

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari kata *ergos* yang berarti kerja dan *nomos* yang artinya ilmu, sehingga secara harfiah ergonomi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari mengenai hubungan antara manusia dengan pekerjaannya. Secara umum ergonomi didefinisikan satu cabang ilmu yang setatis untuk memanfaatkan informasi–informasi mengenai sikap, kemampuan, dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, sehat, nyaman, dan efesian. Disini di jelaskan bahwa fokus ilmu ergonomi adalah manusia itu sendiri dalam arti dengan kaca mata ergonomi, sistem kerja yang terdiri atas mesin, peralatan, lingkungan dan bahan harus disesuaikan dengan sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia tetapi bukan manusia yang harus menyesuaikan dengan mesin, alat dan lingkungan dan bahan (Setiawan, 2017).

Disiplin human engineering atau ergonomi banyak diaplikasikan dalam berbagai proses perancangan produk (*man-made object*) ataupun operasi kerja sehari-harinya. Sebagai contoh desain dari *dials* atau *instrumental displays* (*man-machine interface*) akan banyak mempertimbangkan aspek-aspek ergonomi ini. Demikian juga dalam sebuah stasiun kerja, semua fasilitas kerja seperti peralatan, material dan lain-lain haruslah diletakkan. Didepan dan berdekatan (jarak jangkauan normal) dengan posisi operator bekerja. Hal ini sesuai dengan prinsip-prinsip ekonomi gerakan. Dengan mengaplikasikan aspek-aspek ergonomi atau *human engineering*, maka dapat dirancang sebuah stasiun kerja yang bisa dioperasikan oleh rata-rata manusia. Disiplin ergonomi khususnya yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (*anthropometri*) telah menganalisa, mengevaluasi dan membakukan jarak jangkauan yang memungkinkan rata (Achmad, 2014).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.2 *Musculoskeletal Disorders*

Musculoskeletal Disorders adalah penyakit yang menyebabkan rasa sakit yang berkepanjangan. Seseorang yang menderita dari gangguan *muskuloskeletal* merasakan keluhan mulai dari yang ringan hingga berat jika otot menerima beban statis berulang kali dan lebih dari satu panjang waktu. Insiden gangguan *muskuloskeletal* berhubungan dengan kondisi kerja dan bagaimana dukung agar kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan untuk otot, saraf, tendon, sendi, tulang rawan, dan cakram vertebral (Miko, 2018).

Muskuloskeletal disorders (MSDs) digunakan untuk menggambarkan berbagai bentuk cedera, nyeri, atau kelainan pada sistem otot rangka yang terdiri dari jaringan saraf, otot, tulang, ligament, tendon dan sendi. MSDs merupakan masalah yang signifikan pada pekerja. Pada awalnya menyebabkan sakit, nyeri, mati rasa, kesemutan, bengkak, kekakuan, gemetar gangguan tidur dan rasa terbakar. Kelelahan dan MSDs merupakan faktor yang dapat menyebabkan turunnya produktivitas kerja, hilangnya jam kerja, tingginya biaya pengobatan dan material serta rendahnya kualitas dari individu (Arifah, 2018).

Aktivitas dengan tingkat pengulangan yang tinggi dapat menyebabkan kelelahan pada otot, merusak jaringan hingga kesakitan dan ketidaknyamanan. Ini bisa terjadi walaupun tingkat gaya yang dikeluarkan ringan dan postur kerja yang memuaskkan. Kejadian *muskuloskeletal* seperti *low back pain*, *cervic spindolisis*, *carpal tunnel syndrome*, dan *tennis elbow*, sangat sering dirasakan pada manusia. Penelitian yang telah dilakukan di berbagai negara menunjukkan bahwa MSDs merupakan salah satu penyakit akibat kerja terbanyak (Arifah, 2018).

