

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Perancangan Produk

Perancangan produk adalah proses merancang dan mengembangkan produk baru atau meningkatkan produk yang sudah ada. Ini melibatkan berbagai tahapan dan aktivitas, mulai dari merumuskan ide, mengumpulkan kebutuhan pengguna, membuat konsep desain, hingga menghasilkan prototipe.

Menurut Kotler dan Keller (2018, hlm. 353), rancangan produk adalah kumpulan fitur yang memengaruhi penampilan dan fungsi produk tertentu menurut yang diisyaratkan oleh pelanggan. Kepuasan yang diberikan produsen atau perusahaan kepada konsumen disebut sebagai produk sendiri (Iswanto & Akbar, 2021, hlm. 18). Konsumen dapat mendapatkan kepuasan dari barang yang berguna atau jasa atau pelayanan yang diinginkan. Dengan kata lain, perancangan produk dan jasa pada dasarnya adalah menentukan fitur dan kualitas barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan.

2.2 Wrapping Machine

Wrapping Machine, juga dikenal sebagai "mesin pengemas", adalah peralatan industri yang digunakan untuk membungkus atau melapisi barang dengan bahan pelindung seperti film plastik atau kertas khusus. Tujuan utama mesin pengemas adalah untuk melindungi produk dari kerusakan, kontaminasi, atau dampak negatif terhadap lingkungan selama penyimpanan dan pengiriman. *Wrapping Machine* dapat digunakan banyak bidang, seperti manufaktur, logistik, dan makanan dan minuman.

Keuntungan menggunakan mesin pengemas adalah:

1. Perlindungan Produk: Melindungi produk dari kerusakan, debu, kelembapan, dan kontaminasi.
2. Stabilitas Palet: Ini membantu menjaga muatan palet stabil dan aman selama pengangkutan.
3. Efisiensi: Pengemasan otomatis lebih efisien dan konsisten.
4. Penggunaan Bahan: Bahan kemasan seperti *stretch* film dapat digunakan lebih sedikit dan biaya lebih rendah.

Jenis produk, skala produksi, dan kebutuhan pengemasan khusus industri menentukan penggunaan mesin pengemas.

2.3 Design for Manufacture and Assembly (DFMA)

Design for Manufacture and Assembly (DFMA) adalah metodologi desain produk yang mempertimbangkan faktor-faktor kemudahan pembuatan dan perakitan selama tahap awal pengembangan produk. Tujuan utama *DFMA* kompleksitas proses manufaktur dan perakitan sekaligus meningkatkan kualitas dan keandalan produk akhir. Geoffrey Boothroyd adalah salah satu tokoh utama dalam pengembangan konsep *DFMA*. Menurutnya, *DFMA* adalah suatu metode sistematis yang mencakup analisis produk dalam fase desain untuk mengoptimalkan biaya dan kualitas produksi.

2.2.1 Pengertian Design for Manufacture (DFM)

Design for Manufacture (DFM) adalah pendekatan desain produk yang berfokus pada hal-hal yang dapat mempengaruhi kemudahan dan efisiensi pembuatan suatu produk. Prinsip *DFM* membuat desain produk lebih mudah dibuat, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan kualitas produk. Menurut David M. Anderson, seorang ahli dalam bidang perancangan dan manufaktur, *DFM* adalah

suatu pendekatan untuk merancang produk dengan mempertimbangkan kemudahan pembuatan, perakitan, dan pemeliharaan. Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan biaya produksi dan meningkatkan kualitas produk. Ulrich dan Eppinger (2000) mendefinisikan *DFM* sebagai "sebuah pendekatan desain yang bertujuan untuk merancang produk yang mudah dan efisien untuk diproduksi".

Dalam proses *DFM*, harus mempertimbangkan banyak hal dalam proses *DFM*, seperti bahan yang akan digunakan, metode produksi terbaik, dan kemungkinan perubahan desain yang dapat meningkatkan biaya. Dengan mempertimbangkan hal-hal ini sejak awal, produk yang dihasilkan akan lebih baik dan dapat diproduksi dengan biaya yang lebih rendah.

DFM juga mempertimbangkan seberapa mudah perakitan dan pemeliharaan produk sehingga konsumen lebih puas. Produk yang dibuat akan memiliki daya saing yang tinggi di pasaran dengan mengurangi kesalahan desain dan mengoptimalkan proses produksi.

2.2.2 Pengertian *Design for Assembly* (DFA)

Design for Majelis (DFA) atau *Design for Majelis*, demikian sebutan dalam bahasa Indonesia, adalah proses merancang produk untuk dirakit dengan mudah dan biaya murah. Prinsip *DFA* memberikan pedoman yang harus diikuti ketika merancang dan mengembangkan produk dengan cara yang hemat biaya. Boothroyd dan Dewhurst, dua ahli utama dalam bidang *DFMA*, menggambarkan *DFA* sebagai elemen dari konsep *DFMA* (*Design for Manufacture and Assembly*). Menurut mereka, *DFA* fokus pada merancang produk agar mudah dirakit dengan meminimalkan jumlah dan kompleksitas komponen serta mengoptimalkan metode perakitan. Ulrich dan

Eppinger (2000) mendefinisikan *DFA* sebagai "sebuah pendekatan desain yang bertujuan untuk merancang produk yang mudah dan efisien untuk dirakit".

