

A stylized, low-poly illustration of a group of people in a meeting. In the foreground, a man in a blue suit and tie is seen from the side, looking towards the center. Behind him, a woman in a purple top is visible. To the right, another person in a green top is partially shown. The background is composed of various geometric shapes in muted colors like beige, light green, and light purple, creating a modern, abstract office environment.

Line Balancing

Nurullia Febriati



DEFINISI LINE BALANCING

Line Balancing adalah serangkaian stasiun kerja (mesin dan peralatan) yang dipergunakan untuk pembuatan produk.

Line Balancing (Lintasan Perakitan) biasanya terdiri dari sejumlah area kerja yang dinamakan stasiun kerja yang ditangani oleh seorang atau lebih operator dan ada kemungkinan ditangani dengan menggunakan bermacam-macam alat.

TUJUAN UTAMA DALAM MENYUSUN *LINE BALANCING*



- **Membentuk dan menyeimbangkan beban kerja** di tiap-tiap stasiun kerja, supaya beban kerja merata dan tidak ada stasiun yang terlalu berat atau terlalu ringan kerjanya.
- **Menghindari ketidakefisienan kerja**, yaitu supaya tidak ada stasiun kerja yang menganggur terlalu lama atau terlalu sibuk dibandingkan yang lain.
- **Meminimalkan waktu menganggur (float time)**, sehingga proses produksi bisa mengalir lancar tanpa banyak waktu yang terbuang.
- **Meningkatkan produktivitas** dengan cara mempercepat proses produksi dan membuat penggunaan mesin dan tenaga kerja lebih optimal.
- **Menyesuaikan kapasitas kerja dengan kecepatan lintasan produksi (assembly line)**, agar seluruh stasiun kerja bergerak dengan ritme yang sama.
- **Mengoptimalkan penggunaan mesin dan alat produksi**, termasuk dalam pengaturan kecepatan mesin, penggunaan mesin ganda, atau operasi bergantian.

KENDALA DALAM PENGALOKASIAN ELEMEN PADA STASIUN KERJA



Pengalokasian elemen-elemen pada stasiun kerja dibatasi oleh dua kendala utama, antara lain :

- **Precedence constraint:** Batasan urutan kerja, di mana suatu tugas harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum tugas lain bisa dimulai.

Contoh pada pengolahan *jus buah*:

- **Mengupas buah** harus dilakukan **sebelum memblender buah**.
- **Memblender buah** harus dilakukan **sebelum mengemas jus**.

Artinya, setiap tahapan harus berurutan, tidak bisa langsung mengemas sebelum buah diolah.

- **Zoning constraint** : Batasan pengelompokan tugas berdasarkan lokasi, alat, atau kondisi tertentu, yang bisa melarang atau mewajibkan tugas-tugas tertentu berada di stasiun kerja yang sama

Contoh pada produksi *keripik singkong*:

- **Penggorengan** dilakukan di area dapur khusus karena melibatkan suhu tinggi dan minyak panas.
- **Pengemasan** dilakukan di ruangan lain yang bersih dan kering untuk menghindari kontaminasi minyak.

Artinya, proses penggorengan dan pengemasan **tidak boleh** dilakukan di tempat yang sama.



PRECEDENCE CONSTRAINT

Dalam pembagian elemen pekerjaan dapat diselesaikan dengan beberapa alternatif. Dalam proses **assembling** ada dua kondisi yang biasanya muncul, yaitu:

1. Tidak ada ketergantungan dari komponen-komponen dalam proses pengerjaan, jadi setiap komponen mempunyai kesempatan untuk dilaksanakan pertama kali dan di sini dibutuhkan prosedur penyeleksian untuk menentukan prioritas.
2. Apabila satu komponen telah dipilih untuk diassembling maka urutan untuk mengassembling komponen lain dimulai. Disinilah dinyatakan batasan **precedence** untuk pengerjaan komponen-komponen.

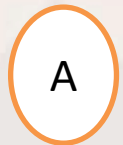
Diagram Precedence



Ada beberapa cara untuk menggambarkan kondisi **precedence** untuk menggambarkan kondisi ini secara efektif, yaitu dengan menggunakan diagram **precedence**. Maksud dari diagram ini adalah untuk menggambarkan situasi lintasan yang nyata dalam bentuk diagram.

Precedence diagram dapat disusun menggunakan dua simbol dasar:

- **Elemen simbol**, adalah lingkaran dengan nomor atau huruf elemen terkandung di dalamnya. Elemen akan diberi nomor/huruf berurutan untuk menyatakan identifikasi.
- **Hubungan antar simbol**, biasanya menggunakan anak panah untuk menyatakan hubungan dari elemen simbol yang satu terhadap elemen simbol lainnya. **Precedence** dinyatakan dengan perjanjian bahwa elemen pada ekor panah harus mendahului elemen pada kepala panah.