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya keluhan *muskuloskeletal disorders* diantaranya yaitu peregangan otot berlebihan, aktifitas berulang, sikap kerja tidak alamiah, faktor penyebab sekunder seperti getaran, iklim mikro, penyebab kombinasi seperti umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, kesegaran jasmani, kekuatan fisik, ukuran tubuh (Rachman, 2018).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3 Nordic Body Map

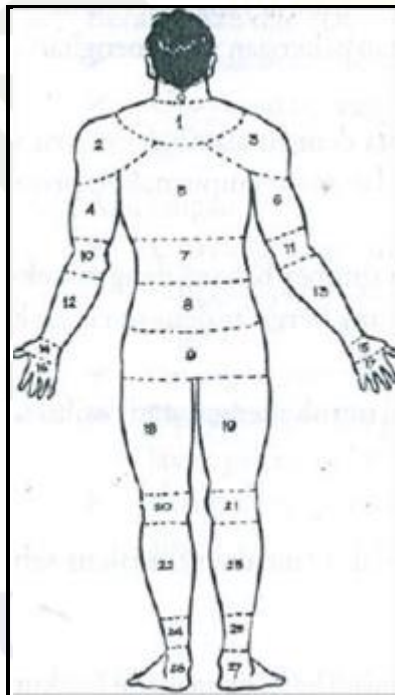
Nordic Body Map merupakan kuesioner keluhan fisik yang digunakan berdasarkan 27 postur tubuh yang dikembangkan dari *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* (NMQ). Digunakan *Nordic Body Map* dengan tingkat keluhan A, B, C dan D (Felicia, 2017).

Tabel 2.1 Keterangan Keluhan NBM

Tingkat Keluhan	Keterangan
A	Tidak sakit
B	Agak sakit
C	Sakit
D	Sangat sakit

(Sumber: Felicia, 2017)

Salah satu alat ukur ergonomik sederhana yang dapat digunakan untuk mengenali sumber penyebab keluhan musculoskeletal adalah *nordic body map*. *Nordic body map* ini dipakai untuk mengetahui keluhan-keluhan yang dirasakan oleh para pekerja (Achmad, 2014).



Gambar 2.1 *Nordic Body Map* Sikap Tubuh (*Posture*)

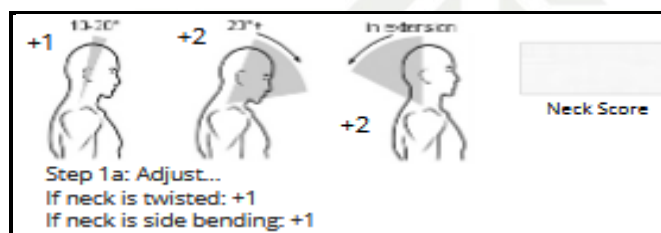
(Sumber: Achmad, 2014)

2.4 Rapid Entire Body Assessment (REBA)

Metode REBA dikembangkan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn McAtamney dalam jurnal original berjudul *Rapid Entire Body Assessment (REBA)* pada tahun 2000. Enam langkah melakukan analisis REBA adalah mengobservasi pekerjaan, memilih postur untuk diukur, memberi skor pada postur, memproses skor, menyusun skor REBA, menyesuaikan level resiko dengan tindakan perbaikan (Felicia, 2017).

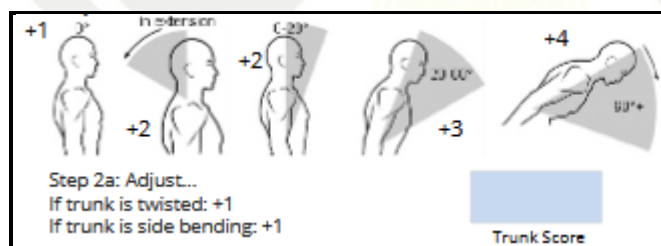
Prosedur untuk menilai Skala REBA (Awasthi, 2018):

1. Cari Posisi Leher.



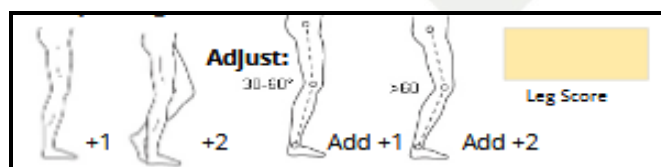
Gambar 2.2 Posisi Leher
(Sumber: Awasthi, 2018)

2. Cari Posisi Punggung.



Gambar 2.3 Posisi Punggung
(Sumber: Awasthi, 2018)

3. Kaki.



Gambar 2.4 Kaki
(Sumber: Awasthi, 2018)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. Lihat potur skor di tabel a.

