawah	Rp 5.000
	Badan Bagian Samping	

*Lead time* dan ukuran lot untuk MRP

No	Item	Lead Time
1	Komponen utama	0 Bulan
2	<i>Make</i>	0 Bulan
3	<i>Buy</i>	1 Bulan
No	Item	Ukuran Lot
1	<i>Handheld Sweeper</i>	LFL
2	<i>Make</i>	LFL
3	Buku Panduan	EOQ
4	<i>QR Code</i>	Variabel lot
5	Dus	Fixed lot
6	<i>Double Tape</i>	LFL
7	Sisi Bagian Atas Penyedot	Fixed lot
8	Sisi Bagian Samping Penyedot	POQ
9	Sisi Bagian Bawah Penyedot	EOQ
10	Karet gelang	Variabel lot
11	Badan Bagian Depan	LFL
12	Badan Bagian Belakang	EOQ
13	Badan Bagian Samping	Fixed lot
14	Lubang Kipas	POQ
15	Tatakan Baterai	LFL
16	Tempat Baterai	Fixed lot
17	<i>Handle</i>	POQ
18	Pengunci <i>Handle</i>	LFL
19	Mur Lingkaran	Variabel lot
20	Mur Bergerigi	EOQ
21	Mur	LFL
22	Tombol <i>Switch on/off</i>	POQ
23	Badan Bagian Atas	SM
24	Kabel Hitam	LTC
25	Baling-baling	EOQ
26	Tatakan Dinamo	Variabel lot
27	Dinamo	Fixed lot
28	Tempat Dinamo	LUC
29	Badan Bagian Bawah	PPB
30	Sekrup	POQ
31	Kain Filter	FC
32	Kotak Filter Bagian Belakang	Variabel lot
33	Kotak Filter Bagian Depan	WW



**4.4. TUGAS LAPORAN**

**BAB 1 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

1.1. Data Awal Perhitungan MRP

1.1.1. *Bill of Material (BOM)*

1.1.2. Struktur Produk

1.1.3. Jadwal Induk Produksi

1.1.4. Hasil *Line Balancing* Terpilih

1.1.5. Data *Supplier* dan Biaya Pesan

1.1.6. Komponen dan Perhitungan Biaya

Contoh tabel perhitungan biaya

No	Nama Komponen	Supplier	Usage	Biaya Pesan/Set Up	Annual Demand	Safety Stock	Harga Beli/Satuan	Harga/Unit	Holding Annual Cost	Holding Cost /Bulan
1										
2										
3										
4										
5										

Untuk komponen utama data yang dibutuhkan terdapat dari modul sebelumnya.

Besar *safety stock* adalah 20% dari *demand*:

$$safety\ stock = \frac{20 * annual\ demand}{100 * 12}$$

Besar *holding cost* adalah 7% dari harga beli/satuan

$$holding\ annual\ cost = \frac{7 * harga\ beli/satuan}{100}$$

1.1.7. *Setup Time*

1.2. Perhitungan MRP

Buatlah MRP untuk semua komponen.

Contoh tabel MRP:

MRP:	Ukuran Lot:					LT:			<i>Safety Stock</i> :			
Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kebutuhan Kotor												
Jadwal Penerimaan												
Persediaan Awal												
Kebutuhan Bersih												
Ukuran Lot												
Persediaan Akhir												
Rencana Pesan/Produksi												

1.3. *Planned Order Release (POR)*

Contoh tabel POR:

POR	Periode												
Komponen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1.4. *Data Routing Stasiun*

Contoh tabel data *routing* stasiun:

SK	EPQ/ ukuran lot	Waktu Setup (detik / kali)	Waktu Setup (detik/bulan)			Waktu Proses (detik)
			1	2	...	

$$\text{Waktu Setup} \left( \frac{\text{detik}}{\text{bulan}} \right) = \text{Waktu setup} \left( \frac{\text{detik}}{\text{kali}} \right) * \frac{\text{JIP}}{\text{EPQ}}$$

Pembulatan EPQ secara matematis.

