

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Ergonomi**

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu kata “ergon” yang berarti kerja dan kata “nomos” yang berarti suatu aturan atau hukum. Dapat diringkas bahwa ergonomi merupakan suatu hukum atau aturan dalam suatu sistem kerja. Di Indonesia, istilah ergonomic sering dipakai, namun di berbagai negara seperti Amerika biasanya menggunakan istilah “*Human Engineering*” atau juga “*Human Factors Engineering*” sedangkan di wilayah negara Skandinavia lebih sering menggunakan istilah “Bioteknologi”. Dari beberapa istilah ergonomi diatas, semuanya fokus untuk membahas optimalisasi fungsi manusia terhadap aktivitas yang dilakukan.

Ergonomi merupakan aplikasi informasi saintifik terkait dengan manusia (dan metode-metode saintifik untuk mendapat informasi serupa) terhadap suatu permasalahan dalam perancangan (Pheasant dan Haslegrave, 2018). Ergonomi adalah studi dari kemampuan dan karakteristik manusia yang mempengaruhi dari perancangan suatu alat, sistem dan pekerjaan (Corlett dan Clark, 1995). Ergonomi merupakan suatu kemampuan untuk menerapkan suatu informasi terkait dengan karakter manusia, kemampuan manusia, dan batasan dalam perancangan suatu pekerjaan manusia, sistem mesin, lingkungan hidup, dan lingkungan sehingga manusia dapat hidup, bekerja dan bermain dengan aman, nyaman dan efisien (Annis dan McConville, 1996). Perancangan ergonomi merupakan aplikasi dari

faktor-faktor manusia, informasi dalam perancangan peralatan, mesin, sistem, pekerjaan, dan lingkungan untuk produktifitas, keamanan, kenyamanan, dan efektivitas fungsional manusia (Manuaba, 1998).

Pengalaman menunjukkan bahwa pada tiap aktivitas pekerjaan yang dilakukan oleh seseorang, apabila tidak dilakukan secara ergonomis maka akan mengakibatkan ketidaknyamanan, peningkatan biaya, penyakit akibat kerja, performa pekerja yang menurun, hingga kecelakaan kerja yang menyebabkan daya kerja dan efisiensi kerja menurun, sehingga ergonomi harus diterapkan dalam segala bidang kegiatan. Ergonomi dapat diterapkan di mana saja, baik pada lingkungan paling sempit yaitu keluarga hingga lingkungan sosial paling luas. Ergonomi juga dapat diterapkan kapan saja, dapat diartikan bahwa ergonomi dapat diterapkan baik saat bekerja hingga saat istirahat sekalipun agar dapat melakukan berbagai kegiatan dengan aman, nyaman dan efisien (Tarwaka dan Sudiajeng, 2004)

### **2.1.1 Tujuan Ergonomi**

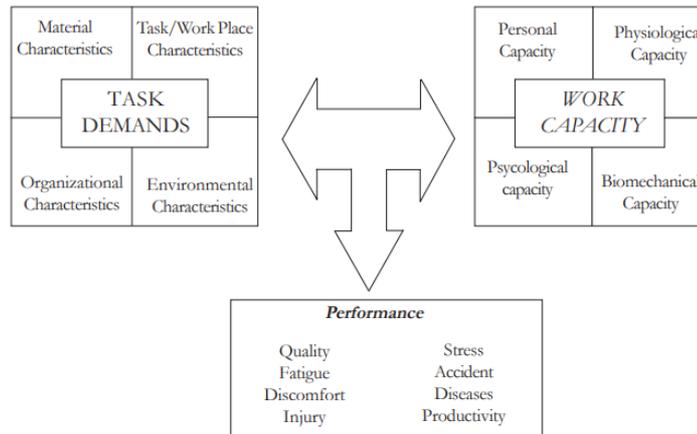
Terdapat beberapa tujuan dari penerapan ergonomi menurut (Tarwaka dan Sudiajeng, 2004) dalam (Masruri dan Patradhiani, 2019) secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Ergonomi bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental dengan mencegah cedera dan penyakit akibat suatu pekerjaan, menurunkan beban kerja fisik dan mental, dan mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.

- b. Ergonomi bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengatur dan melakukan koordinasi secara tepat untuk meningkatkan jaminan sosial selama kurun waktu usia produktif hingga setelah masa produktif
- c. Ergonomi bertujuan untuk menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai macam aspek baik dalam aspek ekonomi, aspek teknis, antropologis, dan bisa juga dalam aspek budaya dalam setiap sistem kerja yang dilakukan agar tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang terjamin.

### **2.1.2 Konsep Keseimbangan Dalam Ergonomi**

Ergonomi merupakan suatu ilmu, seni dan teknologi yang berupaya untuk menyasikan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan, kapasitas, dan segala keterbatasan manusia, agar manusia dapat berkarya secara optimal dengan tanpa pengaruh buruk dari pekerjaannya. Dari sudut pandang ergonomi yang dikaitkan antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan agar tercapai performa kerja yang tinggi. Tuntutan tugas suatu pekerjaan tidak boleh terlalu rendah atau *underload* dan juga tidak boleh terlalu berat atau *overload*. Pekerjaan yang tidak seimbang baik berlebihan atau terlalu ringan akan dapat menyebabkan stress. Konsep keseimbangan antara kapasitas kerja dengan tuntutan pekerjaan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Konsep Dasar Keseimbangan dalam Ergonomi.

Sumber: Manuaba (2000)

Kemampuan kerja seseorang ditentukan oleh:

- a. *Personal Capacity* yang meliputi faktor usia, jenis kelamin, anthropometri, pendidikan, pengalaman, status sosial, agama dan kepercayaan, status kesehatan, kesegaran tubuh, dan sebagainya.
- b. *Physiological Capacity* meliputi kemampuan dan daya tahan kardiovaskuler, syarat otot, panca indera, dan sebagainya.
- c. *Psychological Capacity* berhubungan dengan kemampuan mental, waktu relasi, kemampuan adaptasi, stabilitas emosi, dan sebagainya.
- d. *Biomechanical Capacity* berkaitan dengan kemampuan dan daya tahan sendi dan persendian, tendon, dan jalinan tulang.

Tuntutan Tugas bergantung pada:

- a. *Task and Material Characteristics* ditentukan oleh karakteristik peralatan dan mesin, tipe, kecepatan dan irama kerja dan sebagainya

- b. *Organization Characteristics* berhubungan dengan jam kerja dan jam istirahat, kerja malam dan bergilir, cuti dan libur, manajemen dan sebagainya
- c. *Enviromental Characteristics* berkaitan dengan manusia teman setugas, suhu dan kelembapan, bising dan getaran, penerangan, sosio-budaya, tabu, norma, adat dan kebiasaan, bahan-bahan pencemar, dan sebagainya.

Perfomansi atau tampilan seseorang sangat tergantung kepada rasio dari besarnya tuntutan tugas dengan besarnya kemampuan yang bersangkutan, hal yang bersangkutan tersebut akan terjadi apabila:

- a. Rasio tuntutan tugas lebih rendah daripada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampulan akhir berupa *overstress*, kelelahan, kecelakaan, cedera, rasa sakit, penyakit, dan tidak produktif.
- b. Sebaliknya, apabila tuntutan tugas lebih rendah daripada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa *understress*, kebosanan, kejemuann kelesuan, sakit dan tidak produktif
- c. Agar penampilan menjadi optimal maka perlu adanya keseimbangan dinamis antara tuntutan tugas dengan kemampuan yang dimiliki sehingga tercapai kondisi dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman dan produktif

## 2.2 Penerapan Anthropometri Dalam Perancangan

Istilah antropometri biasanya digunakan oleh para ahli ergonomi dalam suatu sistem perancangan atau desain. Perancangan digunakan oleh manusia

dengan meminta para perancang untuk memperhatikan ukuran tubuh manusia dalam membentuk ruang lingkup dan produk-produk. Antropometri adalah salah satu bagian yang mendasar ergonomi, khususnya dalam merancang suatu peralatan berdasarkan prinsip-prinsip dalam ergonomi. Istilah antropometri berasal dari kata “antropos” yang artinya manusia dan kata “metricos” yang artinya ukuran. Secara definisi antropometri dinyatakan sebagai sesuatu yang menyangkut geometri fisik, massa, dan kekuatan tubuh. Sedangkan secara pengertian antropometri adalah satu kumpulan dan numerik yang berhubungan dengan karakteristik dari tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Penerapan antropometri ini akan dapat dilakukan jika tersedia nilai rata-rata (mean) dan standar deviasi dari suatu distribusi normal. Distribusi normal ditandai dengan adanya nilai rata-rata dan standar deviasi (Wignjosobroto, 2006) dalam (Azmi, dkk, 2021).

### **2.2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Data Anthropometri**

Manusia memiliki bentuk dan dimensi ukuran tubuh yang berbeda-beda. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi dimensi atau ukuran tubuh manusia, adalah sebagai berikut

- a. Usia, semakin bertambah usia seseorang, maka bertambah pula ukuran tubuhnya yaitu dimulai sejak lahir hingga berusia 20 tahun. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Amerika Serikat dapat disimpulkan bahwa laki-laki tumbuh dan bertambah tinggi hingga usia 21,2 tahun dan Wanita sampai dengan usia 17,3 tahun, meskipun demikian masih terdapat sekitar 10% yang masih bertambah tinggi hingga usia 23,5 tahun bagi laki-laki dan

21,1 tahun bagi Wanita (Roche dan Davila, 1972 dalam Wignjosoebroto, 1995). Setelah manusia mencapai rincian usia tersebut, manusia cenderung tidak akan mengalami pertumbuhan lagi, dan pada usia sekitar usia 40 tahun manusia akan mengalami penyusutan bentuk tubuh.