ZONING CONSTRAINT



Ada beberapa cara untuk menggambarkan kondisi **precedence** untuk menggambarkan kondisi ini secara efektif, yaitu dengan menggunakan **Zoning Constraint**

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

Istilah	Penjelasan
Line Balancing	Menyeimbangkan beban kerja di lintasan produksi dengan tujuan efisiensi kerja dan meminimalkan waktu menganggur.
Lintasan Produksi (Production Line)	Jalur tempat produk bergerak dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya.
Stasiun Kerja (Work Station)	Titik tempat elemen pekerjaan dilakukan oleh operator atau mesin; tempat kumpulan satu atau beberapa proses kerja.
Service Time / Station Time	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas di satu stasiun kerja.
Waktu Siklus (Cycle Time)	Waktu total produksi untuk satu unit, mengikuti stasiun kerja yang paling lama; atau waktu maksimum yang diperbolehkan di setiap workstation.
Tasks	Elemen proses kerja yang berkaitan satu sama lain.
Task Time	Waktu yang dihabiskan untuk menyelesaikan satu pekerjaan.
Assembly Line	Lintasan produksi yang bergerak terus-menerus dengan kecepatan tetap.
Workcenter	Area tempat pekerjaan khusus dalam produksi dilakukan.
Float Time	Waktu menganggur karena pekerjaan selesai lebih cepat dari waktu siklus.
Flow Time	Waktu total yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan.

BAGAIMANA MENGGUNAKAN LINE BALANCING

1. Gambar tata letak proses (precedence diagram)

2. Hitung Cycle Time

3. Hitung jumlah minimum workstation yang diperlukan

4. Kelompokkan beberapa pekerjaan ke dalam workstation

5. Hitung angka efisiensi

6. Atur kembali (rebalance) jika angka efisiensi belum sesuai

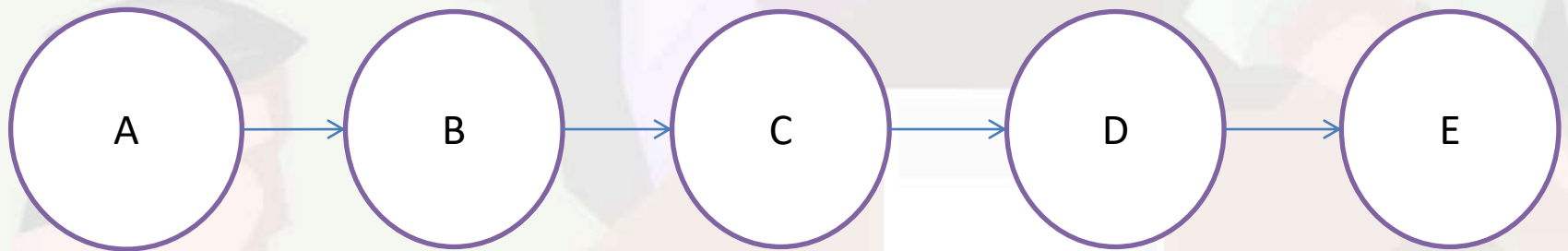


CONTOH LINE BALANCING AGROINDUSTRI: PROSES PEMBUATAN JUS BUAH

Task	Aktivitas	Waktu (detik)	Predecessor
A	Memilih & mencuci buah	20	-
B	Mengupas & memotong buah	15	A
C	Memblender buah + tambah air/gula	20	B
D	Menuangkan ke dalam botol	10	C
E	Menutup & memberi label botol	8	D



STEP 1: GAMBAR TATA LETAK PROSES (PRECEDENCE DIAGRAM)



STEP 2: HITUNG CYCLE TIME



Target produksi = 150 botol/jam

Waktu tersedia = 3600 detik

Cycle Time = $(3600 \text{ detik}) / (150 \text{ botol})$

Cycle Time = **24 detik/botol**



STEP 3: HITUNG JUMLAH MINIMUM WORKSTATION



Total waktu aktivitas = $20 + 15 + 20 + 10 + 8 = 73$ detik

Jumlah minimum workstation = Total waktu / Cycle time

Jumlah minimum = $73 / 24 \approx 3,04 \Rightarrow$ dibulatkan **4 workstation**

STEP 4: KELOMPOKKAN BEBERAPA PEKERJAAN KE DALAM WORKSTATION



Workstation	Aktivitas	Waktu (detik)	Total Waktu
WS1	A	20	20 detik
WS2	B	15	15 detik
WS3	C	20	20 detik
WS4	D + E	$10 + 8 = 18$	18 detik

