

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Teoritis

2.1.1.Rekayasa ulang

Rekayasa ulang dan pembuatan produk merupakan bagian besar dari kegiatan teknik (Darmawan, 2000 dalam Setiawan, 2012:II-48). Kegiatan ini dimulai dengan didapatkannya persepsi tentang kebutuhan manusia, yang kemudian disusul dengan konsep, kemudian rekayasa ulang, pengembangan dan penyempurnaan produk, diakhiri dengan pembuatan produk. Produk merupakan sebuah benda teknik yang keberadaannya di dunia merupakan hasil karya keteknikan, yaitu merupakan hasil perancangan, pembuatan dan kegiatan teknik lainnya yang terkait.

Rekayasa ulang suatu alat termasuk dalam metode teknik, dengan demikian, langkah-langkah merekayasa ulang akan mengikuti metode teknik. Merris Asimov menerangkan bahwa rekayasa ulang produk adalah suatu teknik aktivitas dengan maksud tertentu menuju kearah tujuan dari pemenuhan kebutuhan manusia, terutama yang dapat diterima oleh faktor teknologi peradaban kita. Dari definisi tersebut terdapat tiga hal yang harus diperhatikan dalam rekayasa ulang yaitu :

1. Aktifitas dengan maksud tertentu

2. Sasaran pada pemenuhan kebutuhan manusia dan
3. Berdasarkan pada pertimbangan teknologi

Dalam rekayasa ulang produk atau alat, perlu mengetahui karakteristik yang akan di rekayasa ulang , beberapa karakteristik rekayasa ulang adalah sebagai berikut :

1. Berorientasi pada tujuan
2. *Variform*

Suatu anggapan bahwa terdapat sekumpulan solusi yang mungkin terbatas, tetapi harus dapat memilih salah satu ide yang diambil.

Sedangkan karakteristik rekayasa ulang merupakan karakteristik yang harus dikuasai antara lain :

1. Menguasai kemampuan untuk mengidentifikasi masalah.
2. Memiliki Imajinasi untuk meramalkan masalah yang mungkin akan timbul.
3. Berdaya cipta.
4. Mempunyai kemampuan untuk menyederhanakan persoalan.
5. Mempunyai keahlian dalam bidang Matematika, Fisika atau Kimia tergantung dari jenis rekayasa ulang yang dibuat.
6. Dapat mengambil keputusan terbaik berdasarkan analisa dan prosedur yang benar.
7. Mempunyai sifat yang terbuka (*open minded*) terhadap kritik dan saran dari orang lain.

Proses rekayasa ulang yang merupakan tahapan umum teknik rekayasa dikenal dengan sebutan NIDA (Cross, 2000 dalam Nugroho, 2012:III-5). Merupakan kepanjangan dari *Need, Idea, Decision* dan *Action*, artinya tahap pertama seorang rekayasa ulang menetapkan dan mengidentifikasi kebutuhan (*need*) yang berhubungan dengan alat atau produk yang harus direkayasa ulang. Kemudian dilanjutkan dengan pengembangan ide-ide (*idea*) yang akan melahirkan berbagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan tadi dilakukan suatu penilaian dan penganalisaan terhadap berbagai alternatif yang ada, sehingga rekayasa ulang akan dapat memutuskan (*decision*) suatu alternatif yang terbaik. Pada akhirnya dilakukan suatu proses pembuatan (*Action*). Rekayasa ulang suatu peralatan kerja dengan berdasarkan data antropometri pemakainya bertujuan untuk mengurangi tingkat *muskuloskeletal* kerja,

Hasil rekayasa ulang yang dibuat dituntut dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi operator timbang obat. Oleh karena itu rekayasa ulang yang akan dibuat harus memperhatikan faktor manusia sebagai pemakainya. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam merekayasa ulang suatu selain faktor manusia antara lain :

1. Analisa Teknik

Banyak berhubungan dengan ketahanan, kekuatan, kekerasan dan seterusnya.

