

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Ergonomi

Ergonomi atau *ergonomics* (bahasa Inggrisnya) sebenarnya berasal dari bahasa Yunani yaitu Ergo yang berarti kerja dan Nomos berarti hukum. Dengan demikian ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya. Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya. Disiplin ini berangkat dari kenyataan bahwa manusia bisa memiliki batas-batas kemampuan baik jangka pendek maupun jangka panjang pada saat berhadapan dengan keadaan lingkungan sistem kerjanya yang berupa perangkat keras atau *hardware* (mesin, peralatan kerja, dan lain-lain) dan perangkat lunak atau *software* (metode kerja, sistem dan prosedur, dan lain-lain) (Wignjosoebroto, 2006).

Maksud dan tujuan ergonomi adalah mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produk-produknya, sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia-manusia (teknologi) yang optimal. Dengan demikian disiplin ergonomi melihat permasalahan interaksi tersebut sebagai suatu sistem dengan pemecahan-pemecahan masalahnya melalui proses pendekatan sistem pula (Wignjosoebroto, 2006).

Pendekatan khusus dalam disiplin ergonomi ialah aplikasi sistematis dari segala informasi yang relevan yang berkaitan dengan karakteristik dan perilaku manusia dalam perancangan peralatan, fasilitas dan lingkungan kerja yang dipakai. Analisis dan penelitian ergonomi meliputi hal-hal yang berkaitan, yaitu (Suhardi, 2008):

1. Anatomi (struktur), fisiologi (bekerjanya), dan antropometri (ukuran) tubuh manusia.
2. Psikologi yang fisiologis mengenai berfungsinya otak dan sistem syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia.

3. Kondisi-kondisi kerja yang dapat mencederai baik dalam waktu yang pendek maupun panjang ataupun membuat celaka manusia dan sebaliknya kondisi-kondisi kerja yang membuat nyaman kerja manusia.

Memperhatikan hal-hal tersebut maka penelitian dan pengembangan ergonomi akan memerlukan dukungan dari berbagai disiplin ilmu seperti psikologi, antropometri, anatomi anthropologi, faal, dan teknologi (Suhardi, 2008).

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah (Tarwaka, dkk, 2004):

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

## 2.2 Biomekanika

Biomekanika adalah suatu ilmu pengetahuan yang merupakan kombinasi dari ilmu fisika (khususnya mekanika) dan teknik, dengan berdasar pada biologi dan juga pengetahuan lingkungan kerja. Biomekanika umum adalah bagian dari biomekanika yang berbicara mengenai hukum-hukum dasar yang mempengaruhi tubuh organik manusia baik dalam posisi diam maupun bergerak. *Biostatik* adalah bagian dari biomekanika umum yang hanya menganalisa bagian tubuh dalam keadaan diam maupun bergerak pada garis lurus dengan kecepatan seragam (*uniform*). *Biodinamik* adalah bagian dari biodinamika umum yang berkaitan dengan gerakan-gerakan tubuh tanpa mempertimbangkan gaya yang terjadi (kinematik) dan gaya yang disebabkan gaya yang bekerja dalam tubuh (kinetik).

Analisis biomekanika ada 2 (dua) yaitu secara statis berupa analisis besarnya gaya dan momen yang terjadi pada bagian-bagian tubuh tertentu, saat tubuh dalam kondisi tanpa gerakan. Sedangkan analisis biomekanika secara dinamis adalah analisis besarnya gaya dan momen yang terjadi pada bagian-bagian tubuh tertentu saat tubuh dalam kondisi bergerak (Sukania, dkk, 2013).

Dengan demikian gerak tubuh merupakan sebuah sistem biologis yang dapat diakui sebagai hasil interaksi sistem biologis dengan lingkungan sekelilingnya. Interaksi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya (Nurmianto, 2008):

1. Struktur dari lingkungan (bentuk dan stabilitas).
2. Medan dari gaya (arah relatif terhadap gravitasi, kecepatan gerakan).
3. Struktur dari sistem (susunan tulang, aktifitas otot, susunan segmen dari tubuh, ukuran, integrasi *motoric* yang dibutuhkan untuk mendukung postur).
4. Peranan dari keadaan psikologis (level keaktifan, motivasi).
5. Bentuk gerakan yang akan dikerjakan (kerangka dan organisasi gerakan).

Biomekanika juga mengkaji hubungan pekerja dengan perlengkapan kerja dengan lingkungan kerja dan sebagainya. Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu-ilmu biologi dan fisiologi. Biomekanika menyangkut tubuh manusia dan hampir semua tubuh makhluk hidup. Selain itu untuk meningkatkan suatu sistem kerja melalui minimasi kemungkinan terjadinya cedera pada saat melakukan kerja. Biomekanika menggunakan hukum-hukum mengenai konsep fisik dan teknik menggambarkan gerakan yang dialami oleh bagian-bagian tubuh yang beragam dan aksi gaya pada bagian-bagian tubuh tersebut selama melakukan aktifitas harian. Dilihat dari definisi tersebut, biomekanika adalah aktifitas *multidisipliner* (Nurmianto, 2008).

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.

Faktor-faktor yang mempengaruhi biomekanika yaitu (Nurmianto, 2008):

1. Keacakan *random*. Walaupun telah terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku/bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, namun sudah masih akan ada perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat.
2. Jenis kelamin. Ada perbedaan signifikan antara dimensi tubuh pria dan wanita. Untuk kebanyakan dimensi pria dan wanita ada perbedaan signifikan di antara mean dan nilai perbedaan ini tidak dapat diabaikan. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badanya daripada wanita sehingga data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah.
3. Suku bangsa. Variasi di antara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara ke negara lain.
4. Usia. Digolongkan atas berbagai kelompok usia yaitu:
  - a. Balita,
  - b. Anak-anak,
  - c. Remaja,
  - d. Dewasa dan lanjut usiaHal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk antropometri anak-anak. Antropometrinya cenderung terus meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunya kecenderungan menu-run yang disebabkan oleh berkurangnya elastisitas tulang belakang (*intervertebral discs*) dan berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.
5. Jenis pekerjaan. Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawannya, misalnya: buruh dermaga harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran pada umumnya. Apalagi jika dibandingkan dengan jenis pekerjaan militer.



6. Pakaian. Hal ini juga merupakan sumber keragaman karena disebabkan oleh bervariasinya iklim atau musim yang berbeda dari satu tempat ke tempat yang lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu musim dingin manusia akan memakai pakaian yang relatif lebih tebal dan ukuran yang relative lebih besar. Ataupun untuk para pekerja di pertambangan, pengeboran lepas pantai, pengecoran logam. Bahkan para penerbang dan astronout pun harus mempunyai pakaian khusus.
7. Faktor kehamilan pada wanita. Faktor ini sudah jelas mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti kalau dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil, terutama yang berkaitan dengan analisis perancangan produk dan analisis perancangan kerja.
8. Cacat tubuh secara fisik. Suatu perkembangan yang menggembirakan pada dekade terakhir yaitu dengan diberikannya skala prioritas pada rancang bangun fasilitas akomodasi untuk para penderita cacat tubuh secara fisik sehingga mereka dapat ikut serta merasakan “kesamaan” dalam penggunaan jasa dari hasil ilmu ergonomi di dalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul misalnya: keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (*knee space*) untuk desain meja kerja, lorong atau jalur khusus untuk kursi roda, ruang khusus di dalam *lavatory*, jalur khusus untuk keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, supermarket dan lain-lain.

Pendekatan biomekanika menitik- beratkan pada struktur tulang dan posisi pengangkatan, dimana struktur tulang terutama tulang belakang akan mengalami tekanan yang berlebihan ketika melakukan pengangkatan meskipun frekuensi jarang. Pendekatan biomekanika memandang tubuh manusia sebagai suatu system yang terdiri dari elemen-elemen yang saling berkait dan terhubung satu sama lain, melalui sendi-sendi dan jaringan otot yang ada (Nurmianto, 2008).

### 2.3 *Manual Material Handling* (MMH)

Meskipun telah banyak mesin yang digunakan pada berbagai industri untuk mengerjakan tugas pemindahan, namun jarang terjadi otomasi sempurna di dalam industri. Disamping pula adanya pertimbangan ekonomis seperti tingginya harga mesin otomasi atau juga situasi praktis yang hanya memerlukan peralatan sederhana. Sebagai konsekuensinya adalah melakukan kegiatan manual di berbagai tempat kerja (Suhardi, 2008).

*Manual Material Handling* (MMH) adalah suatu kegiatan transportasi yang dilakukan oleh satu pekerja atau lebih dengan melakukan kegiatan pengangkatan, penurunan, mendorong, menarik, mengangkut, dan memindahkan barang (Suhardi, 2008).