- b. Jenis kelamin, dimensi atau ukuran tubuh laki-laki umumnya lebih besar dibandingkan dengan Wanita, kecuali pada beberapa bagian tubuh tertentu seperti pinggul dan sebagainya.
- c. Suku bangsa, setiap suku atau kelompok etnik memiliki berbagai karakter fisik yang berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya. Salah satu pengaruhnya yaitu gaya hidup yang berbeda, jenis makanan dan lain sebagainya.
- d. Posisi tubuh, sikap atau posisi tubuh berpengaruh terhadap dimensi atau ukuran tubuh, sehingga posisi standar dalam bekerja harus diterapkan untuk survei pengukuran. Dalam mengukur posisi tubuh biasa dilakukan dengan cara melakukan pengukuran tubuh dimensi struktur tubuh dan pengukuran dimensi fungsional tubuh.
- e. Cacat tubuh, data antropometri khusus diperlukan untuk merancang produk bagi orang-orang berkebutuhan khusus seperti kursi roda, kaki, atau anggota tubuh palsu lainnya yang disesuaikan dengan cacat tubuh seseorang
- f. Tebal atau tipisnya pakaian, salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan tebal atau tipisnya pakaian seseorang adalah iklim dimana iklim mempengaruhi bentuk rancangan dan spesifikasi pakaian. Sehingga dimensi

manusia akan berbeda dari satu tempat dengan tempat lainnya yang berbeda iklim.

- g. Kehamilan, kondisi kehamilan akan mempengaruhi dimensi ukuran tubuh dan bentuk tubuh Wanita sehingga memerlukan perlakuan khusus yang khusus terhadap perancangan produk yang akan dirancang

### **2.2.2 Penerapan Antropometri dalam Desain**

Menurut (Mugisa, dkk, 2016) desain suatu alat yang optimal selalu membutuhkan penerapan komprehensif dari konteks dimensi tubuh yang spesifik dengan antropometri atau dengan dimensi tubuh. (Sutalaksana dan Widyanti, 2016) mengatakan bahwa data antropometri yang dikatakan valid dan jelas akan sangat penting dalam melakukan perancangan peralatan dalam lingkungan kerja. Antropometri merupakan bidang ilmu yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia. Dimensi-dimensi ini dibagi lagi menjadi beberapa kelompok statistika dan ukuran persentil. Jika seratus orang berdiri beriringan dan berjajar dari yang terkecil hingga yang terbesar dalam suatu urutan, hal ini akan dapat diklasifikasikan dari 1 persentil hingga 100 persentil. Data dimensi manusia ini sangat berguna dalam perancangan produk dengan tujuan mencari keserasian produk dengan manusia yang memakainya (Nurmianto, 2004).

Data pengukuran berdasarkan antropometri yang berhasil dikumpulkan akan diaplikasikan secara luas menurut (Sokhibi, 2017) sebagai berikut:

- a. Perancangan area kerja

- b. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, equipment, perkakas, dan lain sebagainya
- c. Perancangan produk konsumtif seperti pakaian, kursi, meja, dan lain-lain.

### **2.3 Dimensi Antropometri**

Menurut dalam (Mardiana, dkk, 2020) terdapat dua jenis pengukuran dan data antropometri, adalah sebagai berikut:

- a. Pengukuran antropometri statis atau struktural pada beberapa posisi standar dan tegak sempurna dan tidak melakukan suatu pergerakan.
- b. Pengukuran antropometri dinamis atau fungsional pada posisi tubuh dalam melakukan fungsi atau gerakan tubuh tertentu yang berhubungan dengan melakukan suatu pekerjaan.

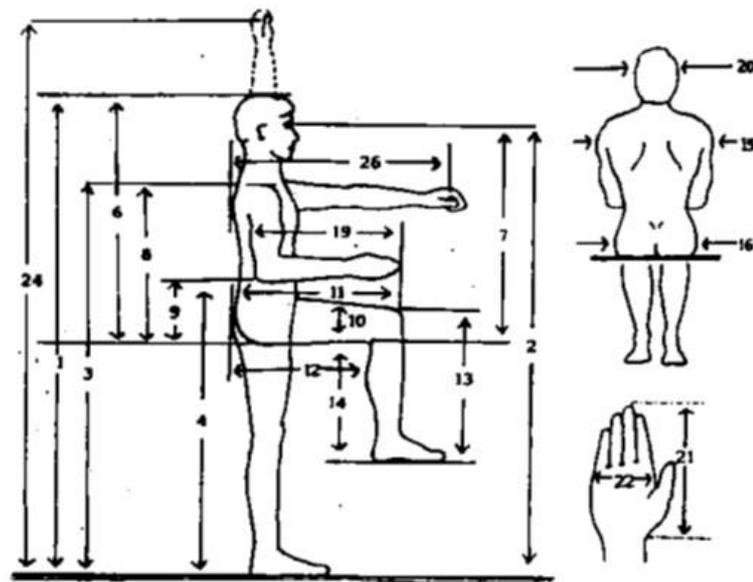
Menurut (Pulat, 1992) dalam (Mardiana, dkk, 2020) terdapat beberapa prosedur yang dilakukan dalam menerapkan data antropometri dalam suatu perancangan, yaitu:

- a. Menentukan nilai populasi dari pengguna produk yang akan dirancang. Nilai populasi setiap orang berbeda-beda menurut jenis kelamin, ras, etnis dan umur dari populasi.
- b. Ukuran dimensi tubuh berdasarkan data antropometri yang dibutuhkan dalam pembuatan suatu produk.
- c. Akomodir presentase populasi pengguna produk yang akan dirancang.
- d. Menghitung nilai persentil yang mengakomodir populasi pengguna.
- e. Menambahkan nilai dari faktor kelonggaran pekerja.

- f. Mensimulasikan produk yang akan drancangan dengan melakukan beberapa tahapan pengujian

### 2.3.1 Antropometri Tubuh

Untuk memperjelas terkait dengan data antropometri yang dapat diambil pada anggota tubuh manusia yang dapat digunakan dalam perancangan produk dan fasilitas kerja dengan contoh gambar berikut



Gambar 2.2 Gambar Postur Tubuh Sesuai Antropometri

Sumber: Nofirza dan Syahputra (2012)

Keterangan:

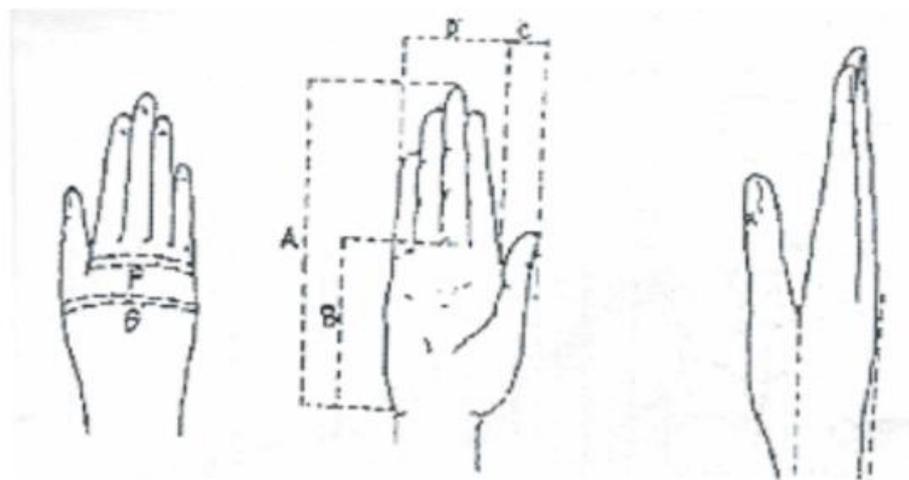
1. Tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai sampai ujung kepala)
2. Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak
3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak
5. Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak

6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala)
7. Tinggi mata dalam posisi duduk
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk
9. Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)
10. Tebal atau lebar paha
11. Panjang paha yang diukur dari pantat sampai ujung lutut
12. Panjang paha yang diukur dari pantan sampai bagian belakang dari lutut/betis (Lipat lutut ke pantat)
13. Tinggi lutut yang bias diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha
15. Lebar bahu (bias diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk)
16. Lebar pinggul/pantat
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung
18. Lebar perut/ Tebal perut
19. Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus
20. Lebar kepala
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari
22. Lebar telapak tangan
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan

24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus keatas
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak
26. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan

### 2.3.2 Antropometri Telapak Tangan

Menurut (Liliana, dkk, 2007) dalam (Nofirza dan Syahputra, 2012) terdapat beberapa antropometri tangan yang perlu diukur



Gambar 2.3 Antropometri Telapak Tangan

Sumber: Nofirza dan Syahputra (2012)

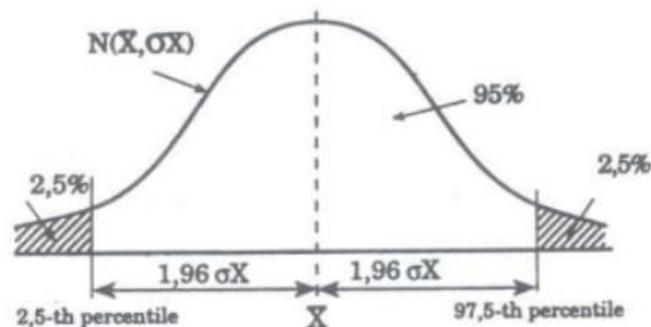
Keterangan:

1. Panjang tangan (A)
2. Panjang telapak tangan (B)
3. Lebar tangan sampai ibu jari (C)
4. Lebar tangan sampai matakarpal (D)
5. Ketebalan tangan sampai matakarpal (E)