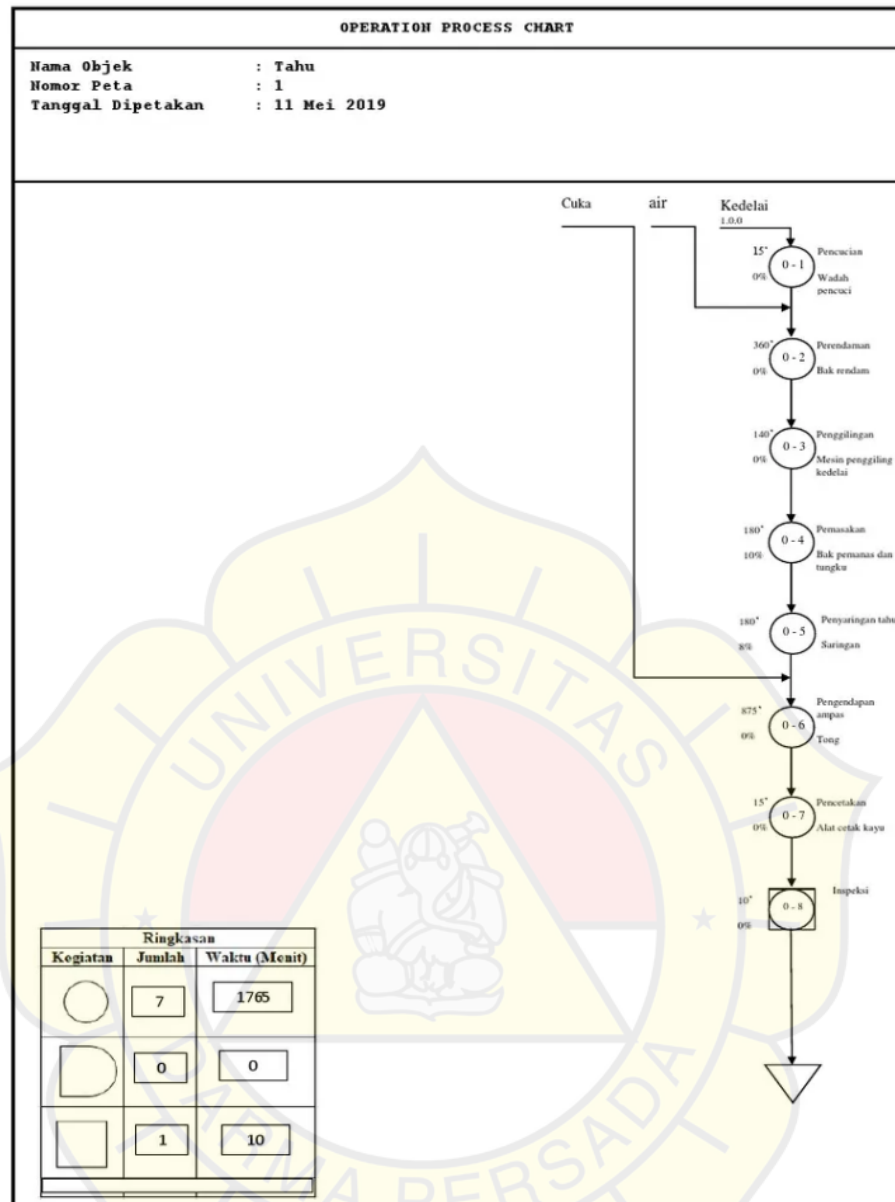
Menggunakan proses *DFA*, produk dirancang agar mudah dirakit. Hal ini dapat dicapai dengan menyederhanakan desain produk. Menyederhanakan desain produk Anda dapat mengurangi jumlah komponen yang digunakan dalam produk ini juga mengurangi waktu dan biaya perakitan produk.

Misalnya, jika suatu produk hanya terdiri dari beberapa komponen, maka waktu yang dibutuhkan untuk merakit produk tersebut akan lebih sedikit dibandingkan produk dengan jumlah komponen yang banyak. Secara keseluruhan, proses *DFA* penting untuk mengembangkan produk yang mudah dirakit dan berbiaya rendah.

Dengan mengembangkan produk menggunakan prinsip *DFA*, perusahaan dapat menekan biaya produksi, meningkatkan efisiensi produksi, dan menghasilkan produk dengan kualitas lebih tinggi.

2.4 *OPC (Operation Process Chart)*

Operation Process Chart (*OPC*) adalah suatu bentuk diagram yang digunakan untuk menyajikan langkah-langkah dan urutan kegiatan dalam suatu proses produksi atau operasi. Diagram ini membantu memvisualisasikan urutan tugas atau operasi yang terlibat dalam suatu proses secara sistematis. Dr. Richard F. Leach, Profesor Emeritus Sistem Produksi Universitas Texas A&M: "*OPC* adalah alat sederhana namun kuat untuk memvisualisasikan dan menganalisis proses kerja. Kesederhanaannya membuatnya mudah digunakan oleh pekerja lini depan, sementara kekuatannya terletak pada kemampuannya mengungkap potensi perbaikan." Berikut contoh *Operation Process Chart* (*OPC*):



Gambar 2.1 Contoh Gambar *Operation Process Chart* (OPC)

OPC sering digunakan dalam konteks manufaktur dan produksi untuk memberikan pemahaman yang jelas tentang alur kerja. *OPC* sering digunakan bersamaan dengan alat visualisasi proses lainnya, seperti *flowchart* atau diagram aliran proses, untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang operasi atau proses produksi.