Selama ini pengertian MMH hanya sebatas pada kegiatan *lifting* dan *lowering* yang melihat aspek kekuatan vertikal. Padahal kegiatan MMH tidak terbatas pada kegiatan tersebut diatas, masih ada kegiatan *pushing* dan *pulling* di dalam kegiatan MMH. Kegiatan MMH yang sering dilakukan oleh pekerja di dalam industri antara lain (Suhardi, 2008):

1. Kegiatan pengangkatan benda (*Lifting Task*)
2. Kegiatan pengantaran benda (*Carrying Task*)
3. Kegiatan mendorong benda (*Pushing Task*)
4. Kegiatan menarik benda (*Pulling Task*)

Pemilihan manusia sebagai tenaga kerja dalam melakukan kegiatan penanganan material bukanlah tanpa sebab. Penanganan material secara manual memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut (Suhardi, 2008):

1. Fleksibel dalam gerakan sehingga memberikan kemudahan pemindahan beban pada ruang terbatas dan pekerjaan yang tidak beraturan.
2. Untuk beban ringan akan lebih murah bila dibandingkan menggunakan mesin.
3. Tidak semua material dapat dipindahkan dengan alat. Pemilihan manusia sebagai tenaga kerja dalam melakukan kegiatan penanganan material bukanlah tanpa sebab.

## 2.4 Postur Kerja

Pertimbangan ergonomi yang berkaitan dengan postur kerja dapat membantu mendapatkan postur kerja yang nyaman bagi pekerja, baik itu postur kerja berdiri, duduk, angkat maupun angkut. Beberapa jenis pekerjaan akan memerlukan postur kerja tertentu yang terkadang tidak menyenangkan. Kondisi kerja seperti ini memaksa pekerja selalu berada pada postur kerja yang tidak alami dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Hal ini, akan menyebabkan pekerja cepat lelah, adanya keluhan sakit pada bagian tubuh, cacat produk bahkan cacat tubuh. Untuk menghindari postur kerja yang demikian, pertimbangan-pertimbangan ergonomis antara lain menyarankan hal-hal sebagai berikut (Mufti, dkk, 2013):

1. Mengurangi keharusan pekerja untuk bekerja dengan postur kerja yang membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering atau dalam jangka waktu yang lama. Untuk mengatasi hal ini, maka stasiun kerja harus dirancang terutama sekali dengan memperhatikan fasilitas kerja seperti : meja, kursi, dan lain-lain sesuai data antropometri agar pekerja dapat menjaga postur kerjanya tetap tegak dan normal. Ketentuan ini terutama sekali ditekankan bilamana pekerjaan harus dilaksanakan dengan postur berdiri.
2. Pekerja tidak seharusnya menggunakan jarak jangkauan maksimum. Pengaturan postur kerja dalam hal ini dilakukan dalam jarak jangkauan normal (konsep atau prinsip ekonomi gerakan). Disamping itu, pengaturan ini bisa memberikan postur kerja yang nyaman. Untuk hal-hal tertentu pekerja harus mampu dan cukup leluasa mengatur tubuhnya agar memperoleh postur kerja yang lebih leluasa dalam bergerak.
3. Pekerja tidak seharusnya duduk atau berdiri pada saat bekerja untuk waktu yang lama, dengan kepala, leher, dada, atau kaki berada dalam postur kerja miring.
4. Operator tidak seharusnya dipaksa bekerja dalam frekuensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada dalam posisi di atas level siku yang normal.



Postur kerja merupakan posisi dimana tubuh pekerja ketika melaksanakan pekerjaannya di dalam stasiun kerja. Salah satu penyebab gangguan pada otot rangka (*musculoskeletal disorder*) adalah postur janggal (*awkward posture*) (Tannady, dkk, 2017).

Postur janggal adalah posisi tubuh seorang pekerja atau operator yang menyimpang terhadap posisi normal saat melaksanakan pekerjaannya. Posisi janggal ketika melakukan suatu pekerjaan dapat meningkatkan jumlah energi dari tubuh pekerja. Akibatnya, posisi janggal ini mudah menimbulkan kelelahan bahkan cedera bagi operator atau pekerja. Hal yang termasuk dalam postur janggal adalah pekerjaan yang bersifat repetitif, berputar (*twist*), memiringkan badan, berlutut, jongkok, memegang dalam kondisi statis, dan menjepit dengan tangan dalam waktu yang lama. Postur ini melibatkan beberapa area tubuh seperti bahu, punggung, dan lutut, karena bagian tersebut yang paling sering mengalami cedera (Straker, 2000 dikutip oleh Tannady, dkk, 2017).

#### 2.4.1 Faktor Resiko Sikap Kerja Terhadap Gangguan *Musculoskeletal*

Sikap kerja yang sering dilakukan oleh manusia dalam melakukan pekerjaan antara lain berdiri, duduk, membungkuk, jongkok, berjalan dan lain-lain. Sikap kerja tersebut dilakukan tergantung dari kondisi dalam sistem kerja yang ada. Jika kondisi sistem kerjanya yang tidak sehat akan menyebabkan kecelakaan kerja, karena pekerja melakukan pekerjaan yang tidak aman. Sikap kerja yang salah, canggung dan diluar kebiasaan akan menambah resiko cedera pada bagian *musculoskeletal* (Bridger, 1995 dikutip oleh Susihono dan Prasetyo, 2012).

##### 1. Sikap Kerja Berdiri

Berat tubuh manusia akan ditopang oleh satu ataupun kedua kaki ketika melakukan posisi berdiri. Aliran beban berat tubuh mengalir pada kedua kaki menuju tanah. Kestabilan tubuh ketika posisi berdiri dipengaruhi oleh posisi kedua kaki. Kaki yang sejajar lurus dengan jarak sesuai dengan tulang pinggul akan menjaga tubuh dari tergelincir. Selain itu perlu menjaga kelurusan antara anggota tubuh bagian atas dengan anggota tubuh



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.

bagian bawah. Sikap kerja berdiri memiliki beberapa permasalahan sistem muskuloskeletal. Nyeri punggung bagian bawah (*low back pain*) menjadi salah satu permasalahan posisi sikap kerja berdiri dengan sikap punggung condong ke depan. Posisi berdiri yang terlalu lama akan menyebabkan penggumpalan pembuluh darah vena, karena aliran darah berlawanan dengan gaya gravitasi. Kejadian ini bila terjadi pada pergelangan kaki dapat menyebabkan pembengkakan.

### 2. Sikap Kerja Duduk

Ketika sikap kerja duduk dilakukan, otot bagian paha semakin tertarik dan bertentangan dengan bagian pinggul. Akibatnya tulang pelvis akan miring ke belakang dan tulang belakang bagian lumbar akan mengendor. Mengendor pada bagian lumbar menjadikan sisi depan *invertebratal disk* tertekan dan sekelilingnya melebar atau merenggang. Kondisi ini akan membuat rasa nyeri pada punggung bagian bawah dan menyebar pada kaki. Ketegangan saat melakukan sikap kerja duduk seharusnya dapat dihindari dengan melakukan perancangan tempat duduk. Sikap kerja duduk pada kursi memerlukan sandaran punggung untuk menopang punggung. Sandaran yang baik adalah sandaran punggung yang bergerak maju-mundur untuk melindungi bagian lumbar. Sandaran tersebut juga memiliki tonjolan kedepan untuk menjaga ruang lumbar yang sedikit menekuk. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi tekanan pada bagian *invertebratal disk*.

### 3. Sikap Kerja Membungkuk

Salah satu sikap kerja yang tidak nyaman untuk diterapkan dalam pekerjaan adalah membungkuk. Posisi ini tidak menjaga kestabilan tubuh ketika bekerja. Pekerja mengalami keluhan rasa nyeri pada bagian punggung bagian bawah (*low back pain*) bila dikukan secara berulang dan periode yang cukup lama. Pada saat membungkuk tulang punggung bergerak ke sisi depan tubuh. Otot bagian perut dan sisi depan *invertebratal disk* pada bagian lumbar mengalami penekanan. Pada bagian ligamen sisi belakang dari *invertebratal disk* justru mengalami peregangan

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

atau pelenturan. Sikap kerja membungkuk dapat menyebabkan “*slipped disks*”, bila dibarengi dengan pengangkatan beban berlebih. Prosesnya sama dengan sikap kerja membungkuk, tetapi akibat tekanan yang berlebih menyebabkan ligamen pada sisi belakang lumbar rusak dan penekanan pembuluh syaraf. Kerusakan ini disebabkan oleh keluarnya material pada invertebratal disk akibat desakan tulang belakang bagian lumbar.

#### 4. Membawa Beban

Terdapat perbedaan dalam menentukan beban normal yang dibawa oleh manusia. Hal ini dipengaruhi oleh frekuensi dari pekerjaan yang dilakukan. Faktor yang paling berpengaruh dari kegiatan membawa beban adalah jarak. Jarak yang ditempuh semakin jauh akan menurunkan batasan beban yang dibawa.

#### 5. Kegiatan Mendorong Beban

Hal yang penting menyangkut kegiatan mendorong beban adalah tangan pendorong. Tinggi pegangan antara siku dan bahu selama mendorong beban dianjurkan dalam kegiatan ini. Hal ini dimaksudkan untuk menghasilkan tenaga maksimal untuk mendorong beban berat dan menghindari kecelakaan kerja bagian tangan dan bahu.