6. Lingkaran tangan sampai telunjuk (F)
7. Lingkaran tangan sampai ibu jari (G)

#### 2.4 Konsep Persentil

Persentil adalah nilai yang menyatakan presentase dari sekelompok orang yang dimensinya sama atau lebih rendah dari nilai tersebut. Persentil ke-95 akan menunjukkan populasi dari 95% populasi berada pada atau di bawah ukuran tersebut, sedangkan persentil ke-5 akan menunjukkan dari 5% populasi berada pada atau di atas ukuran itu. Terdapat penggambaran konsep persentil dalam bentuk kurva normal seperti gambar berikut



Gambar 2.4 Konsep Persentil dalam Bentuk Kurva Normal

Sumber: Nofirza dan Syahputra (2012)

Menurut (Anwardi, 2020) secara umum terdapat nilai persentil yang sering digunakan, seperti yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2.1 Perhitungan Persentil. Sumber: Anwardi, 2020

Persentil	Perhitungan
1 <sup>st</sup>	$\bar{X} - 2,325$
2,5 <sup>th</sup>	$\bar{X} - 1,96$
5 <sup>th</sup>	$\bar{X} - 1,645$
10 <sup>th</sup>	$\bar{X} - 1,28$

Persentil	Perhitungan
50 <sup>th</sup>	$\bar{X}$
90 <sup>th</sup>	$\bar{X} + 1,28$
95 <sup>th</sup>	$\bar{X} + 1,645$
97,5 <sup>th</sup>	$\bar{X} + 1,96$
99 <sup>th</sup>	$\bar{X} + 2,325$

(Sumber: Nofirza dan Syahputra, 2012)

## 2.5 Perancangan Produk

Perancangan merupakan suatu proses kegiatan atau aktivitas dan penggabungan elemen dari satu kesatuan yang berfungsi yang didapat dari sebuah ide atau gagasan dalam suatu hal atau permasalahan yang diterapkan dalam suatu bentuk produk baik barang, jasa, metode, dan sistem untuk memenuhi kebutuhan pasar maupun konsumen. Produk merupakan barang yang dihasilkan dan dijual oleh perusahaan kepada konsumennya. Produk merupakan segala sesuatu yang dapat ditawarkan kepada pasar untuk memuaskan suatu keinginan atau kebutuhan, termasuk barang fisik, jasa, pengalaman, acara, orang, tempat, properti, organisasi, informasi, dan ide (Adhyriyanto dan Susanti, 2020)

### 2.5.1 Fase Perancangan Produk

Perancangan produk sendiri terdiri dari serangkaian fase yang runtut, oleh karena itu perancangan kemudian disebut sebagai proses perancangan yang mencakup seluruh kegiatan ada dalam suatu perancangan. Fase-fase dalam perancangan akan berbeda satu dengan lainnya. Setiap fase terdiri dari beberapa kegiatan yang dinamakan dengan langkah-langkah dalam fase. Menurut (Ginting, 2010) deskripsi perancangan adalah deskripsi yang menyebutkan bahwa proses perancangan terdiri dari fase-fase berikut:

1. Langkah Pra Perancangan Produk
  - a. Penetapan asumsi perancangan
  - b. Orientasi produk, yang meliputi:
    - Analisa kelayakan produk
    - Uraian kegiatan perancangan produk
    - Jaringan kerja perancangan produk
    - Perhitungan maju dan mundur waktu kegiatan
    - Penentuan jalur kritis
    - Perhitungan waktu penyelesaian proyek
2. Langkah Perancangan Produk
  - a. Fase informasi, fase ini memiliki tujuan untuk memagami keseluruhan aspek yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan dengan cara mengumpulkan informasi yang dibutuhkan seakurat mungkin. Informasi yang dibutuhkan antara lain:
    - Gambar produk awal dan spesifikasi
    - Kriteria keinginan konsumen terhadap produk
    - Kriteria kepentingan relatif konsumen
    - Kriteria manufaktur yang mencakup diagram mekanisme
    - Pembuatan dan struktur fungsi
    - Kriteria *buying*
    - Kriteria finansial produk awal

- b. Fase kreatif, fase ini memiliki tujuan untuk menampilkan alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi fungsi yang dibutuhkan. Langkah yang harus dilakukan adalah:
- Penentuan kriteria atribut produk dengan menggunakan diagram pohon
  - Penentuan prioritas perancangan dengan menggunakan matriks QFD
  - Pembuatan alternatif model produk
  - Perhitungan biaya alternatif model
- c. Fase analisa, fase ini bertujuan untuk menganalisa alternatif-alternatif yang dihasilkan pada fase kreatif dan memberikan rekomendasi terhadap alternatif terbaik. Analisa yang harus dilakukan antara lain:
- Analisa kreatif atribut yang akan dikembangkan
  - Penilaian kriteria atribut antar model
  - Pembobotan kriteria atribut produk
- d. Fase pengembangan, fase ini bertujuan memilih salah satu alternative tunggal dari beberapa alternatif yang ada yang merupakan alternatif terbaik dan merupakan output dari fase analisa. Data-data tentang alternatif yang terpilih:
- Alternatif terpilih
  - Gambar produk terpilih dan spesifikasinya
- e. Fase presentasi, fase ini bertujuan untuk mengkomunikasikan secara baik dan menarik terhadap hasil pengembangan produk

### **2.5.2 Metode Perancangan Produk**

Metode perancangan produk adalah tiap-tiap prosedur, teknik, dan alat bantu tertentu yang akan merepresentasikan aktivitas tertentu yang digunakan oleh perancangan dalam proses total perancangan. Menurut (Ginting, 2010) terdapat dua metode perancangan produk yaitu metode kreatif dan metode rasional.

- a. Metode kreatif, metode ini bertujuan untuk membantu menstimulasi pemikiran kreatif dengan cara meningkatkan produksi gagasan, menyisihkan hambatan mental terhadap kreativitas atau dengan cara memperluas area pencarian solusi.
- b. Metode rasional, metode ini menekankan pada pendekatan sistematis pada perancangan dimana metode ini memiliki kesamaan tujuan dengan metode kreatif, contohnya dalam memperluas ruang pencarian untuk memperoleh solusi yang potensial dan mengupayakan kerja tim dan dalam hal pengambilan keputusan secara berkelompok.

## **2.6 Beban Kerja**

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari. Dengan adanya massa otot yang bobotnya hampir lebih dari separuh dari berat tubuh, hal ini memungkinkan kita untuk dapat melakukan gerakan tubuh dan melakukan suatu pekerjaan. Pekerjaan memiliki arti penting bagi kemajuan dan peningkatan prestasi, sehingga mencapai kehidupan yang produktif sebagai salah satu tujuan dari hidup. Dengan artian lain, bekerja berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Beban dapat berupa beban fisin maupun beban mental.

Dari sudut pandang ergonomic, beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik terhadap kemampuan fisik, kemampuan kognitif hingga keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. Menurut (Suma'mur, 1996) dalam (Tarwaka dan Sudiajeng, 2004) mengatakan bahwa kemampuan kerja seorang tenaga kerja akan berbeda antara satu dengan yang lainnya dan sangat bergantung dari tingkat keterampilan, kebugaran jasmani, keadaan gizi, jenis kelamin, usia dan ukuran tubuh dari pekerja yang bersangkutan.

Menurut (Dhania, 2012) dalam (Irawati dan Carrollina, 2017) beban kerja merupakan sekumpulan atau sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh suatu unit organisasi. Menurut (Irawati dan Carrollina, 2017) beban kerja merupakan suatu proses analisa terhadap waktu yang digunakan oleh seseorang atau sekelompok orang dalam menyelesaikan tugas atau suatu pekerjaan atau kelompok jabatan yang dilaksanakan dalam keadaan normal. Menurut (Sunyoto, 2012) dalam (Rindorindo, dkk, 2019) beban kerja adalah beban pekerjaan yang terlalu banyak dan dapat menyebabkan ketegangan dalam diri seseorang sehingga menimbulkan stres. Hal ini disebabkan oleh tingkat keahlian yang dituntut oleh seseorang dalam melakukan pekerjaan sangat tinggi, tingkat kecepatan kerja yang dituntut terlalu tinggi, volume pekerjaan yang terlalu banyak dan lain sebagainya. Menurut (Munandar, 2008) dalam (Rindorindo, dkk, 2019) mengatakan bahwa beban kerja adalah suatu kondisi dari pekerjaan dengan uraian tugas yang harus diselesaikan pada batas waktu tertentu. Beban kerja karyawan dapat dibagi dalam tiga kondisi yang berbeda yaitu beban kerja yang sesuai standar, beban kerja yang terlalu tinggi dan beban kerja yang terlalu rendah.

### 2.6.1 Faktor Pengaruh Beban Kerja

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja yaitu faktor internal dan faktor eksternal menurut (Rodahl, 1989), (Adiputra, 1998) dan (Manuaba, 2000) dalam (Tarwaka dan Sudiajeng, 2004) sebagai berikut:

a. Faktor Eksternal

Faktor eksternal beban kerja adalah beban kerja yang berasal dari luar tubuh pekerja yaitu tugas (*task*) itu sendiri, organisasi dan juga lingkungan kerja. Ketiga aspek tersebut sering disebut sebagai *stressor*

1. Tugas-tugas (*tasks*) yang dilakukan baik yang bersifat fisik seperti, stasiun kerja, tata ruang tempat kerja, alat dan sarana kerja, kondisi atau medan kerja, sikap kerja, cara angkut-angkut, beban yang diangkut, alat bantu kerja, sarana informasi, alur kerja, dan lain-lain. Sedangkan tugas yang bersifat mental seperti kompleksitas pekerjaan atau tingkat kesulitan pekerjaan yang mempengaruhi tingkat emosi pekerja, tanggung jawab terhadap pekerjaan, dan lain-lain.
2. Organisasi kerja yang dapat mempengaruhi beban kerja seperti, lamanya waktu kerja, waktu istirahat, kerja bergilir, kerja malam, sistem pengupahan, sistem kerja, musik kerja, model struktur organisasi, pelimpahan tugas dan wewenang, dan lain-lain
3. Lingkungan kerja dapat memberikan beban tambahan kepada pekerja seperti lingkungan kerja fisik (mikroklimat, intensitas penerangan, intensitas kebisingan, vibrasi mekanis, dan tekanan udara), lingkungan kerja

kimiawi (debu, gas, uap logam, dan lain-lain), lingkungan kerja biologis (bakteri, virus, jamur, dan serangga), dan lingkungan kerja psikologis.

b. Faktor Internal

Faktor internal dari beban kerja adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh sendiri sebagai akibat dari adanya reaksi dari beban kerja eksternal. Reaksi tubuh tersebut dikenal dengan sebutan strain. Berat dan ringannya strain dapat dinilai baik secara objektif (melalui reaksi fisiologis) maupun subjektif (melalui reaksi psikologis dan perubahan perilaku) sehingga dapat disingkat faktor internal akan meliputi:

1. Faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, kondisi kesehatan, status gizi).
2. Faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan, dan lain-lain).