2.5 **Bill of Materials (BOM)**

Bill of Materials (BOM) adalah dokumen atau daftar yang merinci semua komponen, bahan, dan barang yang diperlukan untuk memproduksi atau merakit suatu produk. *BOM* digunakan di banyak industri berbeda, termasuk manufaktur, teknik dan konstruksi, untuk mengatur produksi, memilih bahan, dan menghitung biaya. *Bill of Materials* memainkan peran penting dalam pengendalian inventaris dan perencanaan produksi. Menurut Robert A. Malloy dalam bukunya "*Plastics Design Handbook*": "*Bill of material* (BOM) adalah daftar seluruh komponen, bagian, atau bahan yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk, beserta informasi seperti kuantitas, jumlah unit, deskripsi dan spesifikasi.

Bill of Materials sering digunakan dalam perencanaan produksi untuk menghitung kebutuhan material, menentukan waktu pengiriman, mengelola inventaris dan menghitung biaya produksi. Dalam proyek konstruksi, *BOM* digunakan untuk merencanakan pengadaan material dan menentukan kebutuhan tenaga kerja. Dalam produksi, Direksi membantu merencanakan produksi dan perakitan produk secara akurat. *BOM* juga biasa digunakan dalam perencanaan inventaris dan manajemen rantai pasokan.

2.6 **Pengukuran Waktu Kerja**

Pengukuran waktu kerja adalah kegiatan yang dirancang untuk mengukur waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja terampil untuk menyelesaikan suatu aktivitas kerja yang dilakukan dalam kondisi dan kecepatan kerja normal. "Pengukuran waktu kerja adalah salah satu alat manajemen yang paling penting untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Dengan mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, perusahaan dapat mengidentifikasi peluang untuk perbaikan dan meningkatkan kinerja secara

keseluruhan." - Dr. Richard F. Leach, Profesor Emeritus Sistem Produksi Universitas Texas A&M.

Metode jam henti adalah metode yang paling umum digunakan untuk mengukur jam kerja. Cara ini dilaksanakan dengan alat jam henti (stopwatch) atau alat pengatur waktu untuk mencatat waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap siklus kerja.

Metode *work sampling* adalah metode yang lebih akurat daripada metode jam henti, tetapi juga lebih rumit dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Metode ini dilakukan dengan mengambil sampel pekerjaan secara acak dan mengukur waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap sampel.

Metode standar data waktu adalah metode yang paling cepat dan mudah digunakan, tetapi juga kurang akurat daripada metode jam henti atau *work sampling*. Metode ini menggunakan data waktu yang telah dikumpulkan sebelumnya untuk pekerjaan yang serupa.

Pengukuran waktu kerja merupakan suatu alat yang penting untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Dengan menggunakan metode pengukuran waktu kerja yang tepat, perusahaan dapat mengidentifikasi peluang untuk perbaikan dan meningkatkan kinerja secara keseluruhan.

2.5.1 Definisi Waktu Kerja

Prinsip pengukuran kerja diperlukan untuk menentukan sistem kerja yang digunakan. Teknik ini mencakup jumlah waktu yang dibutuhkan, jumlah energi yang digunakan, dan dampak psikologis dan fisiologis. Survei waktu adalah cara untuk mengetahui seberapa banyak pekerjaan yang dilakukan seseorang. Pengukuran kerja, atau studi waktu, didefinisikan oleh Wignjosoebroto (2003) sebagai jumlah

waktu yang dipergunakan pada seorang operator (dengan keterampilan dan pelatihan rata-rata) untuk menjalankan suatu tugas pada kondisi dan kecepatan kerja normal. waktu standar. Untuk memastikan sistem kerja yang berfungsi dengan baik, pengukuran waktu kerja bertujuan untuk menentukan waktu standar untuk pekerja biasa (Barnes, 1990).

2.5.2 Manfaat Waktu Kerja

Mengukur jam kerja menunjukkan kesenjangan besar dalam menentukan insentif upah. Manfaat lain dari pengukuran jam kerja antara lain (Barnes, 1980):

1. Merancang rencana dan jadwal produksi.
2. Menetapkan dan menyusun anggaran standar biaya.
3. Memperkirakan biaya pembuatan suatu produk sebelum memproduksinya.
4. Menganalisis dan menentukan efisiensi mesin tersebut.
5. Menentukan jam kerja tukang batu sebagai insentif bagi tenaga kerja langsung dan tidak langsung.
6. Menetapkan standar jam kerja sebagai insentif untuk mengendalikan biaya tenaga kerja.