#### 6. Menarik Beban

Kegiatan ini biasanya tidak dianjurkan sebagai metode pemindahan beban, karena beban sulit untuk dikendalikan dengan anggota tubuh. Beban dengan mudah akan tergelincir keluar dan melukai pekerjaanya. Kesulitan yang lain adalah pengawasan beban yang dipindahkan serta perbedaan jalur yang dilintasi. Menarik beban hanya dilakukan pada jarak yang pendek dan bila jarak yang ditempuh lebih jauh biasanya beban didorong ke depan.

### 2.5 *Musculoskeletal Disorders*

Keluhan kerja akibat gangguan sistem muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis

secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan akibat kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan karena kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan muskuloskeletal atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1993 dikutip oleh Oesman dan Simanjuntak, 2011).

Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu (Tarwaka, dkk, 2004):

1. Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan, dan
2. Keluhan menetap (*persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

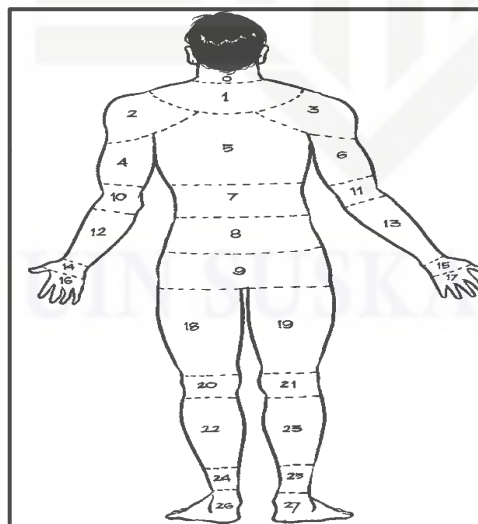
Studi tentang MSDs pada berbagai jenis industri telah banyak dilakukan dan hasil studi menunjukkan bahwa bagian otot yang sering dikeluhkan adalah otot rangka (skeletal) yang meliputi otot leher, bahu, lengan, tangan, jari, punggung, pinggang dan otot-otot bagian bawah. Di antara keluhan otot skeletal tersebut, yang banyak dialami oleh pekerja adalah otot bagian pinggang (*low back pain=LBP*) (Tarwaka, dkk, 2004).

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Sebaliknya, keluhan otot kemungkinan tidak terjadi apabila kontraksi otot hanya berkisar antara 15 - 20% dari kekuatan otot maksimum. Namun apabila kontraksi otot melebihi 20 %, maka peredaran darah ke otot berkurang menurut tingkat kontraksi yang dipengaruhi oleh besarnya tenaga yang diperlukan. Suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan sebagai akibatnya terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan timbulnya rasa nyeri otot (Suma'mur, 1982; Grandjean, 1993 dikutip oleh Tarwaka, dkk, 2004).

## 2.6 Nordic Body Map

NBM merupakan metode yang digunakan untuk menilai tingkat keparahan (*severity*) atas terjadinya gangguan atau cedera pada otot-otot skeletal. Metode NBM merupakan metode penilaian yang sangat subjektif, artinya keberhasilan aplikasi metode ini sangat tergantung dari situasi dan kondisi yang dialami pekerja pada saat dilakukan penilaian. Namun metode ini telah digunakan secara luas oleh para ahli ergonomi untuk menilai tingkat keparahan gangguan pada sistim muskuloskeletal yang mempunyai validasi dan reabilitas yang baik (Tarwaka, 2004)).

Beberapa alat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sistem kerja diantaranya Kuesioner *Nordic Body Map*. Kuesioner ini digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan pada para pekerja, kuesioner ini paling sering digunakan karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi. Kuesioner ini menggunakan gambar tubuh manusia yang sudah dibagi beberapa bagian yaitu leher, bahu, punggung bagian atas, siku, punggung bagian bawah, pergelangan tangan, pinggang atau pantat, lutut, tumit, kaki. Melalui pendekatan *Nordic Body Map* dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit. Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja (Sukania, dkk, 2013).



Gambar 2.1 *Nordic Body Map*  
(Sumber: Dewi, 2016)

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.



Tabel 2.2 *Body Map* dalam Kuesioner Keluhan Muskuloskeletal

No	Bagian Tubuh
0	Leher atas
1	Leher bawah
2	Bahu kiri
3	Bahu kanan
4	Lengan atas kiri
5	Punggung atas
6	Lengan atas kanan
7	Punggung bawah
8	Pinggang
9	Pantat
10	Siku kiri
11	Siku kanan
12	Lengan bawah kiri
13	Lengan bawah kanan
14	Pergelangan tangan kiri
15	Pergelangan tangan kanan
16	Tangan kiri
17	Tangan kanan
18	Paha kiri
19	Paha kanan
20	Lutut kiri
21	Lutut kanan
22	Betis kiri
23	Betis kanan
24	Pergelangan kaki kiri
25	Pergelangan kaki kanan
26	Kaki kiri
27	Kaki kanan

(Sumber: Dewi, 2016)

## 2.7 Metode *Quick Exposure Check* (QEC)

*Quick Exposure Check* (QEC) merupakan salah satu metode pengukuran beban postur yang diperkenalkan oleh Dr. Guanyang Li dan Peter Buckle. QEC menilai pada empat area tubuh yang terpapar pada risiko yang tertinggi untuk terjadinya *work musculoskeletal disorders* (WMSDs) pada seseorang ataupun operator. QEC dikembangkan untuk (Li dan Buckle, 1998 dikutip oleh Ilman, dkk, 2013):

1. Menilai perubahan paparan pada tubuh yang berisiko terjadinya muskuloskeletal sebelum dan sesudah intervensi ergonomi.

2. Melibatkan pengamat dan juga pekerja dalam melakukan penilaian dan mengidentifikasi kemungkinan untuk perubahan pada sistem kerja.
3. Membandingkan paparan risiko cedera diantara dua orang atau lebih yang melakukan pekerjaan yang sama, atau diantara orang-orang yang melakukan pekerjaan yang berbeda.
4. Meningkatkan kesadaran diantara para manajer, engineer , desainer, praktisi keselamatan dan kesehatan kerja dan para operator mengenai faktor risiko musculoskeletal pada stasiun kerja

Metode *Quick Exposure Checklist* mengandung pertanyaan mengenai empat bagian anggota tubuh, seperti punggung, bahu atau lengan, pergelangan tangan, dan leher, serta empat (4) bagian tambahan yakni, mengemudi, getaran, laju kerja, dan stress. Tools ini digunakan untuk mengetahui tingkat risiko *Work-related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) yang mungkin dialami oleh pekerja dengan melibatkan secara langsung pekerja dengan menjawab kuesioner dari peneliti yang digunakan untuk memperoleh nilai-nilai dari *exposure score* dan *exposure level* (Tannady, dkk, 2017).

Beberapa faktor yang digunakan dalam penilaian oleh QEC adalah (Samuel dan Adetifa, 2013):

- a. Punggung: apakah itu normal, tertekuk, membungkuk atau statis saat melakukan tugas
- b. Pergelangan tangan: apakah itu lurus, membengkok saat melakukan tugas
- c. Leher: seberapa sering leher menunduk dan memutar saat melakukan tugas
- d. Bahu/lengan: frekuensi gerakan tangan pada saat melakukan tugas
- e. Berat: beban maksimum yang diangkat pada saat melakukan tugas
- f. Frekuensi: tingkat gerakan pergelangan tangan saat melakukan tugas
- g. Durasi: waktu yang dihabiskan untuk menyelesaikan tugas
- h. Gerak berulang: jumlah gerakan yang sama dilakukan per menit saat melakukan tugas
- i. Visual: apakah pekerjaan membutuhkan penglihatan detail saat melakukan tugas

**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.

Adapun tahap-tahap penilaian dengan menggunakan metode *Quick Exposure Checklist* (QEC) yaitu sebagai berikut (Ilman, dkk, 2013):

1. Mengumpulkan data-data kuesioner yang diisi oleh pengamat dan juga operator. Berikut ini merupakan kuesioner pengamat dan operator

Tabel 2.3 Contoh Kuesioner Pengamat

Nama Pekerja	:
Tanggal Pengamatan	:
Jenis Pekerjaan	:

---

**KUESIONER PENGAMAT**

**Punggung**

A. Ketika melakukan pekerjaan, apakah punggung (pilih situasi terburuk)

A1. Hampir netral

A2. Agak memutar atau membungkuk

A3. Terlalu memutar atau membungkuk

B. Pilih satu dari 2 pilihan pekerjaan:

**Apakah**

Untuk pekerjaan dengan duduk atau berdiri secara statis. Apakah punggung berada dalam posisi statis dalam waktu yang lama?

B1. Tidak

B2. Ya

**Atau**

Untuk pekerjaan mengangkat, mendorong/menarik. Apakah pergerakan pada punggung

B3. Jarang (sekitar 3 kali per menit atau kurang) ?

B4. Sering (sekitar 8 kali per menit) ?