1.5. *Perhitungan Setup Time Matrix dan Run Time Matrix*

Lihat *Planned Order Release*.

Lihat produk yang dibuat dan minggu ke-berapa yang memiliki *order*.

Buat *setup time matrix*. Contoh *setup time matrix*:

Stasiun Kerja	Periode		
	1	2	...
1	Y		
2			

Y = *setup time*

Buat *run time matrix*. Contoh *run time matrix*:

Stasiun Kerja	Periode		
	1	2	...
1	X		
2			

X = *run time*

Cara menginput *run time matrix*: waktu proses *run time/unit* pada data *routing* dikalikan dengan POR.

1.6. *Perhitungan Capacity Requirements of POR*

Stasiun Kerja	Periode		
	1	2	...
1	Z		
2			

Z = *setup time + run time*

1.7. *Grafik Capacity Required vs. Capacity Available*

1.8. Revisi JIP

Jika diperlukan

**BAB 2 ANALISIS**

- 2.1. Analisis penerapan empat tahap proses MRP menggunakan salah satu contoh MRP
- 2.2. Analisis minimal empat teknik *lotting* yang digunakan dalam MRP
- 2.3. Analisis pengaruh ongkos pesan dan ongkos simpan untuk masing-masing teknik *lotting* pada *point 2.2*
- 2.4. Analisis pengaruh *lead time* dalam MRP
- 2.5. Analisis *Planned Order Release* yang dihasilkan dan berikan alasan hasil *Planned Order Release* yang digunakan dalam CRP hanya yang diproduksi (*made*)
- 2.6. Analisis perbandingan *Capacity Required* dan *Capacity Available* dari pengolahan data yang dilakukan
- 2.7. Analisis alasan penggunaan hasil *forecast* dalam menghitung *safety stock*
- 2.8. Analisis kemungkinan revisi CRP
- 2.9. Analisis persamaan dan perbedaan RCCP dan CRP
- 2.10. Analisis alasan kemungkinan hasil MRP pada beberapa teknik *lotting* dapat memberikan hasil yang menyerupai dengan LFL

**BAB 3 KESIMPULAN DAN SARAN**

- 3.1. Kesimpulan
- 3.2. Saran untuk modul praktikum, pelaksanaan praktikum, dan asisten

## MODUL 5

### PRESENTASI

#### 5.1. TUJUAN PRAKTIKUM

Mahasiswa mampu mengintegrasikan materi modul 1 sampai dengan modul 4 dan mengkomunikasikan hasil laporan dengan presentasi yang baik.

#### 5.2. ATURAN PENGUMPULAN DAN ASISTENSI

- a. Aturan pengumpulan berkas asistensi dan laporan *draft* dan presentasi Praktikum Perencanaan dan Pengendalian Produksi mengikuti aturan pengumpulan berkas asistensi dan laporan modul-modul sebelumnya.
- b. Asistensi modul presentasi dilakukan sebanyak 2 kali.
- c. Kelompok yang melakukan presentasi menggunakan pakaian rapi dan sopan (kemeja putih berdasi hitam).
- d. Waktu presentasi adalah 15 menit dengan tanya jawab 45 menit.
- e. *Platform* yang akan digunakan adalah *Zoom Meeting*.
- f. Informasi selengkapnya akan diberitahukan lebih lanjut saat mendekati waktu presentasi.