Pada waktu standar ini juga didefinisikan menjadi waktu kerja dengan mempertimbangkan faktor penyesuaian serta biaya tambahan. kelebihan waktu baku adalah:

1. Perencanaan produksi.
2. Perencanaan pada *Man power*.
3. Perencanaan suatu sistem kelonggaran.

4. Menunjukkan keterampilan karyawan saat melakukan pekerjaan (output standar).
5. Penggunaan data produksi aktual untuk menentukan tingkat kinerja sistem kerja.

2.5.3 Metode Pengukuran Waktu Baku

Pengukuran waktu baku adalah proses untuk menentukan waktu yang seharusnya diperlukan untuk menyelesaikan suatu tugas atau operasi pada tingkat efisiensi yang normal.

Salah satu pendekatan yang dikenal dari Frank B. Gilbreth adalah Time and Motion Studies. Gilbreth adalah seorang insinyur industri yang dikenal karena kontribusinya terhadap manajemen ilmiah. Dia dan istrinya, Lillian M. Gilbreth, melakukan studi gerakan untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan.

1. Pengukuran secara langsung

Pengukuran waktu langsung dilakukan langsung di lokasi pelaksanaan pekerjaan. Metode ini mencakup studi waktu jam henti (stopwatch time study) dan pengukuran menggunakan sampel pekerjaan (work sampling).

a. Metode jam henti (stopwatch time study)

Pengukuran jam kerja berdasarkan waktu henti. Metode ini diperkenalkan oleh Frederick W. Taylor pada abad ke-19. Metode ini cocok untuk tugas yang pendek dan berulang. Waktu berakhirnya suatu siklus kerja standar ditentukan dari hasil pengukuran dan dianggap sebagai waktu berakhirnya standar pekerjaan bagi setiap orang yang melakukan pekerjaan yang sama.

b. Sampling kerja (work sampling)

Pada *Work Sampling* merupakan pengukuran kerja yang digunakan pada saat memperkirakan persentase waktu yang hilang selama terjadi satu siklus suatu kerja (idle time) atau menentukan persentase aktivitas non-produktif pada pekerjaan (rasio delay study). Dengan melakukan pengamatan acak selama siklus kerja dalam jangka waktu tertentu.

2. Pengukuran secara tidak langsung

Pengukuran waktu yang tidak langsung Pengamat melakukannya tanpa menghitung jumlah jam kerja yang diukur. Pengukuran ini dilaksanakan ketika menggunakan metode data umum seperti:

a. Data waktu baku

Data waktu baku, sebagai pengukuran kerja mesin atau pelaksanaan operasi tertentu, dimana data hasil pengamatan tidak dapat digunakan sama sekali jenis operasi lainnya. Oleh karena itu, metode ini terutama berlaku untuk elemen aktivitas tertentu pada pengaturan, bongkar muat, penanganan. Kelebihan metode ini adalah mempersingkat tugas penelitian pekerjaan yang sedang dilakukan dan mempercepat saat proses penetapan waktu standar.

b. Data waktu gerakan

Data waktu gerak, waktu diukur dari unsur gerak pada pekerjaannya, Melainkan berdasarkan variabel gerakan. Elemen gerakan yang dihasilkan dari Therbligs yang diungkapkan oleh Frank dan Lilian Gilberth.

2.5.4 Tahapan Penentuan Waktu Baku

Dalam menentukan waktu baku melibatkan beberapa tahapan atau langkah-langkah tertentu. Berikut adalah tahapan umum dalam penentuan waktu baku, Berikut adalah beberapa tahapan untuk menentukan waktu baku:

1. Penentuan tujuan pengukuran

Penentuan tujuan pengukuran Uraian mengenai maksud serta tujuan dalam melakukan pengukuran kerja.

2. Menjalankan penelitian pendahuluan

Memilih dan tentukan pekerjaan yang akan diamati dan tetapkan waktu standar.

3. Memilih dan melatih operator

Seleksi serta pelatihan operator, hal ini dilakukan pada operator serta pencatatan semua data yang berkaitan dengan sistem operasi kerja berjangka waktu. Kriteria untuk operator yang tidak digunakan lagi meliputi:

- a. Operator yang cepat saat melakukan suatu pekerjaannya.
- b. Gerak operator yang lambat saat melakukan pekerjaannya.
- c. Operator yang masih dibatas wajar dalam melakukan pekerjaan.

4. Mengurai pekerjaan atas elemen - elemen pekerjaan (elemental breakdown)

Dengan menguraikan pekerjaan menjadi unsur-unsur (elemental breakdown), pekerjaan yang dilakukan membagi siklus kegiatan yang sedang berjalan menjadi unsur-unsur kegiatan sesuai dengan aturan yang ada.

5. Mempersiapkan alat untuk pengukuran

Mempersiapkan alat-alat Pengukuran Alat-alat yang digunakan untuk mempersiapkan pengukuran bisa bermacam-macam, misalnya *stopwatch*, jam

elektronik, kamera film, komputer, jam waktu, papan observasi, atau alat-alat lain yang diperlukan seperti speedometer dan takometer.

6. Melakukan pengukuran waktu siklus

Menjalankan pengamatan serta pencatatan waktu sebanyak N observasi untuk setiap siklus atau elemen kegiatan. Waktu siklus adalah jumlah waktu yang dibutuhkan seorang karyawan untuk menyelesaikan suatu tugas pada waktu tertentu.