B5. Sangat sering (sekitar 12 kali per menit atau lebih) ?

**Bahu/Lengan**

C. Ketika pekerjaan dilakukan, apakah tangan (pilih situasi terburuk)

C1. Berada di sekitar pinggang atau lebih rendah?

C2. Berada di sekitar dada?

C3. Berada di sekitar bahu atau lebih tinggi?

D. Apakah pergerakan bahu/lengan D1. Jarang (sementara - sebentar)

D2. Sering (pergerakan biasa dengan berhenti sesaat/istirahat)

D3. Sangat sering (pergerakan yang hampir konstan)?

**Pergelangan tangan/Tangan**

E. Apakah pekerjaan dilakukan dengan (pilih situasi terburuk)

E1. Pergelangan tangan yang hampir lurus?

E2. Pergelangan tangan yang tertekuk?

F. Apakah gerakan pekerjaan diulang F1. 10 kali per menit atau kurang?

F2. 11 hingga 20 kali per menit?

F3. Lebih dari 20 kali per menit?

**Leher**

G. Ketika melakukan pekerjaan, apakah leher/kepala tertekuk atau berputar?

G1. Tidak

G2. Ya, terkadang

G3. Ya, secara terus-menerus

(Sumber: Stanton, 2004)

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

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

Tabel 2.4 Contoh Kuesioner Pekerja

Nama Pekerja	:
Jenis Pekerjaan	:
Tanggal Pengamatan	:
<b>KUESIONER OPERATOR</b>	
H.	Apakah berat maksimum yang diangkat secara manual oleh anda pada pekerjaan ini? H1. Ringan (sekitar 5kg atau kurang) H2. Cukup berat (6 hingga 10kg) H3. Berat (11 hingga 20kg) H4 . Sangat Berat (lebih dari 20kg)
I.	Berapa lama rata -rata anda untuk menyelesaikan pekerjaan dalam sehari? I1. Kurang dari 2 jam I2. 2 hingga 4 jam I3. Lebih dari 4 jam
J.	Ketika melakukan pekerjaan ini, berapa tingkat kekuatan yang digunakan oleh satu tangan? J1. Rendah (kurang dari 1 kg) J2. Sedang (1 hingga 4 kg) J3. Tinggi (lebih dari 4 kg)
K.	Apakah pekerjaan ini memerlukan penglihatan yang K1. Rendah (hampir tidak memerlukan untuk melihat secara detail) K2. Tinggi (memerlukan untuk melihat secara detail)
L.	Ketika bekerja apakah anda menggunakan kendaraan selama L1. Kurang dari 1 jam per hari atau tidak pernah? L2. Antara 1 hingga 4 jam per hari? L3. Lebih dari 4 jam per hari?
M.	Ketika bekerja apakah anda menggunakan alat yang menghasilkan getaran selama M1. Kurang dari 1 jam per hari atau tidak pernah? M2. Antara 1 hingga 4 jam per hari? M3. Lebih dari 4 jam per hari?
N.	Apakah anda mengalami kesulitan pada pekerjaan ini? N1. Tidak pernah N2. Terkadang N3. Sering
O.	Pada umumnya, bagaimana anda menjalani pekerjaan ini O1. Sama sekali tidak stress O2. Cukup stress O3. Stress O4. Sangat stress

(Sumber: Stanton, 2004)

- Mengolah data kuesioner yang telah diambil untuk menghitung exposure score pada setiap anggota tubuh yang diamati yaitu punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher menggunakan lembar penilaian skor QEC. Tingkat risiko terjadinya cedera pada anggota tubuh berdasarkan dari nilai *exposure score* yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.6



- 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.5 Contoh Lembar Penilaian Skor QEC

Exposure Score		Nama Pekerja: Pak Itang	Tanggal: 3 November 2012																																																
<b>Punggung</b> <b>Posisi Punggung (A) &amp; Beban (H)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>6</td></tr> </table> Score 1			A1	A2	A3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12				6	<b>Bahu/Lengan</b> <b>Tinggi (C) &amp; Beban (H)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>C1</td><td>C2</td><td>C3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>2</td></tr> </table> Score 1			C1	C2	C3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12				2
	A1	A2	A3																																																
H1	2	4	6																																																
H2	4	6	8																																																
H3	6	8	10																																																
H4	8	10	12																																																
			6																																																
	C1	C2	C3																																																
H1	2	4	6																																																
H2	4	6	8																																																
H3	6	8	10																																																
H4	8	10	12																																																
			2																																																
<b>Posisi Punggung (A) Durasi (I)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr> <tr><td>I1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>I2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>I3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>10</td></tr> </table> Score 2			A1	A2	A3	I1	2	4	6	I2	4	6	8	I3	6	8	10				10	<b>Tinggi (C) &amp; Durasi (I)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>C1</td><td>C2</td><td>C3</td></tr> <tr><td>I1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>I2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>I3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>6</td></tr> </table> Score 2			C1	C2	C3	I1	2	4	6	I2	4	6	8	I3	6	8	10				6								
	A1	A2	A3																																																
I1	2	4	6																																																
I2	4	6	8																																																
I3	6	8	10																																																
			10																																																
	C1	C2	C3																																																
I1	2	4	6																																																
I2	4	6	8																																																
I3	6	8	10																																																
			6																																																
<b>Durasi (I) &amp; Beban (H)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>I1</td><td>I2</td><td>I3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>6</td></tr> </table> Score 3			I1	I2	I3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12				6	<b>Durasi (I) &amp; Beban (H)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>I1</td><td>I2</td><td>I3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>6</td></tr> </table> Score 3			I1	I2	I3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12				6
	I1	I2	I3																																																
H1	2	4	6																																																
H2	4	6	8																																																
H3	6	8	10																																																
H4	8	10	12																																																
			6																																																
	I1	I2	I3																																																
H1	2	4	6																																																
H2	4	6	8																																																
H3	6	8	10																																																
H4	8	10	12																																																
			6																																																
Untuk pekerjaan Statis gunakan scoring 4 Untuk pekerjaan manual handling gunakan scoring 5 dan 6		<b>Frekuensi (D) &amp; Beban (H)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>6</td></tr> </table> Score 4			D1	D2	D3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12				6																								
	D1	D2	D3																																																
H1	2	4	6																																																
H2	4	6	8																																																
H3	6	8	10																																																
H4	8	10	12																																																
			6																																																
<b>Posisi Statis (B) &amp; Durasi (I)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>B1</td><td>B2</td></tr> <tr><td>I1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>I2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>I3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td colspan="2"></td><td>8</td></tr> </table> Score 4			B1	B2	I1	2	4	I2	4	6	I3	6	8			8	<b>Frekuensi (D) &amp; Durasi (I)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>I1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>I2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>I3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>10</td></tr> </table> Score 5			D1	D2	D3	I1	2	4	6	I2	4	6	8	I3	6	8	10				10													
	B1	B2																																																	
I1	2	4																																																	
I2	4	6																																																	
I3	6	8																																																	
		8																																																	
	D1	D2	D3																																																
I1	2	4	6																																																
I2	4	6	8																																																
I3	6	8	10																																																
			10																																																
<b>Frekuensi (B) &amp; Beban (H)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>12</td></tr> </table> Score 5			B3	B4	B5	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12				12	<b>Total Skor Bahu/Lengan = Total skor 1 sampai 5</b> 30																									
	B3	B4	B5																																																
H1	2	4	6																																																
H2	4	6	8																																																
H3	6	8	10																																																
H4	8	10	12																																																
			12																																																
<b>Frekuensi (B) &amp; Durasi (I)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>I1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>I2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>I3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>10</td></tr> </table> Score 6			B3	B4	B5	I1	2	4	6	I2	4	6	8	I3	6	8	10				10	<b>Total Skor Pergelangan Tangan = Total skor 1 sampai 5</b> 26																													
	B3	B4	B5																																																
I1	2	4	6																																																
I2	4	6	8																																																
I3	6	8	10																																																
			10																																																
<b>Total Skor Punggung = Total skor 1 sampai 4 atau total skor 1 sampai 3 ditambah skor 5 dan 6</b> 30		<b>Total Skor Pergelangan Tangan = Total skor 1 sampai 5</b> 26																																																	
		<b>Pergelangan Tangan</b> <b>Gerakan Berulang (F) &amp; Kekuatan (J)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>F1</td><td>F2</td><td>F3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>2</td></tr> </table> Score 1			F1	F2	F3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10				2																												
	F1	F2	F3																																																
J1	2	4	6																																																
J2	4	6	8																																																
J3	6	8	10																																																
			2																																																
		<b>Gerakan Berulang (F) &amp; Durasi (I)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>F1</td><td>F2</td><td>F3</td></tr> <tr><td>I1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>I2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>I3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>6</td></tr> </table> Score 2			F1	F2	F3	I1	2	4	6	I2	4	6	8	I3	6	8	10				6																												
	F1	F2	F3																																																
I1	2	4	6																																																
I2	4	6	8																																																
I3	6	8	10																																																
			6																																																
		<b>Durasi (I) &amp; Kekuatan (J)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>I1</td><td>I2</td><td>I3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>6</td></tr> </table> Score 3			I1	I2	I3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10				6																												
	I1	I2	I3																																																
J1	2	4	6																																																
J2	4	6	8																																																
J3	6	8	10																																																
			6																																																
		<b>Posisi Pergelangan Tangan (E) &amp; Kekuatan (J)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>E1</td><td>E2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td colspan="2"></td><td>4</td></tr> </table> Score 4			E1	E2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8			4																																	
	E1	E2																																																	
J1	2	4																																																	
J2	4	6																																																	
J3	6	8																																																	
		4																																																	
		<b>Posisi Pergelangan Tangan (E) &amp; Durasi (I)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>E1</td><td>E2</td></tr> <tr><td>I1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>I2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>I3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td colspan="2"></td><td>8</td></tr> </table> Score 5			E1	E2	I1	2	4	I2	4	6	I3	6	8			8																																	
	E1	E2																																																	
I1	2	4																																																	
I2	4	6																																																	
I3	6	8																																																	
		8																																																	
		<b>Leher</b> <b>Posisi Leher (G) &amp; Durasi (I)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>G1</td><td>G2</td><td>G3</td></tr> <tr><td>I1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>I2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>I3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>10</td></tr> </table> Score 1			G1	G2	G3	I1	2	4	6	I2	4	6	8	I3	6	8	10				10																												
	G1	G2	G3																																																
I1	2	4	6																																																
I2	4	6	8																																																
I3	6	8	10																																																
			10																																																
		<b>Kebutuhan Visual (K) &amp; Durasi (I)</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>K1</td><td>K2</td></tr> <tr><td>I1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>I2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>I3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td colspan="2"></td><td>8</td></tr> </table> Score 2			K1	K2	I1	2	4	I2	4	6	I3	6	8			8																																	
	K1	K2																																																	
I1	2	4																																																	
I2	4	6																																																	
I3	6	8																																																	
		8																																																	
		<b>Total Skor Leher = Total Skor 1 dan 2</b> 18																																																	
		<b>Mengemudi</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>L1</td><td>L2</td><td>L3</td></tr> <tr><td>I1</td><td>1</td><td>4</td><td>9</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>1</td></tr> </table> Total Mengemudi			L1	L2	L3	I1	1	4	9				1																																				
	L1	L2	L3																																																
I1	1	4	9																																																
			1																																																
		<b>Getaran</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>M1</td><td>M2</td><td>M3</td></tr> <tr><td>I1</td><td>1</td><td>4</td><td>9</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>1</td></tr> </table> Total Getaran			M1	M2	M3	I1	1	4	9				1																																				
	M1	M2	M3																																																
I1	1	4	9																																																
			1																																																
		<b>Kecepatan Bekerja</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>N1</td><td>N2</td><td>N3</td></tr> <tr><td>I1</td><td>1</td><td>4</td><td>9</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>4</td></tr> </table> Total Kecepatan Bekerja			N1	N2	N3	I1	1	4	9				4																																				
	N1	N2	N3																																																
I1	1	4	9																																																
			4																																																
		<b>Stress</b> <table border="1"> <tr><td></td><td>O1</td><td>O2</td><td>O3</td><td>O4</td></tr> <tr><td>I1</td><td>1</td><td>4</td><td>9</td><td>16</td></tr> <tr><td colspan="4"></td><td>4</td></tr> </table> Total Stress			O1	O2	O3	O4	I1	1	4	9	16					4																																	
	O1	O2	O3	O4																																															
I1	1	4	9	16																																															
				4																																															