#### 5.3. FORMAT LAPORAN *DRAFT*

##### BAB 1 PENGUMPULAN DATA

##### 1.1. Modul 1

*Plotting Data Demand*

##### 1.2. Modul 2

1.2.1. Perhitungan Ukuran *Batch*

1.2.2. PPO dan *Precedence Diagram*

##### 1.3. Modul 3

Data yang dibutuhkan (*demand penyesuaian*, hasil *line balancing*, Struktur Produk, dan *Bill of Material*)

##### 1.4. Modul 4

1.4.1. Data Awal (Data *Supplier* dan Biaya Pesan)

##### BAB 2 METODOLOGI PENELITIAN

Buatlah *flowchart* keseluruhan dari modul 1 sampai dengan modul 4

### BAB 3 PENGOLAHAN DATA

#### 3.1. Modul 1

- 3.1.1. Perhitungan CV
- 3.1.2. *Forecasting Demand*
- 3.1.3. Nilai *Error* Hasil Peramalan
- 3.1.4. Validasi
- 3.1.5. *Demand* Penyesuaian

#### 3.2. Modul 2

- 3.2.1. Perhitungan Waktu Siklus dan Estimasi Jumlah Stasiun Kerja
- 3.2.2. Perhitungan EL, SI, BD sebelum *Line Balancing*
- 3.2.3. Perhitungan Kapasitas Produksi Sebelum *Line Balancing*
- 3.2.4. Perhitungan *Line Balancing*
- 3.2.5. Rangkuman EL, SI, BD Sebelum *Line Balancing* dan Setelah *Line Balancing*
- 3.2.6. Perhitungan Jumlah Operator (**bila ada *Takt Time***)
- 3.2.7. Perhitungan Kapasitas Produksi Sesudah *Line Balancing*
- 3.2.8. Pembuatan Laju Aliran Produksi Sesudah *Line Balancing*

#### 3.3. Modul 3

- 3.3.1. Perhitungan Biaya
- 3.3.2. Perhitungan Kapasitas RT dan OT
- 3.3.3. Metode Heuristik
- 3.3.4. Metode Transportasi/*General LP Model*
- 3.3.5. Tabel JIP
- 3.3.6. *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP)
- 3.3.7. Perhitungan *Capacity Available*
- 3.3.8. Grafik *Capacity Required vs. Capacity Available*

#### 3.4. Modul 4

- 3.4.1. Komponen dan Perhitungan Biaya
- 3.4.2. *Setup Time*

- 3.4.3. Perhitungan MRP
- 3.4.4. *Planned Order Released* (POR)
- 3.4.5. Data *Routing* Stasiun
- 3.4.6. Perhitungan *Setup Time Matrix* dan *Run Time Matrix*
- 3.4.7. Perhitungan *Capacity Requirements of* POR
- 3.4.8. Grafik *Capacity Required vs. Capacity Available*
- 3.4.9. Revisi JIP (**jika diperlukan**)

## BAB 4 ANALISIS

### 4.1. Modul 1

- 4.1.1. Analisis produk lebih cocok menggunakan data stasioner/non stasioner
- 4.1.2. Analisis pertimbangan pemilihan nilai N yang digunakan dalam pengolahan data
- 4.1.3. Analisis kecocokan *plotting* data *demand* terhadap metode peramalan yang terpilih
- 4.1.4. Analisis pemilihan metode yang terbaik
- 4.1.5. Analisis mengenai hasil dari *demand* penyesuaian yang telah diperoleh
- 4.1.6. Analisis kelebihan dan kekurangan metode *error* yang digunakan dalam pengolahan data
- 4.1.7. Analisis hasil validasi peramalan
- 4.1.8. Analisis hal yang akan terjadi jika menggunakan metode stasioner untuk melakukan *forecasting* terhadap data non-stasioner
- 4.1.9. Analisis nilai *error* yang terbaik bagi suatu perusahaan serta berikan saran bagi perusahaan untuk meminimasi nilai *error*

### 4.2. Modul 2

- 4.2.1. Analisis terhadap penentuan  $WS_i$ , apa dampak yang terjadi jika dalam  $WS_i$  yang terpilih adalah  $t_i$  maks atau sebaliknya yang terpilih adalah WS
- 4.2.2. Analisis metode terbaik dari metode *line balancing*
- 4.2.3. Analisis kapasitas produksi sebelum dan sesudah *line balancing*
- 4.2.4. Analisis jumlah stasiun kerja sebelum dan sesudah *line balancing*
- 4.2.5. Analisis pengaruh *line balancing* terhadap jumlah tenaga kerja