7. Menghitung tingkat akurasi ketelitian serta tingkat keyakinan pada data hasil pengamatan.

8. Melakukan pengujian keseragaman data menggunakan *common sense* atau batas kontrol.

9. Melakukan penghitungan waktu baku

- a. Dari hasil pengamatan dilakukan melakukan penyesuaian
- b. Menentukan serta pengamatan dilakukan perhitungan waktu normal
- c. Dari hasil pengamatan dilakukan penghitung kelonggaran
- d. Menjalankan atau melakukan pengamatan dilakukan perhitungan waktu baku

2.5.5 Menentukan Tingkat Ketelitian Dan Tingkat Keyakinan

Langkah-langkah juga telah diambil untuk mengukur jam kerja saat ini. yaitu (Anderson)(Leach)(Gilbreth, 1914)(Barnes, 1980).

1. Pengukuran pendahuluan

Pengukuran pendahuluan dimaksudkan untuk mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan untuk tingkat - tingkat ketelitian dan keyakinan yang didapat dari hasil perhitungan waktu pengamatan.

2. Uji kecukupan data

Ada 2 faktor yang mempengaruhi kecukupan data:

- a. Tingkat kepercayaan (Confidence Level)
- b. Tingkat ketelitian (Degree of Accuracy)

Dengan asumsi operator adalah manusia normal, maka kecukupan data dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Pumomo.2004):

$$N' = \left(\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \right)^2 \dots$$

Keterangan: k = tingkat kepercayaan

Jika tingkat keyakinan 99%, maka $k = 2,58 \approx 3$

Jika tingkat keyakinan 95%, maka $k = 1,96 \approx 2$

Jika tingkat keyakinan 68%, maka $k \approx 1$

s = derajat ketelitian

N = jumlah data pengamatan

N' = jumlah data teoritis

Kesimpulan dari perhitungan yang diperoleh yaitu:

- a. Jika $N' < N$ (nilai observasi teoritis lebih kecil atau sama dengan nilai observasi aktual), maka data berada pada tingkat cukup memenuhi persyaratan dan dapat diolah untuk menentukan waktu baku dan dinyatakan memenuhi akurasi.

- b. Namun jika sebaliknya $N' > N$ (jumlah observasi teoritis lebih banyak dari jumlah observasi yang ada), maka data tersebut dinyatakan tidak mencukupi. Untuk mengolah data dan menentukan waktu baku, perlu dilakukan penjumlahan data observasi hingga melebihi jumlah teoritis data observasi.

3. Uji Keseragaman Data

Proses analisis homogenitas data dilakukan dengan menggunakan kontrol yang diperoleh dari observasi. Pengamatan tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam subgrup, dan rata-rata subgrup diperiksa untuk melihat apakah observasi tersebut termasuk dalam bilah kontrol. Rumus uji keseragaman data:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{x} \quad \dots \quad \text{BKA} = \bar{x} + k\sigma$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{N-1} \quad \dots \quad \text{BKB} = \bar{x} - k\sigma$$

Keterangan: \bar{x} = rata-rata waktu elemen kerja

σ = standar deviasi

N = jumlah pengamatan

2.5.6 Westinghouse System of Rating

Selain itu, *Westing House Company* (1927) menciptakan sistem yang dianggap lebih lengkap daripada yang diusulkan oleh Bedaux. Selain keterampilan dan usaha, yang dianggap Bedaux sebagai faktor yang mempengaruhi kinerja manusia, *Westinghouse* juga menambahkan standar konsistensi dan kondisi kerja.

Untuk tujuan ini, *Westinghouse* telah mengembangkan formulir penilaian kinerja. Untuk menormalkan waktu kerja yang tersedia, waktu yang diperoleh dari hasil pengukuran pekerjaan dikalikan dengan penjumlahan empat faktor evaluasi yang dipilih sesuai dengan kinerja operator.

Table 2.1 Tabel *Westinghouse System of Rating*

SKILL			EFFORT		
+ 0,15	A1	Superskill	+ 0,13	A1	Superskill
+ 0,13	A2		+ 0,12	A2	
+ 0,11	B1	Excellent	+ 0,10	B1	Excellent
+ 0,8	B2		+ 0,08	B2	
+ 0,6	C1	Good	+ 0,05	C1	Good
+ 0,3	C2		+ 0,02	C2	
0,00	D	Average	0,00	D	Average
- 0,05	E1	Fair	- 0,04	E1	Fair
- 0,10	E2		- 0,08	E2	
- 0,16	F1	Poor	- 0,12	F1	Poor
- 0,22	F2		- 0,18	F2	
CONDITION			CONSISTENSY		
+ 0,06	A	Ideal	+ 0,04	A	Ideal
+ 0,04	B	Excellent	+ 0,03	B	Excellent
+ 0,02	C	Good	+ 0,01	C	Good
0,00	D	Average	0,00	D	Average
- 0,03	E	Fair	- 0,02	E	Fair
- 0,07	F	Poor	- 0,04	F	Poor