(Sumber: Ilman, dkk, 2013)

Tabel 2.6 Exposure Score

Score	Exposure Score			
	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Punggung (statis)	8-15	16-22	23-29	29-42
Punggung (bergerak)	10-20	21-30	31-40	41-56
Bahu/Lengan	10-20	21-30	31-40	41-56
Pergelangan Tangan	10-20	21-30	31-40	41-46
Leher	4-6	8-10	12-14	16-18

(Sumber: Ilman, dkk, 2013)

Hasil dari *total exposure* ini kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai *exposure level* menggunakan rumus (Anna, dkk, 2016):

$$E(\%) = \frac{X}{X_{\max}} 100\% \quad \dots(2.1)$$

Dimana:

$X$  : Total skor yang didapat untuk paparan risiko cedera untuk punggung, bahu ataulengan, pergelangan tangan, dan leher yang diperoleh dari perhitungan

$X_{max}$  : Total maksimum skor untuk paparan yang mungkin terjadi untuk punggung, bahu atau lengan, pergelangan tangan, dan leher.  $X_{max}$  adalah konstan untuk tipe-tipe tugas tertentu. Pemberian skor maximum (  $X_{max} = 162$  ) apabila tipe tubuh adalah statis, termasuk duduk atau berdiri tanpa pengulangan (*repetitive*) yang sering dan penggunaan tenaga atau beban yang relatif lebih rendah. Untuk pemberian skor maximum (  $X_{max} = 178$  ) apabila melakukan *material handling* yaitu mengangkat, mendorong, menarik dan membawa beban.

3. Menghitung *exposure level* untuk menentukan tindakan apa yang dilakukan berdasarkan dari hasil perhitungan total *exposure score*. Tindakan yang harus diambil berdasarkan nilai yang dihasilkan dalam perhitungan *exposure level* dapat dilihat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Action Level

Total Exposure Level	Penanganan
< 40%	Aman
40 – 49%	Perlu penelitian lebih lanjut
50 – 69%	Perlu penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan
$\geq 70\%$	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya

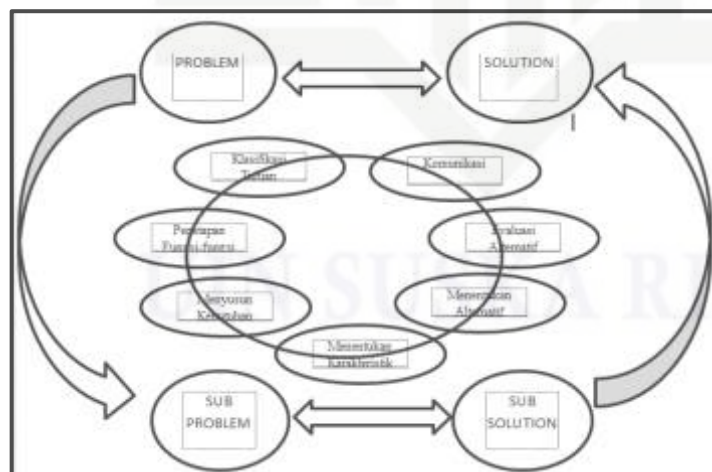
(Sumber: Ilman, dkk, 2013)

## 2.8 Metode Rasional (*Rational Methods*)

Metode rasional menekankan pada pendekatan sistematis pada perancangan. Metode ini memiliki kesamaan tujuan dengan metode kreatif, misalnya dalam memperluas ruang pencarian untuk memperoleh solusi-solusi yang potensial, dan mengupayakan kerja tim dalam hal pengambilan keputusan secara kelompok. Banyak perancang beranggapan bahwa metode rasional ini hambatan terhadap kreativitas. Hal ini merupakan pandangan yang keliru terhadap tujuan perancangan yang sistematis, yang dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas perancangan dan produk akhir (Ginting, 2009).

Salah satu metode yang paling sederhana dari metode rasional ini adalah “*checklist*” (daftar periksa). *Checklist* dapat mengeksternalisasikan apa yang harus kita lakukan sehingga kita tidak perlu menyimpan semua hal didalam kepala, namun kita tidak kehilangan sesuatu. *Checklist* juga dapat mengoptimalisasikan proses dan memungkinkan adanya pembagian tugas. Dalam konsep perancangan, *checklist* dapat berupa suatu daftar pertanyaan yang akan dipertanyakan pada tahap awal perancangan, ataupun suatu daftar kriteria dan standar yang harus dipenuhi oleh rancangan akhir (Ginting, 2009).

Selain *checklist* juga terdapat beberapa metode perancangan rasional lainnya, seperti yang mencakup keseluruhan aspek perancangan proses yang dimulai dari pengklarifikasian masalah sampai kepada rincian perancangan. Model perancangan diatas mengintegrasikan aspek-aspek prosedur perancangan dengan aspek-aspek struktural perancangan. Aspek-aspek prosedur perancangan direpresentasikan oleh ketujuh metode perancangan tersebut sedangkan aspek-aspek struktural direpresentasikan oleh anak panah yang menunjukkan hubungan komulatif (timbal balik) antar masalah dengan solusinya serta hubungan hirarkial antara problem dan sub problem dan antara solusi dan sub solusi. Atribut-atribut produk baru yang disusun desainer disesuaikan dengan kebutuhan konsumen yang meliputi kebutuhan fisiologis, kebutuhan sosial, kebutuhan psikologis, dan kebutuhan teknis (Ginting, 2009).



Gambar 2.2 Langkah-langkah Perancangan Produk  
(Sumber: Ginting, 2009)

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.