Table A	Neck												
	1				2				3				
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Trunk	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
Posture	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
Score	3	2	4	5	6	4	5	6	7	7	5	6	7
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

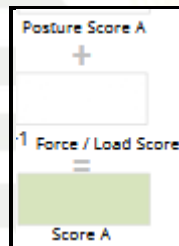
Gambar 2.5 Tabel A
(Sumber: Awasthi, 2018)

5. Tambahkan kekuatan atau beban skor

If load < 11 lbs. : +0
 If load 11 to 22 lbs. : +1
 If load > 22 lbs.: +2
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

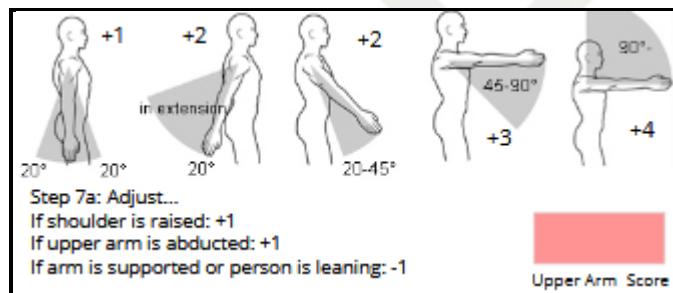
Gambar 2.6 Kekuatan atau Beban Skor
(Sumber: Awasthi, 2018)

6. Tambahkan nilai dari langkah 4 dan 5 untuk mendapatkan skor a, temukan baris di tabel c.



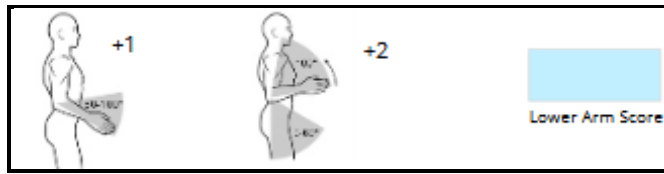
Gambar 2.7 Score A
(Sumber: Awasthi, 2018)

7. Cari posisi lengan atas.



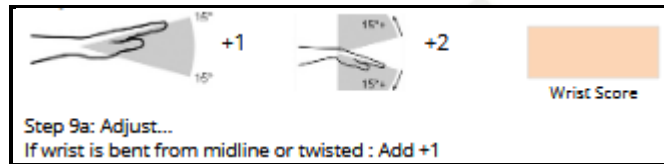
Gambar 2.8 Posisi Lengan Atas
(Sumber: Awasthi, 2018)

8. Cari posisi lengan bawah.



Gambar 2.9 Posisi Lengan Bawah
(Sumber: Awasthi, 2018)

9. Cari posisi pergelangan tangan.



Gambar 2.10 Posisi Pergelangan Tangan
(Sumber: Awasthi, 2018)

10. Lihat potur skor di tabel b.

Table B	Lower Arm						
	Wrist	1			2		
Upper Arm Score	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Gambar 2.11 Tabel B
(Sumber: Awasthi, 2018)

11. Tambahkan skor pasangan.

Well fitting Handle and mid rang power grip, **good: +0**
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, **fair: +1**
 Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**
 No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable: +3**

Gambar 2.12 Skor Pasangan
(Sumber: Awasthi, 2018)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

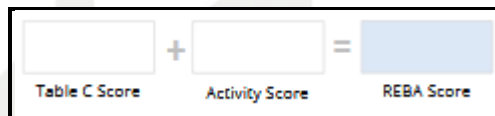
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

12. Skor b, temukan kolom di tabel c.

		Table C											
Score A	Score B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Gambar 2.13 Tabel C
(Sumber: Awasthi, 2018)

13. Skor aktivitas.



Gambar 2.14 REBA Score
(Sumber: Awasthi, 2018)

Evaluasi menggunakan REBA *Worksheet*, dilakukan dengan memberikan skor pada bagian tubuh tertentu yaitu pergelangan tangan, lengan bagian bawah, siku, bahu, leher, bagian depan tubuh, punggung, kaki dan lutut. Setelah semua data didapatkan, akan ditemukan variabel faktor resiko yang mempresentasikan level resiko pada MSD (Felicia, 2017).