2.5.7 Penentuan Kelonggaran (Allowance)

Dalam bekerja seharian, tidak mungkin operator bekerja tanpa gangguan sama sekali. Oleh karena itu perlu diberikan kelonggaran pada waktu normal seorang operator. Kelonggaran bukanlah bagian dari rating factor dan pengaplikasiannya harus dipisahkan. Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu *personal allowance*, *fatigue allowance*, dan *delay allowance* (Barnes, 1980). Ketiga faktor tersebut akan dijelaskan lebih lanjut sebagai berikut:

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (Personal allowance)

Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi mencakup berbagai aktivitas yang diperlukan untuk menjaga kenyamanan dan kesejahteraan pekerja selama berada di tempat kerja. Aktivitas ini dapat berupa minum untuk menghilangkan dahaga, pergi ke kamar mandi, atau berbicara singkat dengan rekan kerja guna meredakan ketegangan yang mungkin muncul akibat tekanan pekerjaan. Setiap lingkungan kerja memiliki persyaratan dan karakteristik unik yang beragam, sehingga besaran tunjangan untuk kebutuhan pribadi ini bervariasi di setiap tempat kerja. Penelitian menunjukkan bahwa besaran tunjangan ini juga berbeda antara pekerja pria dan wanita, yang kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan fisiologis, budaya kerja, atau kebijakan perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan perlu mempertimbangkan kebijakan kelonggaran yang adil dan sesuai dengan kebutuhan pekerjanya, guna menjaga produktivitas sekaligus kesejahteraan mereka.

2. Kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah (Fatigue allowance)

Kelelahan merupakan kondisi yang dapat mengakibatkan penurunan produktivitas, baik dari segi kuantitas maupun kualitas hasil kerja. Ketika kelelahan terjadi, pekerja harus mengerahkan lebih banyak usaha untuk bekerja secara normal, yang pada gilirannya meningkatkan perasaan lelah. Jika kondisi ini dibiarkan berlanjut tanpa tindakan, bagian tubuh yang terkena kelelahan akan berisiko mengalami disfungsi atau penurunan kemampuan untuk beroperasi secara optimal. Oleh karena itu, kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah sangat penting bagi para pekerja. Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk memulihkan kelelahan antara lain melakukan peregangan otot secara teratur, beristirahat sejenak, dan mendapatkan udara segar di luar ruangan. Selain itu, perusahaan sebaiknya menyediakan waktu istirahat yang cukup untuk memulihkan tenaga, serta menciptakan lingkungan kerja

yang mendukung keseimbangan antara pekerjaan dan kebutuhan fisik pekerja. Dengan adanya kelonggaran ini, pekerja dapat menjaga stamina dan fokus kerja, sehingga produktivitas tetap terjaga dan risiko kelelahan berkurang.

3. Kelonggaran untuk hambatan - hambatan yang tak terhindarkan (Delay allowance)

Dalam melaksanakan tugasnya, pekerja mungkin akan menghadapi berbagai hambatan yang berada di luar kendalinya dan tidak dapat dihindari. Pekerja tidak boleh meninggalkan rintangan tersebut tanpa penyelesaian, karena hal ini dapat mengganggu kelancaran proses kerja. Toleransi terhadap hambatan tak terhindarkan ini dihitung dengan menggunakan berbagai metode pengambilan sampel untuk menentukan besaran kelonggaran yang wajar. Perbedaan dalam lingkungan kerja, jenis pekerjaan, dan situasi operasional menyebabkan tingkat toleransi terhadap hambatan bervariasi, baik antar tempat kerja maupun antar departemen di perusahaan yang sama. Contoh hambatan yang tidak dapat dihindari meliputi menerima instruksi dari supervisor, menyiapkan peralatan seperti mesin sebelum digunakan, serta mengasah atau melakukan perawatan rutin terhadap alat-alat pemotong. Kelonggaran ini penting untuk memastikan bahwa pekerja memiliki cukup waktu untuk menangani hambatan tersebut tanpa mengorbankan produktivitas atau kualitas pekerjaan.

Table 2.2 Tabel Kelonggaran (Allowance)

FAKTOR	CONTOH PEKERJAAN	KELONGGARAN (%)		
		EKIVALEN BEBAN	PRIA	WANITA
A. TENAGA YANG DIKELUARKAN				
1. Dapat diabaikan	Bekerja dimeja, duduk	Tanpa beban	0.0 - 6.0	0.0 - 6.0
2. Sangat <i>Ringan</i>	Bekerja dimeja, berdiri	0.00 - 2.25 kg	6.0 - 7.5	6.0 - 7.5
3. <i>Ringan</i>	Menyekop, <i>ringan</i>	2.25 - 9.00 kg	7.5 - 12.0	7.5 - 16.0
4. Sedang	Mencangkul	9.00 - 18.00 kg	12.0 - 19.0	16.0 - 30.0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	19.00 - 27.00 kg	19.0 - 30.0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27.00 - 50.00 kg	30.0 - 50.0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Diatas 50 kg		
B. SIKAP KERJA				
1. Duduk	Bekerja duduk, <i>ringan</i>		0.0 - 1.0	
2. Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1.0 - 2.5	
3. Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol		2.5 - 4.0	
4. Berba <i>Ring</i>	Pada bagian isi, belakang atau depan badan		2.5 - 4.0	
5. Membungguk	Badan dibungkukan bertumpu pada dua kaki		4.0 - 10.0	
C. GERAKAN KERJA				
1. Normal	Ayunan badan dari bahu		0	
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0 - 5	
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan		0 - 5	
4. Pada anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala		5 - 10	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dilorong pertambangan yang sempit		10 - 15	