Tahap-tahap dalam proses perancangan dengan menggunakan metode rasional adalah (Ginting, 2009):

1. Klarifikasi Tujuan (*Clarifying Object*)

Klasifikasi tujuan (*Clarifying Object*) ini dilakukan untuk menentukan tujuan perancangan. Metode yang digunakan adalah pohon tujuan (*objectives tree*). Dengan pohon tujuan kita akan dapat mengidentifikasi tujuan dan sub tujuan dari perancangan suatu produk beserta hubungan antara keduanya, yaitu dalam bentuk diagram yang menunjukkan hubungan yang hierarki antara tujuan dengan sub tujuannya. Percabangan pada pohon tujuan merupakan hubungan yang menunjukkan cara untuk mencapai tujuan tertentu. Akhir dari klarifikasi tujuan ini adalah sekumpulan tujuan perancangan objek yang harus dibuat walaupun tujuan-tujuan yang dibuat itu mungkin saja berubah dalam proses perancangan berikutnya.

Metode pohon tujuan memberikan bentuk dan penjelasan dari pernyataan tujuan. Metode ini menunjukkan tujuan dan sasaran yang akan dicapai dengan berbagai pertimbangan. Prosedur pembuatan pohon tujuan ini adalah:

- a. Membuat daftar tujuan perancangan
- b. Susun daftar dalam urutan tujuan dari *higher-level* kepada *lower-level*
- c. Gambarkan sebuah diagram pohon tujuan, untuk menunjukkan hubungan-hubungan yang hierarki



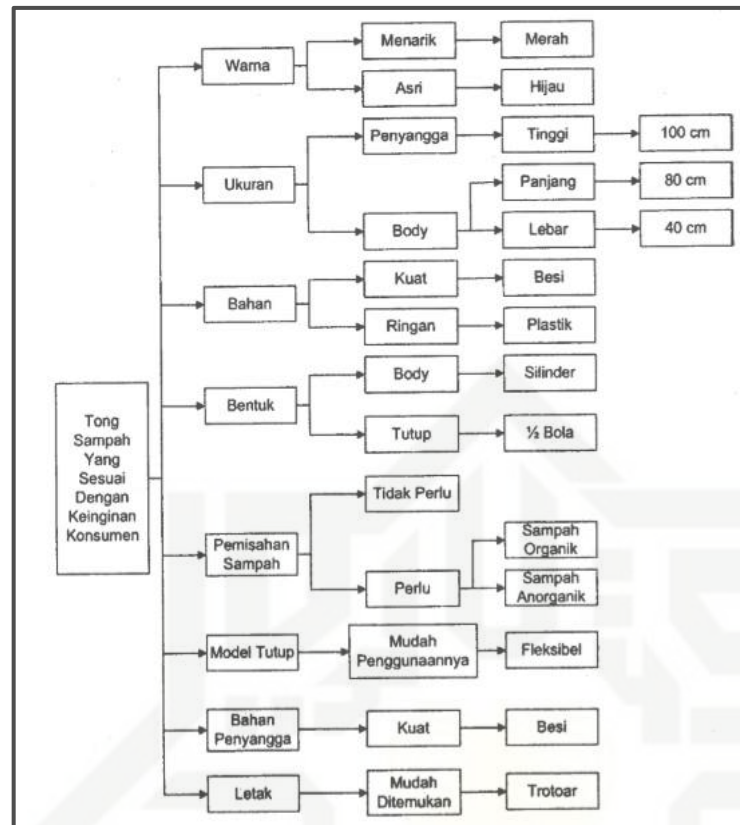
#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.



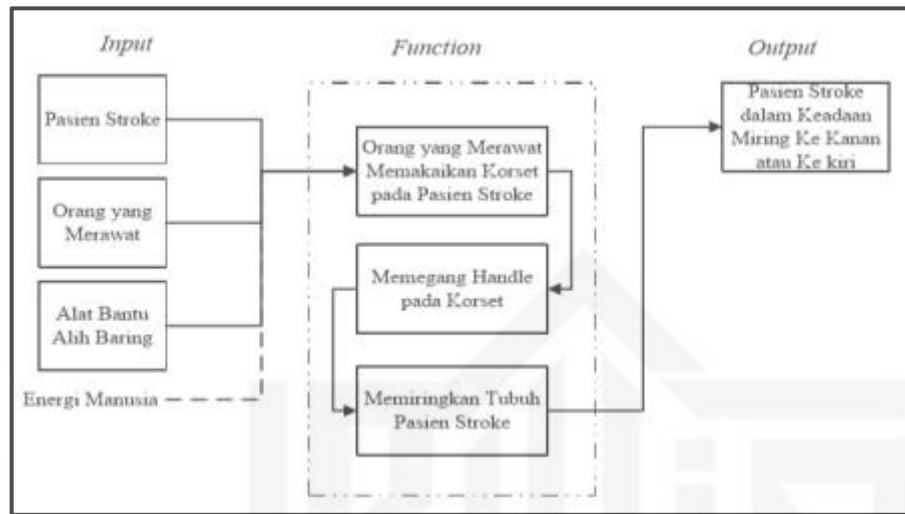
Gambar 2.3 Contoh Pohon Tujuan  
(Sumber: Ginting, 2009)

## 2. Penetapan Fungsi (*Estabilishing Function*)

Tujuannya adalah untuk menetapkan fungsi-fungsi yang diperlukan dan batas-batas sistem rancangan produk yang baru. Untuk itu digunakan metode analisis fungsi (*Analysis Function Method*) yang menggambarkan sistem *input-output*. Metode analisis fungsional menawarkan seperti mempertimbangkan fungsi esensial alat, hasil/produk atau sistem yang dirancang harus memuaskan, tidak masalah komponen fisik apa yang seharusnya digunakan. Adapun prosedur analisis fungsional adalah sebagai berikut:

- Menyusun fungsi sistem secara keseluruhan dalam bentuk transformasi *input* atau *output*
- Mengelompokkan sub-sub fungsi
- Menggambar blok diagram
- Menggambar pembatas sistem

- e. Mencari komponen yang sesuai untuk menghasilkan sub-sub fungsi dan interaksi diantara sub-sub fungsi tersebut



Gambar 2.4 Contoh Blok Diagram  
(Sumber: Fadila, dkk, 2017)

### 3. Penetapan Kebutuhan (*Setting Requirement*)

Setelah fungsi ditetapkan, maka langkahselanjutnya adalah menetapkan kebutuhan. Langkah ketiga ini bertujuan untuk membuat spesifikasi pembuatan yang akurat yang perlu bagi desain atau rancangan. Metode yang digunakan pada langkah ini adalah *Performance Specification Model*, prosedur pelaksanaannya adalah:

- Mempertimbangkan tingkatan-tingkatan solusi yang berbeda yang dapat diaplikasikan
- Menentukan tingkatan untuk beroperasi
- Identifikasi atribut-atribut performansi yang diinginkan dengan 5W, yaitu:
  - What* (apa)  
Produk apa yang akan dirancang?
  - Who* (siapa)  
Kepada siapa produk ini akan dipasarkan?
  - Why* (mengapa)  
Mengapa produk ini dibuat?

d) *Where* (dimana)

Dimana produk ini digunakan?

e) *When* (kapan)

Kapan produk ini digunakan?

d. Menentukan kebutuhan performansi untuk setiap atribut

Tabel 2.8 Contoh Spesifikasi Performansi

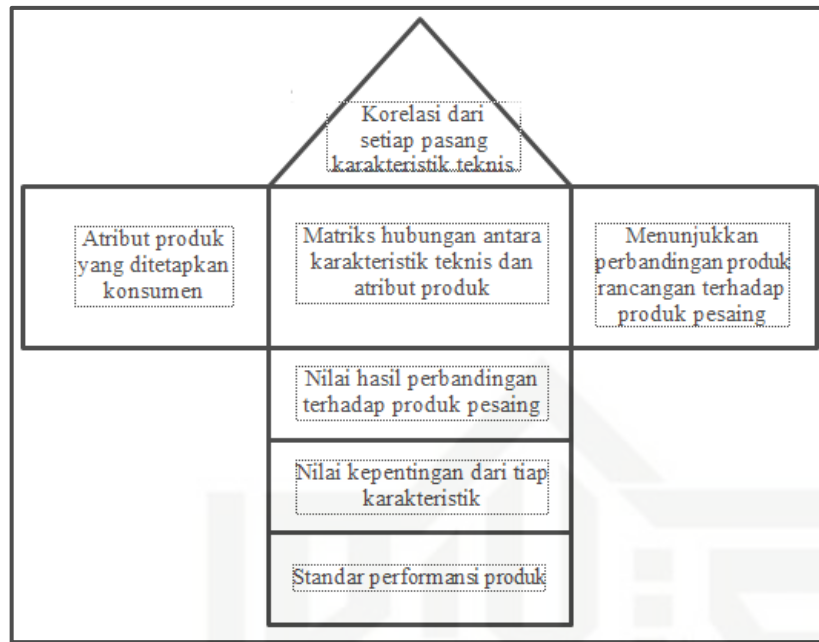
No	Tujuan Perancangan	Parameter	Batasan
1	Aliran udara dapa menjangkau sebaran bubuk	Temperatur sebaran bubuk	24 – 28 C
2	Menjaga ketebalan sebaran bubuk	Ketebalan sebaran bubuk	10 cm
3	Menampung sebaran bubuk secara merata	Kerataan sebaran bubuk	-
4	Anti korosi	Anti korosi	-
5	Dapat menahan massa bubuk teh	Kapasitas / MHE	5 tray
6	Dapat menampung volume sebaran bubuk	Kapasitas / tray	> 12 kg
6	<i>Small base</i>	Dimensi dasar	80 x 103 cm
7	Kemudahan pengoperasian	Jumlah langkah kerja	< 15 steps
8	Kenyamanan penggunaan	Kenyamanan penggunaan	-

(Sumber: Lestari, dkk, 2016)

Spesifikasi kinerja yang telah ditetapkan kemudian dapat digunakan sebagai ukuran dalam tahap keenam, yaitu *Evaluating Alternatives* untuk melihat apakah solusi yang telah dirancang sesuai dengan kriteria yang ditentukan (Lestari, dkk, 2016).