Tabel 2.2 Level Risiko REBA

Score	Level of MSD Risk
1	<i>Negligible risk, no action required</i>
2-3	<i>Low risk, change may be needed</i>
4-7	<i>Medium risk, further investigation, change soon</i>
8-10	<i>High risk, investigate and implement change</i>
11+	<i>Very high risk, implement change</i>

(Sumber: Felicia, 2017)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5 Design For Manufactur And Assembly (DFMA)

Berbagai metode dan pendekatan telah dikembangkan untuk meningkatkan proses pengembangan sebuah produk baru. Pendekatan ini akan mengarahkan konsep desain produksi tradisional, yaitu design for manufacturing (DFM) dan design for assembly (DFA) menuju pendekatan praktis yang dikenal sebagai design for production (DFP). Pendekatan ini menyediakan langkah yang sistematis untuk berpikir perihal manufaktur dan menggunakan informasi yang dimiliki untuk mengembangkan sebuah produk yang lebih menguntungkan. Lebih singkatnya, DFP mengarah kepada suatu metode yang mengevaluasi performa sistem manufaktur. Sebagai contoh: apakah production line mempunyai cukup kapasitas untuk mencapai production rate yang diinginkan? Berapa lama waktu yang diperlukan untuk memenuhi pesanan pelanggan? Dan masih banyak lagi. Untuk menjawab pertanyaan itu semua, diperlukan informasi tentang desain produk, kebutuhan dan persyaratan manufaktur, dan kuantitas produk bersama dengan informasi tentang sistem manufaktur yang akan melakukan produksi (Dudung, 2012).

1. Prinsip dasar DFM

DFM untuk mengoptimalkan proses desain produk awal dalam tahap konsep desain dalam rangka untuk memastikan bahwa produk dapat diproduksi dengan mudah. Dalam proses ini, desain produk sebisa mungkin disederhanakan dengan perubahan pada fitur agar sesuai dengan kemampuan fasilitas manufaktur. Desain produk dapat dioptimalkan standar penggunaan *part*, eliminasi dari komponen, pilihan *assembly* komponen dengan mudah, penggunaan snap fits dan sebagainya.

2. Keseluruhan Proses adalah kuncinya

Untuk melaksanakan program desain, perusahaan manufaktur harus bersedia untuk menjalani perubahan. Hal ini meliputi perubahan yang meliputi penyatuan desain dan pengembangan proses serta struktur organisasi tradisional agar sesuai dengan prinsip-prinsip DFM. Proses yang berurut harus berintegrasi dengan keseluruhan desain proses.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Pengetahuan manufaktur dalam tahap pengembangan konsep dan desain Dalam proses manufaktur DFM, seseorang harus menetapkan fungsi desain dengan pengetahuan yang lebih dari operasi manufaktur. Metode yang paling efektif adalah manufaktur yang mewakili bagian dalam keseluruhan proses dan pengembangan desain. Perwakilan ini harus menetapkan fungsi desain dengan toleransi manufaktur, proses, prosedur, batasan, penjadwalan dan waktu produksi.

4. Penggunaan sistem *intelligent* CAD dan Teknologi Komputer lainnya pada DFM

Teknologi komputer merevolusi desain dan pengembangan proses selama beberapa dekade belakangan ini. Peningkatan penggunaan sistem CAD dan kemajuan teknologi telah membantu desainer membuat DFM yang lebih mudah. Banyak desain yang dimodelkan dan dianalisis pada sistem CAD sehingga memungkinkan permasalahan desain yang biasanya tidak ditemukan, akan ditemukan pada tahap *modelling*.

5. Mengurangi biaya

Prinsip-prinsip desain manufaktur yang dapat membantu desainer mengurangi biaya dan kesulitan dari manufaktur sebuah produk.

- a. mengurangi jumlah total bagian dari produk
- b. mengembangkan desain modular
- c. penggunaan komponen standar
- d. desain bagian menjadi multi-fungsional
- e. desain komponen yang multiguna
- f. desain yang mudah dalam pembuatan
- g. hindari terpisahnya alat pengunci
- h. minimalkan arah *assembly*
- i. memaksimalkan pelaksanaan
- j. meminimalkan pengangkutan

6. Mempertimbangkan pengaruh keputusan DFM

Perusahaan menerapkan desain untuk teknik manufaktur di beberapa poin dalam proses desain dan pengembangan. Teknik DFM dapat diterapkan di seluruh proses pengembangan, tapi apabila bertujuan untuk mendapatkan keuntungan besar, DFM harus dapat diterapkan dalam konsep tahap perluasan dan pengembangan prototipe dari proses desain dan pengembangan. Dengan semua keuntungan yang mendukung proses DFM, perusahaan harus menerapkan DFM untuk semua produk yang pada akhirnya akan dimanufaktur.