## 2.7 Biomekanika

Menurut (Nurmianto, 2004) dalam (Saputra, dkk, 2020) biomekanika merupakan suatu ilmu yang menggabungkan berbagai faktor yang mempengaruhi dari gerakan manusia dengan mengambil dari pengetahuan dasar seperti fisika, matematika, kimia, fisiologi, anatomi dan konsep rekayasa guna menganalisa gaya yang terjadi pada tubuh seseorang. Menurut (Waters, 1996) dalam (Saputra, dkk, 2020) biomekanika merupakan ilmu yang membahas aspek-aspek mekanika gerakan-gerakan tubuh manusia. Menurut (Wignjosoebroto, 1995) dalam (Saputra, dkk, 2020) yang menjadi perhatian dalam dunia kerja yang menjadi perhatian

adalah kekuatan kerja otot yang bergantung pada posisi anggota tubuh yang bekerja. Arah gerakan kerja dan perbedaan kekuatan antar bagian tubuh. Selain itu juga kecepatan dan ketelitian serta daya tahan jaringan tubuh terhadap beban.

### **2.7.1 Konsep Biomekanika**

Menurut (Ariyani, 2019) biomekanika diklasifikasikan menjadi 2, yaitu:

#### a. *General* Biomekanika

Bagian dari biomekanika mengenai hukum-hukum dan konsep-konsep dasar yang mempengaruhi organ tubuh manusia baik dalam posisi diam maupun bergerak. *General* biomekanika terbagi menjadi 2, yaitu:

- *Biostatic*, menganalisis tubuh pada posisi diam atau bergerak pada garis lurus dengan kecepatan seragam.
- *Biodiamic*, berkaitan dengan gambaran gerakan-gerakan tubuh tanpa mempertimbangkan gaya yang terjadi dan gerakan yang disebabkan gaya yang bekerja dalam tubuh.

#### b. *Occupational* Biomekanika

Mempelajari interaksi fisik antara pekerja dengan mesin, material, dan peralatan dengan tujuan untuk meminimumkan keluhan pada sistem kerangka otot agar produktifitas kerja dalam tubuh

### **2.7.2 Manifestasi Pekerjaan Berat**

Menurut (Eriyani, 2019) terdapat beberapa hal yang berhubungan dengan manifestasi kerja berat, diantaranya adalah:

- Denyut jantung
- Tekanan darah

- Keluaran paru dengan satuan liter per menit
- Komposisi kimia darah
- Temperatur tubuh
- Kecepatan berkeringat
- Kecepatan membuka dan menutupnya ventilasi paru dengan satuan liter per menit
- Konsumsi oksigen yang berhubungan langsung dengan konsumsi energi

## **2.8 Keluhan Muskuloskeletal**

Menurut (Tarwaka, 2015) dalam (Tjahayuningtyas, 2019) *Musculoskeletal Disorder* (MSD) merupakan keluhan atau gangguan yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan yang ringan hingga terasa sangat sakit pada bagian musculoskeletal yang meliputi bagian syaraf, sendi, otot maupun bagian tulang belakang yang diakibatkan oleh pekerjaan yang tidak alamiah. Keluhan otot skeletal 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 dikeluarkan. Menurut (Suma'mur, 1989) dalam (Tarwaka dan Sudiajeng, 2004) mengatakan bahwa suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan sebagai akibatn terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan timbulnya rasa nyeri otot.

### **2.8.1 Faktor Penyebab Terjadinya Keluhan Muskuloskeletal**

Menurut (Tarwaka dan Sudiajeng, 2004) menyebutkan bahwa terdapat faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan musculoskeletal.

#### **1. Peregangan otot yang berlebihan**

Peregangan otot yang berlebihan atau *over exertion* umumnya sering dikeluhkan oleh banyak pekerja, dimana aktivitas kerjanya menuntut pengerahan tenaga yang besar seperti aktivitas meningkat, menarik, mendorong, dan menahan beban yang berat. Peregangan otot yang berlebihan terjadi karena adanya pengerahan tenaga yang diperlukan melampaui dari kekuatan optimum otot. Apabila hal serupa sering dilakukan, maka dapat memperparah resiko terjadinya keluhan otot, bahkan dapat menyebabkan terjadinya cedera musculoskeletal.

#### **2. Aktivitas berulang**

Aktivitas berulang adalah pekerjaan yang dilakukan secara berulang dan terus menerus seperti pekerjaan angkat-angkut, mencangkul, dan lain sebagainya. Keluhan musculoskeletal terjadi karena otot menerima tekanan yang besar akibat beban kerja secara terus menerus tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.

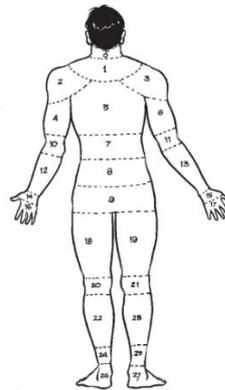
#### **3. Sikap kerja tidak alamiah**

Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat, dan lain sebagainya. Semakin jauh tubuh dari pusat gravitasi tubuh, maka semakin tinggi pula resiko terjadinya keluhan otot skeletal. Menurut (Grandjean, 1993) dalam (Tarwaka dan

Sudiajeng, 2004) mengatakan sikap kerja tidak alamiah terjadi karakteristik runtutan tugas, alat kerja dan stasiun kerja yang tidak sesuai dengan kemampuan dan batasan dari para pekerja.

### 2.8.2 Pengukuran Keluhan Muskuloskeletal

Pengukuran keluhan musculoskeletal dapat dilakukan melalui *Nordic Body Map* (NBM) dimana melalui NBM dapat diketahui bagian-bagian yang mengalami keluhan, mulai dari rasa tidak sakit sampai dengan sangat sakit. NBM merupakan salah satu metode pengukuran subyektif untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja. Kuisioner *Nordic Body Map* merupakan salah satu bentuk kuisioner dalam *checklist* ergonomi.



Gambar 2.5 Peta *Nordic Body Map*

Sumber: Corlett (1992) dalam Tarwaka dan Sudiajeng (2004)

### 2.8.3 Langkah Mengatasi Keluhan Muskuloskeletal

Menurut (Grandjean, 1993) dalam (Tarwaka dan Sudiajeng, 2004) Rekomendasi dari *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) menyebutkan bahwa tindakan ergonomis untuk mencegah adanya keluhan musculoskeletal adalah dengan melalui dua cara yaitu rekayasa teknik (rancangan stasiun dan alat kerja) dan rekayasa manajemen (kriteria dan organisasi kerja).

## 1. Rekayasa Teknik

Rekayasa teknik pada umumnya dilakukan melalui pemilihan beberapa alternative, yaitu;

- a. Eliminasi, eliminasi dilakukan dengan menghilangkan sumber bahaya yang ada dimana hal ini jarang bisa dilakukan dengan mengingat kondisi dan tuntutan pekerjaan yang mengharuskan untuk menggunakan peralatan yang ada.
- b. Substitusi, substitusi dilakukan dengan mengganti alat/bahan dengan alat/bahan yang baru dan lebih aman, bisa juga dilakukan dengan menyempurnakan proses produksi, dan menyempurnakan prosedur penggunaan peralatan
- c. Partisi, partisi dilakukan dengan melakukan pemisahan antara sumber bahaya dengan pekerja, seperti memisahkan ruang mesin yang bergetar dengan ruang kerja yang lain, pemasangan alat peredam getaran, dan lain sebagainya
- d. Ventilasi, ventilasi dilakukan dengan menambah ventilasi untuk mengurangi resiko sakit, misalnya akibat suhu udara yang terlalu panas.

## 2. Rekayasa Manajemen

Rekayasa manajemen dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Pendidikan dan pelatihan, melalui pendidikan dan pelatihan para pekerja akan menjadi lebih paham akan lingkungannya beserta dengan alat kerjanya

- b. Pengaturan waktu kerja dan istirahat yang seimbang, dapat diartikan dengan penyesuaian dengan kondisi lingkungan kerja dan karakteristik pekerjaan yang dapat mencegah paparan yang berlebihan terhadap sumber bahaya.
- c. Pengawasan yang intensif, melalui pengawasan yang lebih intensif dapat dilakukan pencegahan lebih dini terhadap kemungkinan terjadinya resiko sakit akibat kerja.