STEP 5: HITUNG ANGKA EFISIENSI

Rumus efisiensi:

Efisiensi = (Total waktu kerja / (Jumlah workstation × Cycle time)) × 100%

Masukkan angka:

Efisiensi = (73 / (4 × 24)) × 100%

Efisiensi = (73 / 96) × 100%

Efisiensi ≈ **76,04%**



STEP 6: ATUR KEMBALI (REBALANCE) JIKA PERLU



Efisiensi **76%** → masih OK untuk agroindustri skala kecil, tapi kalau mau lebih tinggi:

Bisa menggabungkan task B dan D/E di workstation yang sama.

Tapi **untuk tugas sederhana**, sudah **cukup baik!**

TEKNIK LINE BALANCING

1. Pendekatan Analitis (Analytical Approach)
2. Pendekatan Heuristik (Heuristic Approach)



TEKNIK LINE BALANCING

PENDEKATAN ANALITIS (ANALYTICAL APPROACH)



Definisi : Pendekatan ini menggunakan perhitungan matematis atau optimasi untuk menentukan solusi terbaik. Tujuannya mencari alokasi tugas paling optimal (paling efisien) secara logis dan pasti. Biasanya menggunakan model matematis seperti Linear Programming, Integer Programming.

- Kelebihan:

Memberikan solusi paling optimal (teoritis terbaik).
Hasil lebih presisi.

- Kekurangan:

Kompleks dan membutuhkan banyak data.
Sulit diterapkan pada sistem produksi nyata yang berubah-ubah cepat.

- Contoh Pendekatan Analitis:

Misalnya produksi jus buah campuran:

- Menyusun model matematis tentang waktu tugas dan ketergantungan tugas.
- Menyelesaikannya dengan metode Linear Programming untuk mencari kombinasi stasiun kerja yang menghasilkan efisiensi maksimum.

TEKNIK LINE BALANCING

PENDEKATAN HEURISTIK (HEURISTIC APPROACH)



Definisi : Pendekatan ini menggunakan **aturan praktis (rule of thumb)** untuk mendapatkan solusi **cepat** dan **cukup baik** (meskipun belum tentu paling optimal). Sering dipakai di dunia nyata karena **praktis dan fleksibel**.

- Kelebihan:

Lebih cepat dan lebih mudah dilakukan dan **Fleksibel** saat kondisi produksi sering berubah.

- Kekurangan:

Solusi **tidak selalu optimal** dan Perlu pengalaman untuk memilih heuristik yang sesuai.

- Contoh Pendekatan Heuristik:

Misalnya produksi **keripik pisang**:

- Gunakan **Largest Candidate Rule**: alokasikan tugas dengan waktu kerja terpanjang lebih dulu.
- Atur tugas-tugas ke workstation tanpa menghitung matematis detail, tapi berdasarkan pengalaman dan logika sederhana.

CONTOH KASUS

PRODUKSI SUSU PASTEURISASI BOTOL.



- **Analitis:** Modelkan waktu kerja di tiap stasiun (sortir, cuci botol, isi susu, tutup, label) ke dalam sistem persamaan matematis → gunakan software optimasi.
- **Heuristik:** Susun tugas berdasarkan waktu k



Contoh Soal

No	Aktivitas	Waktu Proses (detik)	Predecessor (Aktivitas Sebelumnya)
A	Mengupas pisang	50	-
B	Mencuci pisang	30	A
C	Mengiris pisang	45	B
D	Merendam irisan pisang	25	C
E	Meniriskan pisang	20	D
F	Menggoreng pisang	60	E
G	Meniriskan setelah goreng	15	F
H	Mengemas keripik	40	G

Pabrik berencana menghasilkan **120 bungkus keripik** dalam **1 jam kerja** (60 menit).

Pertanyaan:

1. Gambar precedence diagram untuk proses di atas.
2. Hitung **Cycle Time** yang diperlukan.
3. Hitung **jumlah minimum workstation** yang dibutuhkan.
4. Hitung **efisiensi line balancing**.
5. Jika efisiensi kurang dari 85%, lakukan usulan perbaikan (rebalance).

The background is a stylized, low-poly illustration of a business meeting. Several people are seated around a table, with their hands and arms visible as they interact. The color palette is muted, featuring soft blues, greys, and earthy tones. Overlaid on this scene is the Indonesian word 'TERIMA KASIH' in a large, bold, orange-outlined font. A white rectangular box is positioned behind the letters 'MA' in the word.

TERIMA KASIH