FAKTOR	CONTOH PEKERJAAN	KELONGGARAN (%)	
D. KELELAHAN MATA *)		PENCAHAYAAN	
		BAIK	BURUK
1. Pandangan yang terputus - putus	Membawa alat ukur	0.0 - 6.0	0.0 - 6.0
2. Pandangan yang hampir terputus - putus	Pekerjaan - pekerjaan yang teliti	6.0 - 7.5	6.0 - 7.5
3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah - ubah	Memeriksa cacat - cacat pada kain	7.5 - 12.0	7.5 - 16.0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti	19.0 - 30.0	16.0 - 30.0
E. KEADAAN TEMPERATUR TEMPAT KERJA **)		KELEMBABAN	
		NORMAL	BERLEBIHAN
1. Beku	Dibawah 0	Diatas 10	Diatas 12
2. Rendah	0 - 13	10 - 5	12 - 5
3. Sedang	13 - 22	5 - 0	8 - 0
4. Normal	22 - 28	0 - 5	0-8
5. Tinggi	28 - 38	5 - 40	8 - 100
6. Sangat tinggi	Diatas 38	Diatas 40	Diatas 100
F. KEADAAN ATMOSFER ***)			
1. Baik	Ruangan yang berventilasi baik, udara segar	0	
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau - bauan	0 - 5	
3. Kurang baik	Adanya debu beracun atau tidak beracun tapi banyak	5 - 10	
4. Buruk	Adanya bau - bauan berbahaya harus menggunakan alat pernafasan	10 - 20	

G. KEADAAN LINGKUNGAN YANG BAIK	
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah	0
2. Siklus kerja berulang - ulang antara 5 - 10 detik	0 - 1
3. Siklus kerja berulang - ulang antara 0 - 5 detik	1 - 3
4. Sangat bising	0 - 5
5. Jika faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas	0 - 5
6. Terasa adanya getaran lantai	5 - 10
7. Keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll.)	5 - 10
*) = Kontras antara warna hendaknya diperhatikan	
**) = Tergantung juga pada keadaan ventilasi	
***) = Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim	
Catatan = Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi : Pria = 0 - 2,5%	
Wanita = 2 - 5%	

2.7 Gambar Teknik

Gambar teknik adalah suatu sarana komunikasi yang memberikan informasi tentang bentuk, simbol, bentuk, posisi, ukuran dan sistem kerja yang digambarkan dalam gambar dengan standar tertentu dan disepakati oleh para pihak, secara terpadu sehingga penerapan di lapangan dapat berlangsung secara akurat dan benar. sesuai dengan apa yang direncanakan. Menurut Charles J. Vierck dan Robert O. Bonin (XXXX) dalam bukunya "*Technical Drawing*": "Gambar teknik adalah metode komunikasi yang efektif dan sistematis yang digunakan untuk merepresentasikan objek fisik dengan menggunakan teknik simbol, garis, dan simbol."

Untuk menunjang pembelajaran teknik industri, kami menggunakan standar dengan syarat dan kaidah berdasarkan standar ISO. (Organisasi Internasional untuk Standardisasi) adalah badan/organisasi standar internasional. Selain ISO sebagai badan internasional (internasional), beberapa negara juga mempunyai badan standar nasional yang terkenal di seluruh dunia. Misalnya di Jerman ada DIN, di Belanda ada NEN, di Jepang ada JIS, dan di Indonesia ada SNI.

2.8 Program Gambar Teknik *Solidworks*

Solidworks adalah perangkat lunak atau aplikasi CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacturing) dan CAE (Computer Aided Engineering) yang dikembangkan oleh perusahaan terkenal bernama *Dassault Systèmes*, yang dikembangkan oleh *Dassault Systèmes* pada tahun 1997. *Solidworks* menyediakan berbagai alat dan fitur yang memungkinkan para insinyur, desainer, dan profesional manufaktur membuat model 3D, dapat merencanakan produk, sehingga menghasilkan gambar teknik yang diperlukan untuk manufaktur.

2.9 SPSS

SPSS (dahulu bernama Statistical Package for the Social Sciences) adalah perangkat lunak komprehensif yang digunakan untuk analisis statistik. Diakuisisi oleh IBM pada tahun 2009, SPSS menjadi salah satu program analisis statistik terpopuler di dunia, digunakan oleh akademisi, peneliti, analis bisnis, dan profesional di berbagai bidang lainnya.

Fitur dan kemampuan SPSS yang luas meliputi:

1. Pengolahan data: Membaca, membersihkan, dan menyiapkan data untuk analisis.
2. Analisis deskriptif: Menghitung statistik dasar seperti mean, median, modus, standar deviasi, dan tabel frekuensi.
3. Analisis inferensial: Melakukan berbagai tes hipotesis dan uji statistik untuk menarik kesimpulan tentang populasi yang lebih besar berdasarkan sampel data.
4. Analisis regresi: Membangun dan mengevaluasi model untuk memahami hubungan antara variabel dependen dan independen.
5. Analisis multivariat: Melakukan analisis yang melibatkan beberapa variabel dependen atau independen, seperti analisis faktor dan analisis kluster.
6. Visualisasi data: Membuat grafik dan tabel untuk menyajikan data dan hasil analisis secara visual.
7. Pelaporan: *Generate* laporan yang berisi deskripsi data, analisis yang dilakukan, dan interpretasi hasil.