## **2.9 Kelelahan Akibat Kerja**

Menurut (Suma'mur, 2014) pada (Salim, dkk, 2019) mengatakan bahwa kelelahan kerja merupakan berbagai keadaan yang disertai dengan penurunan efisiensi dan ketahanan saat bekerja, dimana kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan. Menurut (Tarwaka, 2015) pada (Salim, dkk, 2019) faktor yang mempengaruhi kelelahan kerja yaitu faktor lingkungan kerja yang tidak memenuhi syarat kesehatan dan keselamatan kerja (K3) seperti pekerjaan yang terlalu berlebihan dan pemakaian waktu yang berlebihan. Keluhan tersebut dapat meningkatkan resiko secara berkelanjutan jika tidak ada penanganan. Dan berakibat pada stres kerja, penyakit akibat kerja, dan kecelakaan kerja.

### **2.9.1 Langkah Mengatasi Kelelahan Akibat Kerja**

Menurut (Tarwaka dan Sudiajeng, 2004) memetakan penyebab, resiko, cara mengatasi, dan manajemen pengendalian dengan ilustrasi sebagai berikut



Gambar 2.6 Penyebab Kelelahan, Cara Mengatasi, dan Manajemen Resiko Kelelahan

Sumber: Tarwaka dan Sudiajeng (2004)

- a. Penyebab Kelelahan
1. Aktivitas kerja fisik
  2. Aktivitas kerja mental
  3. Stasiun kerja tidak ergonomis
  4. Sikap paksa
  5. Kerja statis
  6. Kerja bersifat monoton

7. Lingkungan kerja ekstrim
  8. Psikologis
  9. Kebutuhan kalori kurang
  10. Waktu kerja-istirahat tidak tepat dan lain-lain
- b. Resiko
1. Motivasi kerja turun
  2. Performansi rendah
  3. Kualitas kerja rendah
  4. Banyak terjadi kesalahan
  5. Stres akibat kerja
  6. Penyakit akibat kerja
  7. Cedera
  8. Terjadi kecelakaan akibat kerja dan lain-lain
- c. Cara Mengatasi
1. Sesuai kapasitas kerja fisik
  2. Sesuai kapasitas kerja mental
  3. Redesain stasiun kerja ergonomis
  4. Sikap kerja alamiah
  5. Kerja lebih dinamis
  6. Kerja lebih bervariasi
  7. Redesain lingkungan kerja
  8. Reorganisasi kerja
  9. Kebutuhan kalori seimbang

10. Istirahat setiap 2 jam kerja dengan sedikit kudapan dan lain-lain
- d. Manajemen Pengendalian
1. Tindakan preventif melalui pendekatan inovatif dan partisipatoris
  2. Tindakan kuratif
  3. Tindakan rehabilitative
  4. Jaminan masa tua

## 2.10 Definisi RULA

*Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) merupakan metode yang bertujuan untuk melakukan perhitungan dan analisis terhadap tubuh manusia bagian atas. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Lynn McAtamney dan Nigel Corlett, E. pada tahun 1993 yang merupakan seorang ahli ergonomi dari *Nottingham's Institute of Occupational Ergonomics England*. Metode RULA prinsip dasarnya hampir sama dengan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) maupun *Ovako Posture Analysis System* (OWAS). Secara umum, prosedurnya adalah dengan menghubungkan antara sudut yang terbentuk pada postur tubuh subjek dengan bobot yang berada pada tabel.

Teknologi ergonomi mengevaluasi postur atau sikap, kekuatan dan aktivitas otot yang menimbulkan cedera akibat aktivitas berulang (*repetitive strain injuries*). Ergonomi diterapkan dalam RULA untuk mengevaluasi hasil pendekatan yang berupa skor risiko antara satu hingga tujuh, skor RULA tertinggi menandakan level yang mengakibatkan risiko yang besar atau berbahaya untuk dilakukan dalam suatu pekerjaan. Menurut (Dzikrillah dan Yuliani, 2017) mengatakan bahwa

metode RULA dikembangkan untuk mendeteksi postur kerja yang beresiko dan dilakukan perbaikan sesegera mungkin.

### **2.10.1 Perkembangan RULA**

Metode RULA dalam (Siswanto, 2019) dapat dikembangkan dengan berbagai tujuan sebagai berikut:

- a. RULA dapat bertujuan untuk memeriksa populasi pekerja dengan tepat, paling utama untuk memeriksa paparan dari resiko gangguan tubuh bagian atas yang diakibatkan karena seringnya bekerja. RULA menentukan nilai gerakan otot yang saling dikaitkan dengan postur kerja, melakukan kerja statis dan repetitif yang bisa menyebabkan kelelahan otot atau kerusakan otot, dan mengeluarkan tenaga.
- b. RULA juga dapat memiliki tujuan untuk melakukan pengukuran atau pemeriksaan ergonomic yang meliputi faktor fisik, epidemiologis, mental dan khususnya mencegah terjadinya gangguan pada tubuh atas akibat seringnya bekerja. Perkembangan metode RULA tanpa adanya piranti khusus dan relatif mudah bagi pengamat atau peneliti dalam melakukan pengukuran dan pemeriksaan tanpa adanya tambahan biaya untuk peralatan. Pemeriksaan metode RULA bisa dilakukan di semua tempat industri tanpa mengganggu seorang pekerja.

### **2.10.2 Kelebihan dan Kekurangan Metode RULA**

Menurut (Herbert, dkk, 1996) terdapat kelebihan dan kekurangan dari metode RULA adalah sebagai berikut:

- a. Kelebihan

- Metode RULA spesifik untuk tubuh bagian atas
  - Metode RULA menyediakan perhitungan yang mudah
  - Metode RULA menyediakan skor tunggal untuk masing-masing tugas sebagai satu bidikan
- b. Kekurangan
- RULA sudah banyak digunakan untuk proses perancangan dan pengembangan
  - Perlu adanya pelatihan pendahuluan sebelum menerapkan metode RULA

### 2.10.3 Tahap Pengembangan Metode RULA

Metode yang digunakan untuk mencatat postur kerja dapat menghasilkan metode yang tepat dan cepat digunakan, grup postur tubuh terdapat pada dua bagian dalam metode RULA, yaitu grup A dan grup B dimana lengan atas (*upper arm*) dan lengan bawah (*lower arm*) dan pergelangan tangan (*wrist*) merupakan anggota tubuh grup A, sedangkan leher (*neck*), badan (*trunk*), dan kaki (*leg*) merupakan anggota grup B.

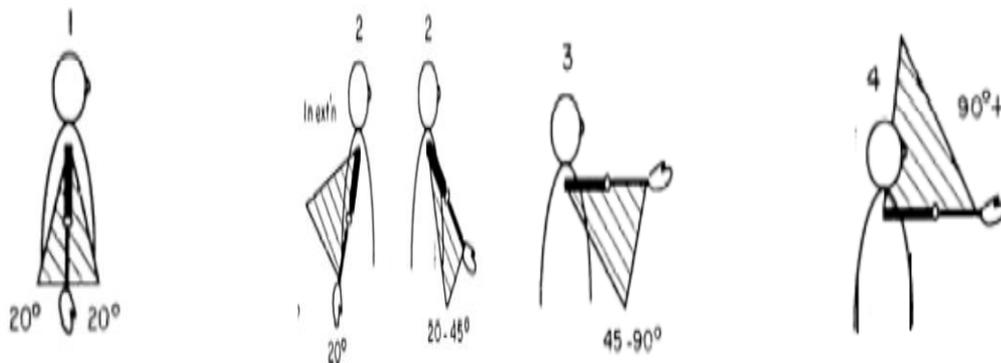
Pemeriksaan atau pengukuran dimulai dengan mengamati dan mengidentifikasi postur tubuh operator selama melakukan pekerjaan untuk menentukan pengukuran tugas dan postur. Pemilihan siklus kerja terlalu lama bisa dilakukan dimana beban kerja operator terbesar itu terjadi. Karena RULA dapat dilakukan dengan cepat, maka pengukuran dapat dilakukan pada setiap postur pada siklus kerja.

Penemuan studi yang dilakukan oleh Tichauer, dkk, mengenai kisaran skor lengan atas yang diukur dengan skor sebagai berikut:

- 1 untuk  $20^\circ$  *extension* hingga  $20^\circ$  *flexion*.
- 2 untuk *extension* lebih dari  $20^\circ$  atau  $20^\circ$ - $45^\circ$  *flexion*.
- 3 untuk  $45^\circ$ - $90^\circ$  *flexion*.
- 4 untuk  $90^\circ$  *flexion* atau lebih.

Keterangan:

- +1 jika pundak atau bahu ditinggikan
- +1 jika lengan atas diangkat
- -1 jika operator bersandar atau bobot lengan dipotong



Gambar 2.7 Jangkauan Pergerakan Tangan Atas:

(1) Postur Alamiah, (2) Postur Extension dan Flexion, (3) Postur Lengan Atas Flexion.