- 4.2.6. Analisis ukuran efektivitas lini perakitan yang lama dan baru
- 4.2.7. Analisis alasan apakah semakin kecil atau besar nilai ukuran efektivitas lini perakitan semakin baik atau sebaliknya
- 4.2.8. Analisis apakah nilai efisiensi lintasan yang tinggi dapat menjamin target produksi terpenuhi
- 4.2.9. Analisis perbedaan *Takt Time* dengan waktu siklus (WS) yang memiliki rumus yang sama (**khusus untuk yang mengerjakan *takt time***)
- 4.2.10. Analisis mengapa *precedence diagram* perlu diperhatikan saat melakukan *line balancing*
- 4.2.11. Analisis apa saja yang perlu diperhatikan jika ingin menggabungkan stasiun kerja
- 4.2.12. Analisis aliran stasiun kerja pada laju aliran produksi yang sudah dibuat
- 4.3. Modul 3
  - 4.3.1. Analisis perbedaan metode-metode yang digunakan untuk menentukan *aggregate planning* dan perbandingan biaya yang dihasilkan dari tiap metode
  - 4.3.2. Analisis metode *aggregate planning* yang terpilih (berdasarkan apa metode tersebut dapat terpilih)
  - 4.3.3. Analisis prioritas *Regular Time*, *Over Time*, *Subcontract*, dan *Inventory* dalam memenuhi permintaan
  - 4.3.4. Analisis mengapa tidak dilakukan penambahan maupun pengurangan pekerja (*hiring - firing*) pada perhitungan *Aggregate Planning* pada praktikum
  - 4.3.5. Analisis kegunaan *Rough Cut Capacity Planning*
  - 4.3.6. Analisis perbedaan *Capacity Required* dan *Capacity Available*
  - 4.3.7. Analisis metode lain yang dapat digunakan untuk memenuhi permintaan tanpa harus merevisi JIP
  - 4.3.8. Analisis mengapa perhitungan total biaya tidak menggunakan biaya RT/unit
  - 4.3.9. Analisis apa yang harus dilakukan ketika terjadi promosi pada periode tersebut dan analisis juga apa yang perlu dilakukan ketika terjadi bencana alam, dimana keduanya dapat mempengaruhi *demand*
  - 4.3.10. Analisis apakah hasil *demand* penyesuaian bisa sama dengan perhitungan JIP pada *aggregate*
- 4.4. Modul 4



- 4.4.1. Analisis penerapan empat tahap proses MRP menggunakan salah satu contoh MRP
- 4.4.2. Analisis minimal empat teknik *lotting* yang digunakan dalam MRP
- 4.4.3. Analisis pengaruh ongkos pesan dan ongkos simpan untuk masing-masing teknik *lotting* pada *point 2.2*
- 4.4.4. Analisis pengaruh *lead time* dalam MRP
- 4.4.5. Analisis *Planned Order Release* yang dihasilkan dan berikan alasan hasil *Planned Order Release* yang digunakan dalam CRP hanya yang diproduksi (*made*)
- 4.4.6. Analisis perbandingan *Capacity Required* dan *Capacity Available* dari pengolahan data yang dilakukan
- 4.4.7. Analisis alasan penggunaan hasil *forecast* dalam menghitung *safety stock*
- 4.4.8. Analisis kemungkinan revisi CRP
- 4.4.9. Analisis persamaan dan perbedaan RCCP dan CRP
- 4.4.10. Analisis alasan kemungkinan hasil MRP pada beberapa teknik *lotting* dapat menghasilkan hasil yang menyerupai dengan LFL

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

- 5.1.1. Modul 1
- 5.1.2. Modul 2
- 5.1.3. Modul 3
- 5.1.4. Modul 4

### 5.2. Saran

- 5.2.1. Modul
- 5.2.2. Pelaksanaan Praktikum
- 5.2.3. Asisten