Secara keseluruhan, IBM SPSS adalah perangkat lunak analisis statistik yang powerful dan fleksibel yang cocok untuk berbagai macam pengguna. Jika Anda membutuhkan perangkat lunak untuk melakukan analisis data statistik secara akurat dan efisien, *SPSS* adalah pilihan yang tepat.

2.10 Penelitian Terdahulu

Berikut penelitian yang menjadi referensi dan juga dapat dijadikan sebagai landasan teori karena memiliki kaitan yang erat dengan penelitian lain yang relevan dan dapat digunakan di dalam penelitian ini.

Table 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian dan Nama Peneliti	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Marchelino Septian, D. H. Penentuan target produksi paint roller berdasarkan perhitungan waktu baku menggunakan metode <i>stopwatch</i> time study	Pengukuran waktu Baku	Dari hasil penelitian ini, total waktu standar proses produksi roller cat BS adalah 116,55 detik, sehingga standar keluaran yang dihasilkan adalah 0,00858 lembar per detik atau 0,5148 lembar per menit. Berdasarkan hasil tersebut +F9: F15, seharusnya perusahaan menetapkan target produksi sebanyak 247 buah per hari kerja.
2	Dhiya Luqyana ¹ , Mochammad Ibnu Ilham ¹ , Ramadhan Difa Symaidzar ¹ , Zhazha Yoslin Raissa ¹ , dan M. Sjahrul Annas ² . Analisis Desain Produk dengan Metode DFMA untuk Talenan Berpemotong	DFMA	Setelah melalui evaluasi nilai RPN turun dari 252 menjadi 15.
3	Moh. Gunawan Pane ¹ . Handy Febri Satoto ² . Penentuan Waktu Standar Guna Memastikan Kapasitas Produksi Produk Media Tanam	Pengukuran waktu Baku. Data yang digunakan pekerja dan data pekerjaannya, data permintaan dan data pengukuran waktu kerja	Dengan pencampuran bahan 29,47 menit, pengisian bahan 19,58 menit, sealer produk 12,11 menit dan stiker produk 5,58 menit. Untuk produk NPK, pengisian bahan 43,80 menit, sealer produk 32,86 dan stiker produk 15,12 menit.

4	<p>Freli Silaban. RANCANGAN PERBAIKAN ALAT BANTU PRODUKSI CORE PADA KOMPONEN MOLD 2123 DENGAN METODE DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY (DFMA) DI PT KEMAS INDAH MAJU</p>	DFMA	<p>Produksinya berkurang, dan mendapatkan penurunan waktu yang sebelumnya 1355,3 Detik menjadi 892,4 Detik waktu rata-rata untuk memproduksi 1 pcs core 2123</p>
5	<p>Nur Rizka Athirah¹, Handy Febri Satoto². ANALISIS PENENTUAN JUMLAH TENAGA KERJA BERDASARKAN KAPASITAS PRODUKSI UMKM PIA "MAHEN</p>	<p>Pengukuran waktu baku <i>Westinghouse System of Rating, Allowance (Waktu Longgar)</i></p>	<p>Rata-rata persentase selisih pendapatan dengan beberapa unsur biaya produksi sebesar 17,75, waktu lembur rata-rata 4 hari per bulan, hari libur rata-rata 3 hari per bulan, produksi termasuk pekerja tidak tetap, dan jam kerja 5 jam. Selisih rata-rata persentase penerimaan dengan beberapa unsur biaya produksi adalah 21,44 jam, rata-rata jam lembur 19 hari/bulan, dan rata-rata hari libur 2 hari/bulan.</p>
6	<p>Moh Emil Nazarudin Fauzi 1), Akmal Suryadi 2). PENGEMBANGAN PRODUK WASTAFEL PORTABLE SECARA MANUAL DENGAN METODE DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY (DFMA)</p>	DFMA	<p>Produk wastafel portable inovasi terbukti memiliki harga yang relatif lebih murah dari produk sebelumnya dengan harga produk awal Rp. 645.000,00 dan produk inovasi adalah Rp. 570.000,00 dengan selisih harga Rp. 75.000,00 atau 11,628%.</p>
7	<p>Ilham Priandythama 1), Susy Susmartini 2), dan Aviandi Wahyu Nugroho 2). Penerapan DFMA untuk LowCost High Customization Product</p>	DFMA	<p>Prototipe prosthetic jari terdiri dari 16 komponen penyusun dengan adanya beberapa komponen yang diperbaiki maupun dieliminasi. Jumlah proses pembuatan komponen yang pada awalnya berjumlah 80 proses berubah menjadi 64 proses. Jumlah proses perakitan yang pada awalnya berjumlah 19 proses berubah menjadi 15 proses.</p>