Sumber: McAtamney and Corlet (1993)

Jangkauan untuk lengan bawah dikembangkan dari penelitian Grandjean dan Tichauer dengan skor untuk lengan bawah adalah:

- 1 untuk  $60^{\circ}$ - $100^{\circ}$  *flexion*
- 2 untuk kurang dari  $60^{\circ}$  atau lebih dari  $100^{\circ}$  *flexion*

Keterangan:



Gambar 2.8 Jangkauan Pergerakan Lengan Bawah:

(1) Postur *flexion*  $60^{\circ}$ - $100^{\circ}$  (2) Postur Alamiah dan Postur  $100^{\circ}$

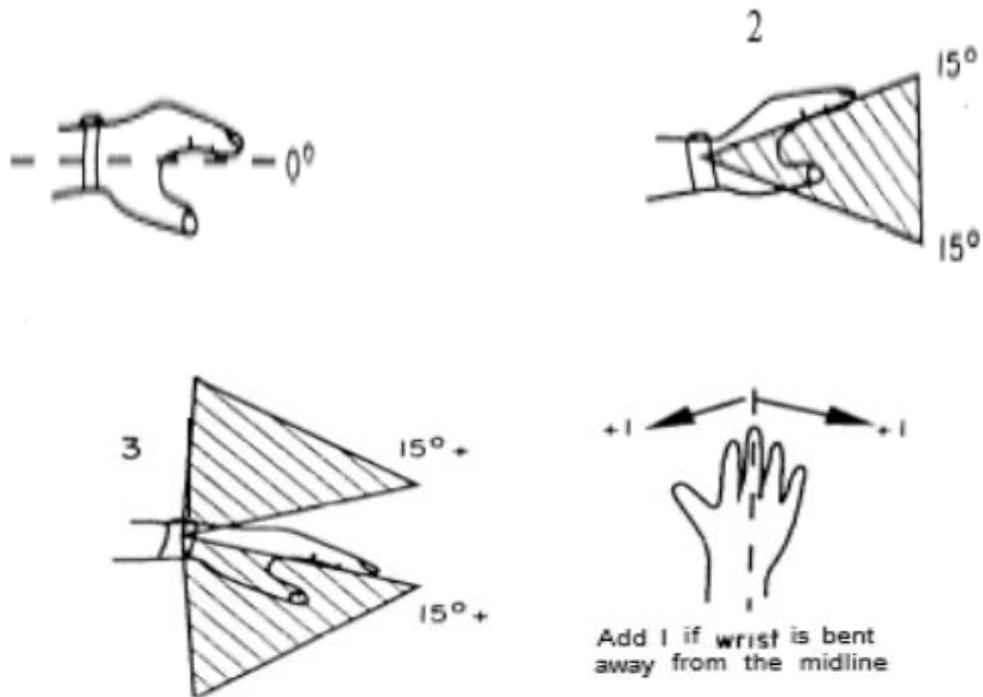
Sumber: McAtamney and Corlet (1993)

Untuk menghasilkan skor postur tubuh bagian pergelangan tangan dikembangkan dari penelitian yang dilakukan *Health and Safety Executive*, terdapat skor pergelangan tangan adalah sebagai berikut:

- 1 untuk berada pada posisi netral
- 2 untuk  $0$ - $15^{\circ}$  *flexion* maupun *extension*
- 3 untuk  $15^{\circ}$  atau lebih *flexion* maupun *extension*

Keterangan:

- +1 jika pergelangan tangan berada pada deviasi radial maupun linear



Gambar 2.9 Jangkauan Pergelangan Tangan:

(1) postur alamiah, (2) Postur 0-15° *flexion* maupun *extension*, (3) postur 15°  
*flexion* maupun *extension*

Sumber: McAtamney and Corlet (1993)

*Health and Safety Executive* mengeluarkan putaran pergelangan tangan (*supination and pronation*) pada postur netral yang berdasar pada Tichauer dengan skor putaran pergelangan tangan tersebut adalah:

- +1 jika pergelangan tangan berada pada rentang menengah putaran
- +2 jika pergelangan tangan pada atau hampir berada pada akhir rentang putaran

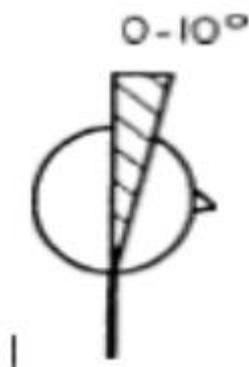


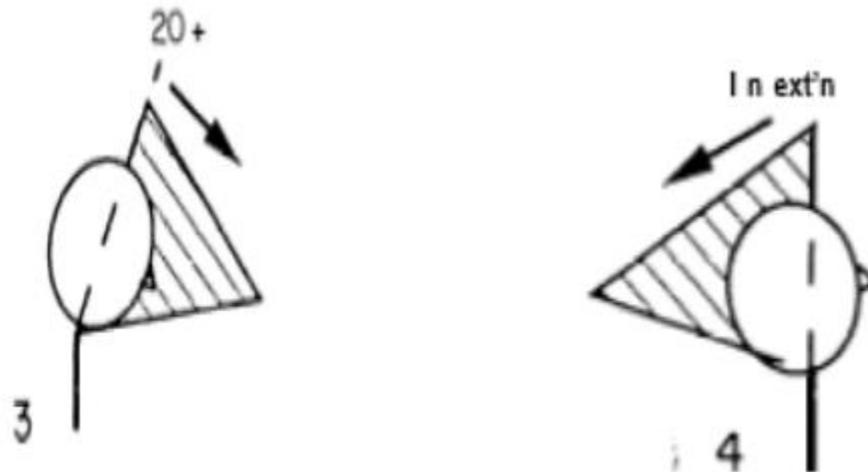
Gambar 2.10 Jangkauan Pergerakan Pergelangan Tangan Dengan Postur Alamiah

Sumber: McAtamney and Corlet (1993)

Berdasarkan studi oleh Chaffin dan Kilbom Dkk bahwa dalam grup B, rentang postur tubuh untuk leher dengan skor untuk postur leher berkisaran sebagai berikut:

- 1 untuk 0-10° *flexion*
- 2 untuk 10°-20° *flexion*
- 3 untuk 20° atau lebih *flexion*
- 4 jika dalam *extension*





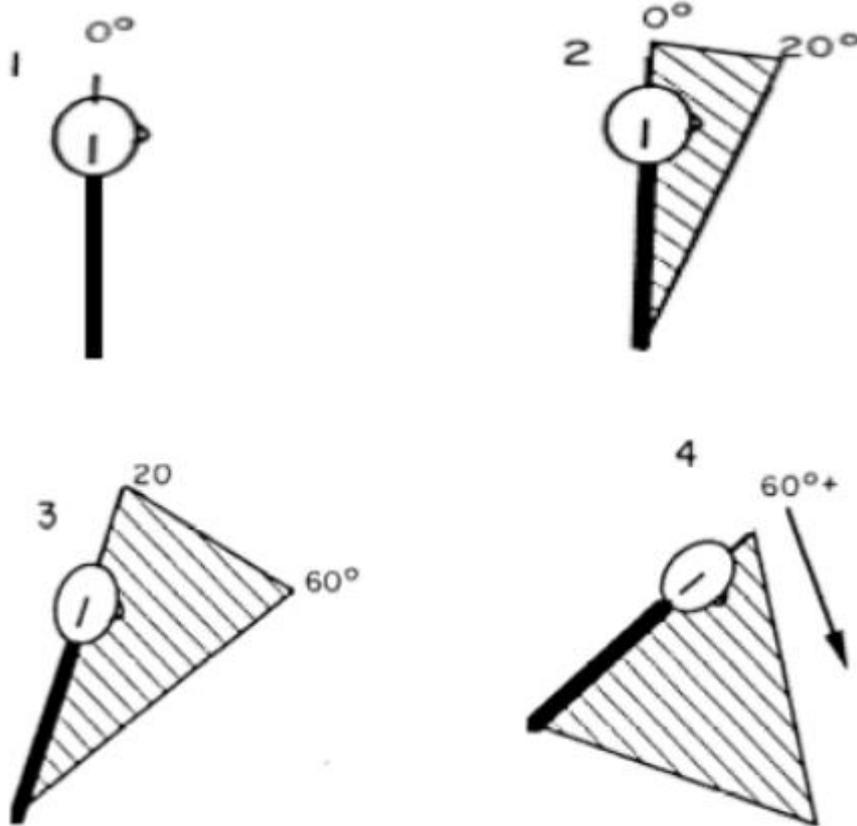
Gambar 2.11 Jangkauan pergerakan leher:

(1) postur alamiah, (2) postur  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$  *flexion*, (3) postur  $20^{\circ}$  atau lebih *flexion*, (4) postur *extension*

Sumber: McAtamney and Corlet (1993)

Menurut Drury dan Grandjean mendapat kisaran skor untuk bagian tubuh punggung dengan rincian sebagai berikut:

- 1 ketika duduk dan ditopang dengan baik dengan sudut pada tubuh  $90^{\circ}$  atau lebih
- 2 untuk  $0$ - $20^{\circ}$  *flexion*
- 3 untuk  $20^{\circ}$ - $60^{\circ}$  *flexion*
- 4 untuk  $60^{\circ}$  atau lebih *flexion*



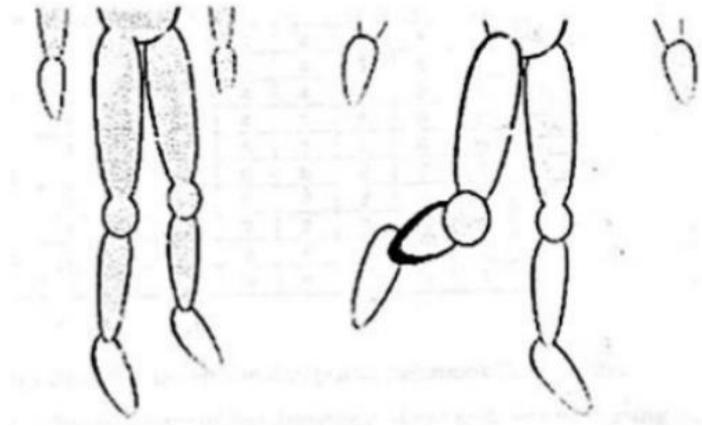
Gambar 2.12 Jangkauan pergerakan punggung:

(1) postur alamiah, (2) postur 0-20° *flexion*, (3) postur 20°-60° *flexion*, (4) postur 60° atau lebih *flexion*

Sumber: McAtamney and Corlet (1993)

Adapun skor postur tubuh bagian kaki kisaran sebagai berikut:

- +1 jika kaki tertopang ketika duduk dengan bobot seimbang rata
- +1 jika berdiri dimana bobot tubuh tersebar merata pada kaki dimana terdapat ruang untuk berubah posisi
- +2 jika kaki tidak tertopang atau bobot tubuh tidak tersebar merata



Gambar 2.13 Jangkauan Pergerakan Kaki:

- (1) kaki tertopang, bobot tersebar, dan merata, (2) kaki tidak tertopang dengan bobot tidak tersebar merata

Sumber: McAtamney and Corlet (1993)

Sistem untuk pengelompokan skor postur tubuh yang dihasilkan dari postur tubuh grup A (lengan bawah, lengan atas, pergelangan tangan, dan putaran pergelangan tangan). Untuk mendapatkan skor, postur tubuh diamati, dan diidentifikasi yang kemudian skor masing-masing postur dimasukkan kedalam tabel A agar memperoleh skor dari grup A.