#### 4. Penentuan Karakteristik (*Determining Characteristics*)

Penentuan karakteristik ini bertujuan untuk mengetahui selera konsumen terhadap produk. Hal ini dapat dilakukan dengan metode QFD (*Quality Function Deployment*), yaitu menterjemahkan selera konsumen kedalam bentuk atribut-atribut produk yang disesuaikan dengan karakteristik teknis. Dalam QFD menggunakan suatu matriks yang disebut sebagai *House of Quality*, dimana matriks ini dapat menterjemahkan keinginan konsumen ke dalam karakteristik desain.



Gambar 2.5 *House of Quality*  
(Sumber: Ginting, 2009)

## 5. Pembangkit Alternatif (*Generating Alternatives*)

Pembangkit alternatif merupakan suatu proses perancangan yang berguna untuk membangkitkan alternatif-alternatif yang dapat mencapai solusi terhadap permasalahan perancangan. Metode yang dipakai adalah *morphological chart*.

*Morphological chart* adalah suatu daftar atau ringkasan dari analisis perubahan bentuk secara sistematis untuk mengetahui bagaimana bentuk suatu produk dibuat. Di dalam chart ini dibuat kombinasi dari berbagai kemungkinan solusi untuk membentuk produk-produk yang berbeda atau bervariasi. *Morphological chart* berisi elemen-elemen, komponen-komponen atau sub-sub solusi yang lengkap yang dapat dikombinasikan. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Membuat daftar yang penting bagi sebuah produk. Daftar tersebut haruslah meliputi seluruh fungsi pada tingkat generalisasi yang tepat.
- b. Daftar setiap fungsi yang dapat dicapai yang menentukan komponen apa saja untuk mencapai fungsi. Daftar tersebut meliputi gagasan baru sebagai mana komponen-komponen yang ada dari bagian solusi.



- c. Menggambar dan membuat sebuah chart untuk mencantumkan semua kemungkinan-kemungkinan hubungan solusi
- d. Identifikasi kelayakan gabungan atau kombinasi sub-sub solusi. Jumlah total dari kombinasi tersebut mungkin sangat banyak sehingga pencarian strategi mungkin harus berpedoman pada kriteria

Tabel 2.9 Contoh *Morphological Chart*

No	Fungsi	Sub-solusi		
1	Container	Rectangular	Circle	Half slot
2	Frame	1 layer	> 1 Layer	Lifting mechanism
3	Unloader	Shovel	Sloping sides	Hole
4	Diver	Castor	Pneumatic wheel	-
5	Holder	Side by side	Front side	One point
6	Hole	Circle	Square	Hexagon
7	Flattening	Flat	Curve	Hand
8	Measuring	Ruler	Tape measure	Indocator
9	Prevent	Material tray: Alumunium	Material tray: Stainless Steel	-

(Sumber: Lestari, dkk, 2016)

#### 6. Evaluasi Alternatif (*Evaluating Alternatives*)

Evaluasi alternatif merupakan suatu proses penentuan alternatif terbaik dari berbagai macam alternatif yang muncul, sehingga diperoleh suatu rancangan yang baik dan dapat memenuhi keinginan konsumen. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

- a. Membuat suatu daftar tujuan perancangan. Daftar ini merupakan modifikasi dari daftar awal. Pohon tujuan juga dapat digunakan untuk maksud ini
- b. Menyusun sebuah daftar tujuan dan sub tujuan dari tingkatan yang tinggi ketingkatan yang rendah.
- c. Membuat bobot relatif dari setiap tujuan. Pemberian bobot jugabisa menggunakan perbedaan nilai ari setiap pohon tujuan sehingga jumlah total bobot bernilai 1
- d. Menciptakan parameter pelaksana atau nilai kegunaan untuk masing-masing tujuan

- e. Menghitung dan membandingkan nilai relatif dari setiap alternatif perancangan. Perkalian setiap skor parameter dengan bobot nilainya. Alternatif terbaik memiliki jumlah nilai terbesar. Perbandingan dan analisis profil nilai mungkin akan lebih baik dalam perancangan dari pada hanya memilih nilai terbesar.

## 2.9 Melakukan Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Bila operator telah siap didepan mesin atau ditempat kerja lain yang waktu kerjanya akan diukur, maka pengukuran memilih posisi tempat dia berdiri mengamati dan mencatat.

Hal pertama yang dilakukan adalah pengukuran pendahuluan. Tujuan melakukan pengukuran pendahuluan ialah untuk mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan untuk tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan. Tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan ini ditetapkan pada saat menjalankan langkah penetapan tujuan pengukuran Kemudian mencatat semua data yang didapat, yang dilanjutkan dengan proses perhitungan data. Adapun Rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Sutalaksana, 1979) :

### 1. Uji Keseragaman

#### a. Menghitung rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N} \quad \dots(2.2)$$

#### b. Menghitung standar deviasi.

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (Xi - \bar{X})^2}}{N-1} \quad \dots(2.3)$$

#### c. Menghitung batas-batas kendali

$$BKA = \bar{X} + Z.\sigma \quad \dots(2.4)$$

$$BKB = \bar{X} - Z.\sigma \quad \dots(2.5)$$

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

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

Keterangan:

$\sum X_i$  = Jumlah keseluruhan data

$N$  = Banyak data

BKA = Batas Kontrol Atas

BKA = Batas Kontrol Bawah

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata

$\sigma$  = Standar deviasi

$Z$  = besaran dari standar deviasi (1 untuk tingkat kepercayaan 68%, 2 untuk tingkat 95%, 3 untuk tingkat kepercayaan 99%)

2. Uji Kecukupan Data

a. Pengujian kecukupan data

$$N' = \left[ \frac{\beta/\alpha \sqrt{N \sum (X_i^2) - \sum (X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \quad \dots(2.6)$$

Keterangan:

Apabila  $N' < N$ , maka data dinyatakan cukup.

$N'$  = Jumlah data yang diperlukan

$N$  = jumlah data yang telah dilakukan

$\beta$  = tingkat kepercayaan

$\alpha$  = tingkat ketelitian

3. Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu penyelesaian satu satuan produksi mulai dari bahan baku mulai diproses di tempat kerja yang biasa. Waktu siklus dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Rahayu dkk, 2014):

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \quad \dots(2.7)$$

Keterangan:

$\sum X_1$  = Jumlah waktu penyelesaian yang teramati .

$N$  = Jumlah pengamatan yang dilakukan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

Untuk perhitungan selanjutnya setelah didapatkan nilai siklus maka harus dihitung berapa waktu normal untuk pekerja dengan melihat tingkat kewajaran kerja yang ditunjukkan. Waktu normal sendiri adalah waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar dan kemampuan rata-rata.

Waktu normal dihitung menggunakan rumus (Rahayu dkk, 2014):

$$W_n = W_s \times P \quad \dots(2.8)$$

Keterangan:

$W_s$  = Waktu siklus

$P$  = Faktor penyesuaian

Waktu normal diperoleh setelah penyesuaian terhadap waktu siklus.  $P$  pada rumus waktu normal merupakan faktor penyesuaian. Untuk mendapatkan nilai  $P$  maka digunakan metode *Westinghouse* dimana metode ini mengarah pada penilaian empat faktor yang dianggap menentukan kewajaran dalam bekerja, yaitu (Rahayu dkk, 2014):

##### a. Ketrampilan pekerja

Untuk ketrampilan (*skill*) didefinisikan sebagai kecakapan dalam mengerjakan metode yang diberikan dan lebih lanjut berhubungan dengan pengalaman yang ditujukan dengan koordinasi yang baik antara pikiran dan tangan. Untuk ketrampilan dibagi menjadi enam belas kelas dengan ciri-ciri disetiap kelas seperti dibawah ini.