7. Pemilihan metode perakitan yang tepat

Proses desain merupakan langkah awal proses manufaktur. Sebagian besar (80%) biaya produksi ditentukan pada proses desain. Proses perakitan biasanya merupakan proses yang paling banyak menghabiskan biaya produksi dan jumlah pekerja. Seringkali proses perakitan membutuhkan biaya yang besar karena desain produk yang kurang tepat serta jumlah komponen yang terlalu banyak. Alasan pentingnya pemilihan metode perakitan karena desain produk untuk *manual assembly* sangat berbeda dengan *automatic assembly*. Proses yang mudah bagi operator mungkin tidak dapat dikerjakan oleh robot atau *special purpose workhead*. Demikian pula sebaliknya proses yang mudah untuk mesin mungkin sulit dilakukan oleh operator. Ada tiga metode pokok yaitu *assembly*, *special purpose machine assembly* dan *programmable machine assembly*. Cara untuk menentukan metode yang tepat adalah menggunakan diagram pemilihan metode perakitan (Tabel 2.3). Diagram tersebut didasarkan pada analisis model matematika dari bermacam-macam proses perakitan. Dalam menggunakan diagram dibutuhkan 6 data yang harus diketahui:

- a. volume produksi per shift
- b. jumlah komponen pada rakitan
- c. satu atau banyak jenis produk
- d. jumlah komponen yang diperlukan untuk modifikasi produk
- e. jumlah perubahan desain yang diinginkan selama umur produk

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

f. kebijakan perusahaan dalam investasi mesin.

Dalam menentukan metode perakitan yang tepat data-data yang diperlukan antara lain:

- N_a = jumlah komponen pada perakitan tetap
- N_d = jumlah perubahan desain selama 3 tahun pertama yang mengharuskan adanya *feeder* atau *workhead* baru pada mesin *automatic assembly*
- N_p = jumlah produk berbeda yang akan dirakit menggunakan dasar sistem perakitan yang sama selama 3 tahun pertama
- N_t = jumlah total komponen yang digunakan untuk membentuk *style* produk yang berbeda
- Q_e = jumlah pengeluaran investasi yang diizinkan perusahaan untuk mengganti 1 operator pada 1 shift
- Sh = jumlah shift pekerja
- W_a = biaya 1 operator
- R_i = faktor investasi didapat dari rumus:

$$R_i = \frac{Q_{es}}{W_a} \dots\dots\dots(2.1)$$

V_s = volume produksi per shift per tahun

Pada awal desain, penentuan jenis metode perakitan yang sekiranya dapat menghasilkan biaya terendah adalah sangat penting. Keputusan ini berhubungan erat dengan desain karena *manual assembly* sangat berbeda dengan *automatic assembly*. Setiap proses mempunyai keunggulan dan keterbatasan masing-masing.

- MA = *manual assembly* pada *multistation assembly line*. Alat pemindahannya adalah *free transfer machine* dengan 1 ruang *buffer* antara operator satu dengan operator lainnya.
- MM = *manual assembly* dengan *mechanical assistance*. Sistem ini sama dengan MA , tetapi *feeder* atau alat-alat lainnya telah tersedia. Dengan cara demikian, waktu perakitan per komponen dapat dipersingkat.
- HA = *automatic assembly* yang menggunakan *special purpose indexing machines*, *workheads* dan *automatic feeders*. Satu *supervisor* untuk mesin bila $N_a < 6$ (*rotary indexing machine*) dan satu *supervisor*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

bersama dengan satu operator perakitan bila $N_a > 6$ (*inline indexing machine*)

AF = *automatic assembly* yang menggunakan *special purpose free transfer machines, workheads* dan *automatic feeders*. Satu *supervisor* bersama dengan satu operator perakitan pada satu mesin

AP = *automatic assembly* menggunakan *manually loaded part machines* dan *freetransfer machine* dengan *workhead* yang dapat diprogram untuk melakukan beberapa tugas perakitan. Satu *supervisor* bersama dengan satu operator perakitan pada satu mesin.