Tabel 2.2 Tabel A dalam Worksheet RULA.

Lengan Atas	Lengan Bawah	Pergelangan Tangan							
		1		2		3		4	
		PP		PP		PP		PP	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5

Lengan Atas	Lengan Bawah	Pergelangan Tangan							
		1		2		3		4	
		PP		PP		PP		PP	
		1	2	1	2	1	2	1	2
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	4	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Sumber: McAtamney dan E. Nigel Corlett (1993)

Postur grup B (leher, punggung atau badan, dan kaki) diamati dan diidentifikasi untuk menentukan skor pada masing-masing postur yang kemudian skor di masing-masing postur dimasukkan kedalam tabel B agar memperoleh skor dari grup B

Tabel 2.3 Tabel B dalam Worksheet RULA.

Leher	Punggung											
	1		2		3		4		5		6	
	Kaki		Kaki		Kaki		Kaki		Kaki		Kaki	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	3	4	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Sumber: McAtamney dan Corlett (1993)

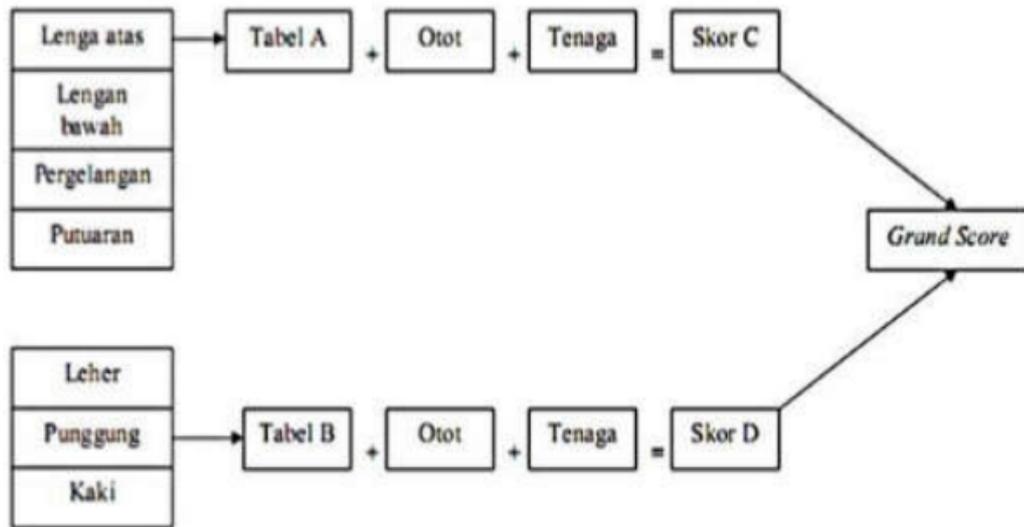
Kemudian sistem pemberian skor akan dilanjutkan dengan melibatkan otot dan tenaga yang digunakan dimana Durry mengembangkan skor untuk pengembangan untuk skor penggunaan otot dimana rincian skornya adalah sebagai berikut:

- +1 jika postur statis (dipertahankan dalam waktu 1 menit) atau penggunaan postur rubuh tersebut diulang lebih dari 4 kali dalam 1 menit
- Penggunaan tenaga atau beban dikembangkan berdasarkan penelitian Putz-Anderson dan Stevenon dan Baaida mengembangkan skor untuk pembebanan dengan skor pembebanan yang dikembangkan oleh Putz-Anderson dan Stevenson dan Baaida adalah:

- 0 jika pembebanan sesekali atau tenaga kurang dari 2 kg dan ditahan
- 1 jika beban sesekali 2-10 kg
- 2 jika beban 2-10 kg berulang atau bersifat statis
- 2 jika beban namun sesekali lebih dari 10 kg
- 3 jika beban atau tenaga lebih dari 10 kg dialami secara berulang atau statis
- 4 jika pembebanan sebarang apapun besarnya dialami sentakan dengan cepat

Skor penggunaan otot dan skor pembebanan pada kelompok tubuh grup A dan grup B dilakukan pengukuran dan dimasukkan kedalam kotak-kotak yang tersedia terus dijumlahkan dengan skor yang berasal dari tabel A dan B:

- Skor A + skor penggunaan otot + skor pembebanan untuk kelompok A = skor C
- Skor B + skor penggunaan otot + skor pembebanan untuk kelompok B = skor D



Gambar 2.14 Perhitungan RULA

Sumber: McAtamney dan E. Nigel Corlett (1993)

Untuk pengembangan *grand score* dan *action level* disetiap kombinasi skor C dan skor D disebut dengan *grand score* yang nilainya 1 sampai 7

Tabel 2.4 Tabel *Grand Score* dalam RULA.

Grand Score		Skor D = Skor B + Otot + Tenaga						
Skor C*		1	2	3	4	5	6	7+
1		1	2	3	3	4	5	5
2		2	2	3	4	4	5	5
3		3	3	3	4	4	5	6
4		3	3	3	4	5	6	6
5		4	4	4	5	6	7	7
6		4	4	5	6	6	7	7
7		5	5	6	6	7	7	7
8+		5	5	6	7	7	7	7

Sumber: McAtamney dan Corlett (1993)

Setelah memperoleh *grand score*, sehingga dihasilkan nilai 1 sampai 7 dengan rincian *action level* yang diperoleh dari tabel *grand score* sebagai berikut:

- *Action level 1* (tingkat tindakan 1) skor 1 dan 2 menunjukkan bahwa postur tubuh ini bisa diterima jika tidak dipertahankan atau tidak berulang dalam periode yang lama
- *Action level 2* (tingkat tindakan 2) skor 3 dan 4 menunjukkan bahwa diperlukan pemeriksaan lanjutan dan juga diperlukan perubahan-perubahan
- *Action level 3* (tingkat tindakan 3) skor 5 dan 6 menunjukkan bahwa pemeriksaan dan perubahan perlu segera dilakukan
- *Action level 4* (tingkat tindakan 4) skor 7 menunjukkan bahwa kondisi ini berbahaya maka pemeriksaan dan perubahan diperlukan dengan segera (saat itu juga)

## **2.11 Definisi REBA**

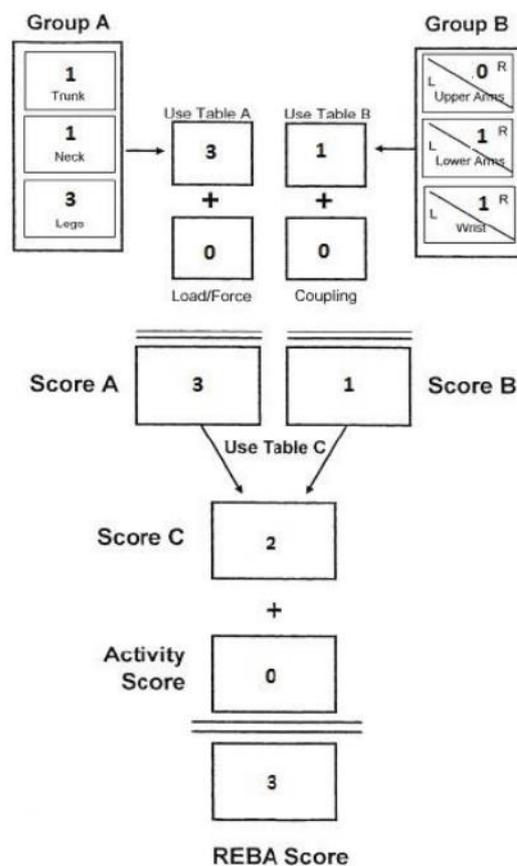
Menurut (Stanton, 2005) *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) merupakan suatu metode yang dapat diplikasikan untuk menilai resiko postur kerja secara keseluruhan baik statis, dinamis hingga postur kerja yang tidak stabil dan juga dapat menyajikan nilai efektivitas dari modifikasi desain stasiun kerja dengan melakukan penilaian dengan metode REBA.