*Super Skill* :

- 1) Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya.
- 2) Bekerja dengan sempurna
- 3) Tampak seperti telah terlatih
- 4) Gerakan-gerakannya halus tetapi sangat cepat sehingga sulit untuk diikuti.
- 5) Kadang-kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan-gerakan mesin.



**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.

- 6) Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya.
- 7) Tidak terkesan adanya gerakan–gerakan berpikir dan merencanakan dan merencanakan tentang apa yang dikerjakan (sudah sangat otomatis)
- 8) Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerjaan bersangkutan adalah pekerjaan yang baik.

*Excellent Skill:*

- 1) Percaya pada diri sendiri
- 2) Tampak cocok dengan pekerjaannya.
- 3) Terlihat telah terlatih baik.
- 4) Bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran–pengukuran atau pemeriksaan–pemeriksaan.
- 5) Gerakan–gerakan kerja beserta urutan–urutannya dijalankan tanpa kesalahan.
- 6) Menggunakan peralatan dengan baik.
- 7) Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu.
- 8) Bekerjanya cepat tetapi halus.
- 9) Bekerja berirama dan terkoordinasi.

*Good Skill:*

- 1) Kualitas hasil baik.
- 2) Bekerjanya tampak lebih baik dari pada kebanyakan pekerjaan pada umumnya.
- 3) Dapat memberikann petunjuk–petunjuk pada pekerja lain yang keterampilannya lebih rendah.
- 4) Tampak jelas sebagai kerja yang cakap.
- 5) Tidak memerlukan banyak pengawasan.
- 6) Tiada keragu-raguan
- 7) Bekerjanya “stabil”
- 8) Gerakannya–gerakannya terkoordinasi dengan baik.
- 9) Gerakan–gerakannya cepat.

**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.

*Average Skill :*

- 1) Tampak adanya kepercayaan pada
- 2) Gerakannya cepat tetapi tidak lambat.
- 3) Terlihatnya ada pekerjaan-pekerjaan yang berencana.
- 4) Tampak sebagai pekerja yang cakap.
- 5) Gerakan – gerakannya cukup menunjukkan tidak adanya keragu – ragu.
- 6) Mengkoordinasikan tangan dan pikiran dengan cukup baik.
- 7) Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya.
- 8) Bekerjanya cukup teliti.
- 9) Secara keseluruhan cukup memuaskan.

*Fair Skill :*

- 1) Tampak terlatih tetapi belum cukup baik.
- 2) Mengenal peralatan dan lingkuan secukupnya.
- 3) Terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum melakukan gerakan.
- 4) Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup.
- 5) Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama.
- 6) Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak selalu tidak yakin.
- 7) Sebagian waktu terbuang karena kesalahan-kesalahan sendiri.
- 8) Jika tidak bekerja sungguh-sungguh outputnya akan sangat rendah
- 9) Biasanya tidak ragu-ragu dalam menjalankan gerakan – gerakanya.

*Poor Skill :*

- 1) Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran.
- 2) Gerakan – gerakannya kaku.
- 3) Kelihatan ketidak yakinannya pada urutan-urutan gerakan.
- 4) Seperti yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan.
- 5) Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya.

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.

- 6) Ragu – ragu dalam menjalankan gerakan–gerakan kerja.
- 7) Sering melakukan kesalahan–kesalahan
- 8) Tidak adanya kepercayaan pada diri sendiri.
- 9) Tidak bisa mengambil inisiatif sendiri.

b. Usaha pekerja

Usaha (*effort*) didefinisikan sebagai suatu hal yang menunjukkan kemampuan bekerja yang efektif dari seseorang. Untuk usaha atau Effort cara *westinghouse* membagi juga kedalam kelas-kelas dengan ciri masing-masing seperti di bawah:

*Excessive* Effort:

- 1) Kecepatan sangat berlebihan.
- 2) Usahnya sangat besungguh–sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya.
- 3) Kecepatan yang ditimbulkannya tidak dapat dipertahankan sepanjang hari kerja.

*Excellent* Effort:

- 1) Jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi
- 2) Gerakan–gerakan lebih “ekonomis” daripada operator – operator biasa.
- 3) Penuh perhatian pada pekerjaannya.
- 4) Banyak memberi saran-saran.
- 5) Menerima saran–saran dan petunjuk dengan senang.
- 6) Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
- 7) Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari.
- 8) Bangga atas kelebihanannya.
- 9) Gerakan–gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali.
- 10) Bekerja sistematis.
- 11) Karena lancarnya, perpindahan dari satu element keelemen lainnya tidak terlihat.

**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.

*Good Effort :*

- 1) Bekerja berirama
- 2) Saat – saat menganggur sangat sedikit, bahkan kadang–kadang tidak ada.
- 3) Penuh perhatian pada pekerjaan.
- 4) Senang pada pekerjaannya
- 5) Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari.
- 6) Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
- 7) Menerima saran–saran dan petunjuk–petunjuk dengan senang.
- 8) Dapat memberikan saran–saran untuk perbaikan kerja.
- 9) Tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi.
- 10) Menggunakan alat–alat yang tepat dengan baik.
- 11) Memelihara dengan baik kondisi peralatan.

*Average Effort :*

- 1) Tidak sebaik good, tetapi lebih baik dari poor.
- 2) Bekerja dengan Stabil.
- 3) Menerima saran–saran tetapi tidak melaksanakannya.
- 4) Set Up dilakukan dengan baik.
- 5) Melakukan kegiatan–kegiatan perencanaan.

*Fair Effort :*

- 1) Saran–saran yang baik diterima dengan kesal.
- 2) Kadang–kadang perhatian tidak ditujukan pada pekerjaanya.
- 3) Kurang sungguh–sungguh.
- 4) Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya.
- 5) Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku.
- 6) Alat–alat yang dipakainya tidak selalu yang terbaik.
- 7) Terlihat adanya kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaanya.
- 8) Terlampau hati–hati.
- 9) Sitematika kerjanya sedang–sedang aja.
- 10) Gerakan–gerakan tidak terencana.



**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.

*Poor Effort :*

- 1) Banyak membuang–buang waktu.
- 2) Tidak memperhatikan adanya minat bekerja.
- 3) Tidak mau menerima saran–saran.
- 4) Tampak malas dan lambat bekerja.
- 5) Melakukan gerakan–gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat-alat dan bahan–bahan.
- 6) Tempat kerjanya tidak diatur rapi.
- 7) Tidak peduli pada cocok atau baik tidaknya peralatan yang dipakai.
- 8) Mengubah – ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur.
- 9) Set Up kerjanya terlihat tidak baik.

c. Kondisi kerja

Kondisi (*condition*) didefinisikan sebagai prosedur *performance rating* yang berakibat pada operator dan bukan kepada operasi. Kondisi ini meliputi kondisi fisik lingkungan kerja seperti keadaan pencahayaan, temperature, dan kebisingan.

d. Konsistensi kerja.

Untuk faktor konsistensi kerja ini perlu diperhatikan, karena pada kondisi nyata setiap pengukuran tidak pernah mencatat semua angka yang sama, waktu penyelesaian yang ditujukan pekerja selalu berubah-ubah dari satu siklus ke siklus yang lainnya. Konsistensi dikategorikan *perfect* apabila waktu penyelesaian adalah tetap pada setiap saat pengamatan.

5. Waktu Baku

Untuk waktu baku (Wb) adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik. Waktu baku ini adalah waktu normal yang telah ditambah dengan kelonggaran untuk pekerja, dimana kelonggaran difungsikan untuk menghilangkan kelelahan, memenuhi kebutuhan pribadi, serta untuk hambatan-hambatan yang tidak terhindar.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

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

Untuk menetapkan kelonggaran maka diuraikan beberapa jenis kelonggaran, yaitu:

- Kelonggaran waktu untuk kebutuhan personel (*Personal Allowance*) *Personal Allowance* merupakan kelonggaran yang diberikan kepada pekerja untuk keperluan yang bersifat pribadi.
- Kelonggaran untuk melepaskan lelah (*Fatigue Allowance*) *Fatigue Allowance* merupakan kelonggaran yang diberikan kepada operator dikarenakan kelelahan fisik maupun mental setelah bekerja beberapa waktu.
- Kelonggaran waktu karena hambatan (*Unavoidable Delay Allowance*)  
Berikut rumus waktu normal yang digunakan antara lain adalah:

$$W_b = W_n + (W_n \times L) \quad \dots(2.9)$$

Keterangan:

$W_n$  = Waktu normal

$L$  = Kelonggaran (*allowance*) yang dihasilkan pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya disamping waktu normal.

6. Perhitungan % efisiensi perbaikan

Adapun perhitungan persen penghematan adalah sebagai berikut (Sarvia dan Eliyani, 2013).

$$\% \text{ Efisiensi Perbaikan} = \frac{W_b \text{ awal} - W_b \text{ usulan}}{W_b \text{ awal}} \times 100\% \quad \dots(2.10)$$

Keterangan:

%Efisiensi = % Penghematan

$W_b$  awal = Waktu baku sebelum perbaikan sistem kerja

$W_b$  usulan = Waktu baku setelah perbaikan sistem kerja