2. Analisa Legalisasi

Berhubungan dengan segi hukum atau tatanan hukum yang berlaku dan dari hak cipta.

3. Analisa Pemasaran

Berhubungan dengan jalur distribusi produk/ hasil rekayasa ulang.

4. Analisa Nilai

Analisa nilai pertama kali didefinisikan oleh L.D. Miles dari General Electric (AS, 1940), yaitu suatu prosedur untuk mengidentifikasi ongkos-ongkos yang tidak ada gunanya.

Pengertian ini berkembang sesuai dengan perkembangan tuntutan jaman. Seperti yang dikemukakan oleh C.M. Walsh yang membagi analisa nilai menjadi 4 katagori, yaitu :

- a. *Uses Value* (berhubungan dengan nilai kegunaan)
- b. *Esteem Value* (berhubungan dengan nilai keindahan atau estetika)
- c. *Cost Value* (berhubungan dengan pembiayaan)
- d. *Excnage Value* (berhubungan dengan kemampuan tukar)

Rekayasa ulang produk yang memenuhi kebutuhan manusia adalah suatu *problem* rekayasa ulang yang memerlukan solusi, yang berupa produk, Proses rekayasa ulang sangat mempengaruhi produk sedikitnya dalam tiga hal, yaitu: biaya pembuatan produk, kualitas produk dan waktu penyelesaian produk. Pengaruh tersebut akan berakibat terhadap keputusan yang diambil dalam proses perancangan. Perancangan, memiliki beberapa tahapan (Darmawan,2000 dalam Setiawan, 2012:II-48) yaitu :

1. Analisa masalah

Analisa masalah dalam proses rekayasa ulang merupakan pernyataan masalah tentang produk yang akan direkayasa ulang. Pernyataan tersebut

nantinya dijadikan dasar sebagai identifikasi berdasarkan kebutuhan dan keinginan.

2. Rekayasa ulang konsep

Rekayasa ulang konsep merupakan rekayasa ulang konsep produk yang memerlukan solusi. Dalam hal ini menuntut kemampuan dan kreativitas Rekayasa ulang untuk mendapatkan solusi, baik bersifat original ataupun baru.

3. Rekayasa ulang produk

Perancangan produk merupakan hasil dari solusi yang kemudian dikembangkan lebih lanjut menjadi sebuah produk, dimana bentuk, material dimensi dan komponen-komponennya telah ditentukan.

4. Pembuatan prototipe

Pembuatan prototipe produk dibuat untuk dapat memenuhi fungsi, karakteristik dan kinerja produk yang diinginkan. Prototipe dapat dibuat dalam bentuk gambar dengan susunan dimensi produk, spesifikasi dan bill of material.

Menurut deskriptif French model prsoses Rekayasa ulang adalah mengidentifikasi kebutuhan, kemudian dilanjutkan dengan analisa masalah dan penentuan solusi yang berupa gambar (dimensi) rekayasa ulang, spesifikasinya dan bill of material.

Metode rasional menggunakan pendekatan yang sistematis dalam rekayasa ulang. Metode ini banyak digunakan dalam rekayasa ulang karena memiliki tahapan yang jelas sehingga dapat memberikan hasil rekayasa ulang

dan produk akhir yang berkualitas (Cross, 2000 dalam Nugroho, 2012:II-27).

Adapun langkah-langkah metode rasional antara lain :