AR = *automatic assembly* yang menggunakan *manually loaded part machines* dan robot yang mempunyai dua lengan yang pandai dengan *special purpose gripper* yang dapat menangani semua komponen untuk satu perakitan. Satu *supervisor* untuk satu robot.

Tabel 2.3 Diagram Pemilihan Metode Perakitan

Np = 1 Single product has a market life of three years or more without significant variations in demand; manual fitting of any of the parts is not necessary and the proportion of defective parts is less than 2 %. See notes 1 and 2.		Nt < 1.5 Na Number of parts needed to build different product styles less than 1.5 times the number of parts in the assembly (3).		Nt ≥ 1.5 Na More than 50 % extra parts are needed to build the range of different product styles (3). OR Nd ≥ 0.5 Na More than half of the parts are likely to be affected by design changes during the product life (4).		AND		Company investment Ri = Sh.Qe / Wa (5)		A variety of different but similar products, no manual fitting required and less than 2 % defective parts.		Variety of products, manual fitting of some part necessary, fluctuations in demand or low investment potential.							
		Nd < 0.5 Na Fewer than half of the parts will be subjected to major redesign during the product market life (4).		Ri > 5 5 > Ri > 2 2 ≥ Ri ≥ 1 Ri < 1															
		Ri ≥ 5	5 > Ri > 2	2 ≥ Ri ≥ 1	Ri < 1	Ri > 5	5 > Ri > 2	2 ≥ Ri ≥ 1	Ri < 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vs > 0.65 Annual production volume per shift greater than 0.65 million assemblies.	Na ≥ 16 16 or more parts in the assembly	0	AF	AF	AF	MM (AF)	AP	AP	AP (MM)	MM	MA (AP)	MA							
	15 ≥ Na ≥ 7 Between 7 and 15 part in the assembly	1	AF	AI (AF)	AI (AF)	MM (AI)	AP	AP	MM (AP)	MM	MA	MA							
	Na ≤ 6 6 or fewer parts in the assembly	2	AI	AI	AI	AI	AI	AI (AP)	MM	MM	MA	MA							
0.65 ≥ Vs > 0.4 Annual production volume per shift between 0.4 and 0.65 million assemblies.	Na ≥ 16 16 or more parts in the assembly	3	AP	AP	MM (AP)	MM	AP	AP	AP	MA (MM)	MA	MA							
	15 ≥ Na ≥ 7 Between 7 and 15 part in the assembly	4	AI	AI	AI	MM	AP	AP	MM (AP)	MA (MM)	MA	MA							
	Na ≤ 6 6 or fewer parts in the assembly	5	AI	AI	MM (AI)	MM	AI (MM)	MM	MM	MA (MM)	MA	MA							
0.4 ≥ Vs > 0.24 Annual production volume per shift between 0.2 and 0.4 million assemblies.	Na ≥ 16 16 or more parts in the assembly	6	AP	AP	MM	MM	AP	AP	AP	MA	MA	MA							
	15 ≥ Na ≥ 7 Between 7 and 15 part in the assembly	7	AI (MM)	MM	MM	MM	AP	MM	MA (MM)	MA	MA	MA							
	Na ≤ 6 6 or fewer parts in the assembly	8	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MA (MM)	MA	MA	MA							
Vs ≤ 0.2 Annual production volume per shift less than or equal to 0.2 million assemblies.		9	MM	MM	MM (MA)	MA	MM	MA	MA	MA	MA	MA							

(Sumber: Dudung, 2012)

8. Desain produk untuk *manual assembly*

Bila suatu produk telah ditentukan menggunakan *manual assembly*, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Mencari seluruh informasi yang berkaitan dengan produk tersebut. Informasi tersebut dapat berupa gambar teknik, gambar tiga dimensi atau prototipe.
2. Melepas rakitan produk tersebut atau membayangkan cara kerjanya.
3. Merakit ulang produk tersebut.

Bila perakitan telah selesai, data pada lembar kerja dijumlah untuk mendapatkan total estimasi waktu dan biaya *manual assembly* dan juga jumlah minimum komponen pada produk secara teori, akhirnya efisiensi desain dari *manual assembly* dicari dari rumus:

$$\sum E_m = \frac{3NM}{T_m} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

- E_m = efisiensi desain (untuk perakitan)
- N_m = jumlah komponen minimum
- T_m = total waktu perakitan

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.