### **2.11.1 Prosedur Penggunaan Metode REBA**

Menurut (Stanton, 2005) Langkah-langkah penggunaan metode REBA terdiri dari 6 langkah utama yaitu:

1. Observasi postur kerja

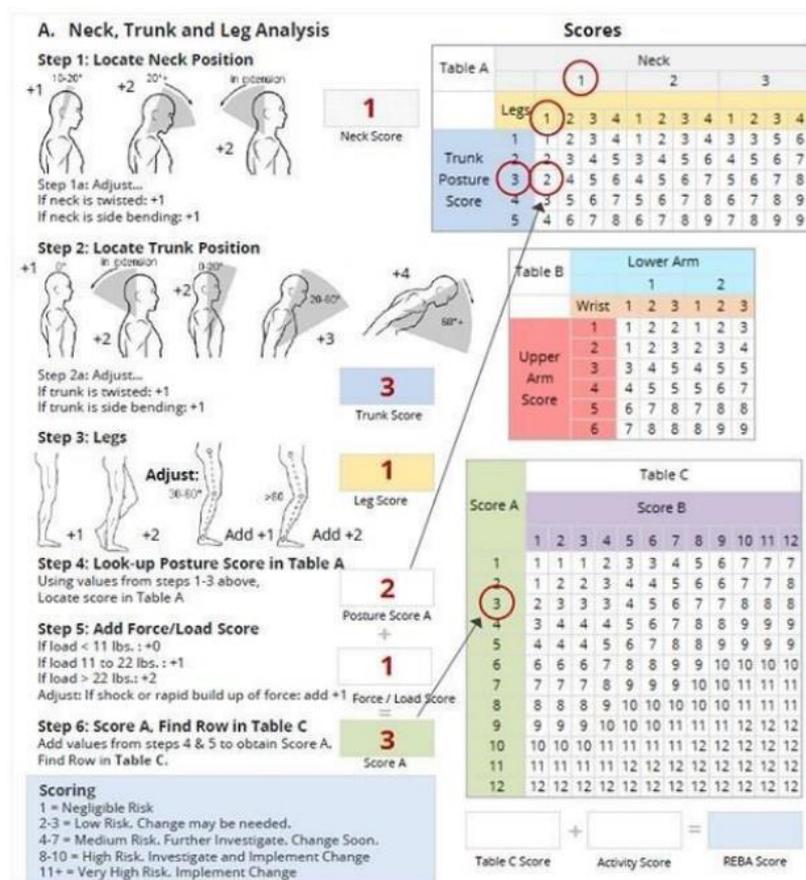
2. Melakukan pemilihan postur tubuh yang akan dinilai dalam melakukan suatu pekerjaan diantaranya postur tubuh yang sering terulang atau diaplikasikan pekerja, posisi tubuh paling lama dipertahankan, postur yang memerlukan aktivitas otot yang banyak, postur yang dapat menyebabkan gangguan, dan postur yang tidak wajar.
3. Melakukan penilaian postur dengan mengelompokkan kedalam kelompok A (batang tubuh, leher, dan kaki) dan kelompok B (lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan)



Gambar 2.15 Perhitungan REBA

Sumber: Stanton (2005)

4. Memproses penilaian akhir metode REBA dengan Langkah-langkah sebagai berikut:
- a. Kelompok A
- Langkah 1 – 3 menilai skor leher, tubuh dan kaki
  - Langkah 4 menggunakan nilai skor pada langkah 1 – 3 dengan memeriksa skor pada langkah ini pada tabel A
  - Langkah 5 menambahkan nilai beban
  - Langkah 6 menambahkan nilai pada langkah 4 dan 5 untuk menentukan skor kelompok A pada tabel C



Gambar 2.16 Penilaian REBA Kelompok A

Sumber: Hignett dan McAtamney (2000)

b. Kelompok B

- Langkah 7 – 9 melakukan analisis skor lengan dan pergelangan tangan
- Langkah 10 menggunakan hasil pada langkah ke 7 – 9 dengan menentukan nilai menggunakan tabel B pada gambar
- Langkah 11 menambahkan nilai coupling
- Langkah 12 menambahkan hasil skor 10 dan 11 dilanjutkan dengan menentukan nilai pada tabel C
- Langkah 13 menentukan nilai aktivitas

**Scores**

**Table A**

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

**Table B**

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

**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	3	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	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12
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	12

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**

Step 7a: Adjust...  
 If shoulder is raised: +1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1

**Upper Arm Score: 6**

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**

**Lower Arm Score: 2**

**Step 9: Locate Wrist Position:**

Step 9a: Adjust...  
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

**Wrist Score: 3**

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

**Posture Score B: 9**

**Step 11: Add Coupling Score**  
 Well fitting handle and mid range 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

**Coupling Score: 1**

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

**Score B: 10**

**Step 13: Activity Score**  
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

**Table C Score: 8** + **Activity Score: 1** = **REBA Score: 9**

Gambar 2.17 Penilaian REBA Kelompok B

Sumber: Hignett dan McAtamney (2000)

- Langkah 14 melakukan penilaian tingkat resiko postur kerja dengan kriteria nilai menurut (Stanton, 2005) dengan nilai sebagai berikut:
  - Skor 1 Negligible Risk
  - Skor 2 – 3 Low Risk
  - Skor 4 – 7 Medium Risk
  - Skor 8 – 10 High Risk
  - Skor 10 – 15 Very High Risk

## 2.12 Penelitian Terdahulu

Adapun peneliti terdahulu adalah sebagai berikut:

1. N. P. Ahmad, R. Hidayat, dan R. Hamdani (2020)

Bengkel Las Sumber Jaya Bekasi merupakan suatu perusahaan yang bergerak pada bidang pembuatan dan pemasangan teralis, pagar besi, kanopi, baja ringan, balkon, dan tangga putar. Dimana salah satu pekerjaan yang umum dikerjakan dan memiliki probabilitas resiko yang buruk yang cukup tinggi adalah pada pengelasan trails dimana alat yang digunakan cukup berat dan bahan yang di las berkontribusi banyak dalam besarnya tenaga yang akan dikeluarkan oleh operator pengelasan. Sehingga resiko buruk yang mungkin terjadi adalah adanya kelelahan dan sakit pada bagian tubuh tertentu yang biasa disebut dengan *musculoskeletal disorder* (MSD). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode RULA yang bertujuan untuk melakukan perhitungan dan analisis terhadap tubuh manusia bagian atas yang menghasilkan luaran penelitian berupa tingkatan keputusan yang menunjukkan urgensi atau tindakan yang dibutuhkan.

Berdasarkan analisis yang dilakukan dengan metode RULA didapatkan nilai *grand score* yaitu 6 dimana nilai ini menandakan bahwa proses pengelasan mempunyai level resiko medium namun harus segera diinvestigasi lebih lanjut dan segera melakukan perubahan. Usulan rancangan fasilitas kerja dibuat agar para pekerja bisa lebih fokus dan merasa nyaman pada postur tubuhnya serta mengurangi keluhan yang sebelumnya dialami oleh operator. Sehingga dibuat fasilitas kerja berupa meja yang memiliki lubang-lubang yang berfungsi sebagai penahan raw material dan membuang lelehan las ke tanah sehingga proses pengelasan berjalan dengan baik dan maksimal.

2. Akshinta, P. Yusi, dan Susanty, Aries (2017)

Bengkel las Nur merupakan salah satu bengkel las yang berada di daerah Tembalang yang melayani berbagai pembuatan dan pengelasan pada berbagai produk seperti pagar, rangka tempat galon air, dan lain sebagainya. Bengkel ini memiliki pekerja sebanyak 6 orang yang setiap harinya melakukan pekerjaan seperti pengelasan dan pengamplasan dengan waktu kerja 8 jam dalam sehari. Berdasarkan hasil wawancara terdapat operator yang mengalami kelihat otot di beberapa bagian dari tubuhnya antara lain pada leher, punggung, lutut, dan kaki dalam melakukan pekerjaan pengelasan dan pengamplasan. Pada penelitian ini dilakukan analisis postur tubuh pekerja pengelasan menggunakan metode RULA dengan bantuan *software* CATIA V5R20. Pada pekerja yang melakukan pekerjaan pengelasan dengan posisi membungkuk mendapat *grand score* RULA sebesar 7 dimana nilai itu sangat tinggi yang mengharuskan identifikasi lebih lanjut dan perbaikan secepatnya. Pada pekerja yang melakukan pekerjaan pengelasan dengan

posisi duduk mendapat *grand score* RULA sebesar 5 dimana nilai itu cukup tinggi yang membutuhkan identifikasi dan perubahan dalam waktu dekat. Pada pekerja yang melakukan pekerjaan pengamplasan dengan posisi duduk mendapat *grand score* RULA sebesar 7 dimana nilai itu sangat tinggi yang mengahruskan identifikasi lebih lanjut dan perbaikan secepatnya. Perbaikan yang disarankan oleh peneliti adalah dengan menggunakan tambahan alat bantu berupa kursi dan meja dalam melakukan pekerjaan. Saran perbaikan dilakukan simulasi dengan *software* CATIA V5R20 dan mendapatkan *grand score* RULA sebesar 3 yang menandakan posisi kerja aman untuk dilakukan daripada posisi sebelumnya yang memiliki *grand score* RULA 5 dan 7.

3. Purnomo, Abdillah Eko, Nurjannah, Hermana, Budi (2021)

CV Cipta Karya merupakan suatu usaha yang terletak di Jawa Barat yang bergerak dalam bidang pengelasan, pemotongan dan pembuatan produk. Teknik pekerjaan pada CV Cipta Karya masih menggunakan teknik konvensional yang banyak melibatkan banyak pergerakan otot dan memberikan beban kerja tambahan pada otot operator. Meja pengelasan pada CV Cipta Karya dinilai kurang memperhatikan nilai ergonomi dari segi ukuran meja bantu yang digunakan untuk aktivitas pengelasan sehingga dalam melakukan pengelasan, operator las dinilai melakukan pekerjaannya dengan posisi terlalu membungkuk yang sangat berpotensi meningkatkan resiko cedera. Metode analisis postur kerja yang digunakan oleh peneliti adalah metode RULA dengan harapan dapat membantu operator menjadi lebih ergonomis dalam melakukan pekerjaannya sehingga dapat terhindar dari resiko cedera akibat pekerjaan yang tidak ergonomis dan juga dapat

meningkatkan produktivitas dari operator tersebut. Perhitungan RULA dibantu dengan menggunakan *software* CATIA V5R21. *Grand score* RULA pada operator pengelasan sebesar 6 yang berarti mempunyai level sedang dan memerlukan tindakan dalam waktu dekat berupa identifikasi lebih lanjut dan perubahan posisi kerja. Perbaikan yang dilakukan oleh peneliti menggunakan meja las operator sebagai referensi mendapatkan *grand score* RULA sebesar 3 yang artinya mempunyai level resiko rendah sehingga perbaikan posisi dan alat bantu dapat digunakan oleh para operator.