1. *Clarifying Objectives*

Tahap penting pertama dalam Rekayasa ulang adalah bagaimana mencoba untuk menjelaskan tujuan Rekayasa ulang pada kenyataannya akan sangat membantu pada keseluruhan tahap Rekayasa ulang, bila tujuan perancangan sudah jelas, walaupun tujuan itu dapat berubah selama proses Rekayasa ulang. Tujuan awal dan sementara dapat berubah, meluas atau menyempit, atau benar-benar berubah asalkan permasalahan menjadi lebih dimengerti dan sepanjang penyelesaian ide-ide dapat berkembang. *Clarifying objectives* menunjukkan tujuan dan maksud umum untuk pencapaian tujuan yang sedang dalam pertimbangan. Metode ini menunjukkan bentuk diagramatis dimana tujuan-tujuan yang berbeda dihubungkan satu sama lain, serta pola hirarki tujuan dan sub tujuan. Langkah-langkah pembuatan *clarifying objectives* adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan daftar tujuan Rekayasa ulang, dimana daftar tersebut diambil dari ringkasan Rekayasa ulang.
- b. Menyusun daftar ke dalam kumpulan tujuan tingkat tinggi dan tingkat rendah. Perluasan daftar tujuan dan sub tujuan secara kasar dapat dikelompokkan ke dalam tingkatan hirarki
- c. Menggambarkan diagram *clarifying objectives*, hubungan hirarki dan garis hubungannya.

2. *Establishing Function*

Establishing functions bertujuan untuk menentukan fungsi-fungsi yang dibutuhkan dan batasan sistem dari Rekayasa ulang yang akan dilakukan.

Langkah-langkah pembuatan *establishing functions* adalah sebagai berikut :

- a. Menunjukkan fungsi Rekayasa ulang secara umum dalam perubahan input menjadi output yang diinginkan.
- b. Menunjukkan fungsi Rekayasa ulang secara umum dalam perubahan input menjadi output yang diinginkan.
- c. Menggambarkan diagram blok yang menggambarkan interaksi antar sub-fungsi dasar.

3. *Performance Specifiction*

Performance specification bertujuan untuk membuat spesifikasi yang akurat dari kebutuhan perancangan , Spesifikasi yang telah ditentukan oleh perancang ditetapkan sebagai tujuan Rekayasa ulang dengan mencantumkan kriteria-kriteria. Langkah-langkah pembuatan performance specification adalah sebagai berikut :

- a. Menimbang perbedaan tingkatan umum penyelesaian yang dapat diterima.
- b. Menentukan tingkatan umum yang nantinya akan dioperasikan.
- c. Menentukan tingkatan umum yang nantinya akan dioperasikan.
- d. Menyebutkan persyaratan yang diperlukan atribut dengan tepat dan teliti.

2.1.2. Meja dan Kursi

Secara istilah, meja dan kursi berarti meja dan kursi yang digunakan untuk aktifitas sehari-hari termasuk di buat aktifitas kerja Timbang obat, Para pekerja

tentu membutuhkan fasilitas untuk dapat bekerja dengan baik. Perusahaan harus menyiapkan fasilitas sebagai salah satu bentuk dukungan terhadap karyawan, salah satu dukungan tersebut adalah dengan memberikan meja dan kursi timbang obat yang sesuai dengan kebutuhan karyawan. Apa sajakah manfaat penggunaan meja dan kursi selain buat timbang obat, bagi karyawan operator timbang obat? berikut adalah diantaranya (Chaudhary & Singh, 2013)

- 1) Meja dan kursi akan memberikan kenyamanan dan membantu untuk melaksanakan aktifitas operator timbang obat.
- 2) Dengan adanya meja dan kursi, operator melaksanakan pekerjaannya akan lebih meminimalisasi suatu pekerjaan tepat waktu,
- 3) Dengan adanya meja dan kursi yang nyaman untuk melaksanakan aktifitas, seorang operator bertanggung jawab dalam merawat barang termasuk meja dan kursi dan perabotan lainnya. Ia harus rajin membersihkan dan merapikan bila sudah selesai pekerjaannya.
- 4) Meja dan kursi juga dapat menjadi tempat duduk istirahat di saat selesai beraktivitas, khususnya jika operator di waktu jam *break*.

Keberadaan meja dan kursi memang sangat penting bagi mereka yang banyak menghabiskan waktunya untuk di buat timbang obat di buat mengerjakan mencuci piring dan lain-lain. meja dan kursi timbang obat atau meja dan kursi dibuat cuci piring pasti berbeda. Meja dan kursi untuk timbang obat berbeda pada segi desainnya dan ukurannya harus memiliki ukuran yang ergonomis bila untuk pekerja timbang obat, jika meja dan kursi untuk cuci piring biasanya hanya

memakai ukuran standar pengguna. juga tidak asing lagi meja dan kursi yang dibuat rata-rata yang banyak digunakan itu dari kayu, ada sebagian dari besi tapi masih belum umum (Tanudireja & Solahuddin, 2013),

2.1.3. Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu *Ergon* yang berarti pekerjaan, *Nomos* yang berarti hukum, jadi ergonomi berarti ilmu yang mempelajari tentang hukum-hukum kerja (Tarwaka, 2015: 10). Dengan demikian ergonomi adalah suatu sistem yang berorientasi kepada disiplin ilmu, yang sekarang diterapkan pada hampir semua aspek kehidupan atau kehidupan manusia. Untuk itu, para ahli ergonomi harus memiliki pemahaman yang luas dari seluruh disiplin ilmu yang terkait, tentunya dengan mempertimbangkan berbagai faktor, antara lain: faktor fisik, kognitif, sosial, organisasi, lingkungan, dan faktor-faktor relevan lainnya.

Dewasa ini para ahli ergonomi sudah tersebar bekerja diberbagai sektor industri, dan mereka terus saling berevolusi secara terus menerus.

1. Lingkup kajian ergonomi secara fisik

Kajian ergonomi secara fisik utamanya berkaitan dengan disiplin ilmu tentang anatomi manusia, fisiologi, dan karakteristik biomekanis karena hal tersebut selalu terkait dengan aktifitas fisik manusia.

2. Lingkup kajian ergonomi secara kognitif

Ergonomi kognitif utamanya berkaitan dengan proses mental, seperti: persepsi, memori, penalaran, dan respons motor, karena hal-hal tersebut dapat

mempengaruhi manusia dan interaksi diantara unsur-unsur lain dari suatu sistem kerja.

3. Lingkup kajian ergonomi organisasi kerja

Kajian ergonomi terhadap organisasi kerja adalah berkaitan dengan optimalisasi sistem socio-teknik, termasuk juga kajian tentang struktur organisasi, kebijakan, dan proses kerja.

4. Lingkup kajian ergonomi lingkungan kerja

Kajian ergonomi terhadap lingkungan kerja adalah berkaitan dengan masalah-masalah faktor fisik lingkungan kerja, seperti: pencahayaan atau penerangan, temperatur atau iklim kerja, kebisingan dan getaran. Kajian ergonomi lingkungan kerja juga meliputi faktor kimia dan juga faktor biologi.

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (desain) ataupun rancang ulang (re-desain). Hal ini dapat meliputi perangkat keras seperti perkakas kerja, bangku kerja, sitem pengendali, dan lain-lain. Disamping it ergonomi juga memberikan peran penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya: perancangan suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot manusia. Hal ini adalah untuk mengurangi ketidak nyamanan visual dan postur kerja dan mengurangi kelelahan kerja.

Sedangkan tujuan secara umum dari penerapan ergonomi adalah sebagai berikut (Tarwaka, 2015: 6).

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera pada 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.

2.1.4. Antropometri

Antropometri adalah suatu studi tentang pengukuran yang sistematis dari fisik tubuh manusia, terutama mengenai dimensi bentuk dan ukuran tubuh yang dapat digunakan dalam klasifikasi dan perbandingan antropologis (Tarwaka, 2015: 22). Antropometri merupakan suatu ilmu yang secara khusus mempelajari tentang pengukuran tubuh manusia guna merumuskan perbedaan-perbedaan ukuran tiap individu ataupun kelompok dan lain sebagainya. Data antropometri yang ada dibedakan menjadi dua kategori, antara lain (Tarwaka, 2015: 27).

1. Antropometri statis (struktural)

Antropometri dengan dimensi statis adalah pengukuran yang dilakukan pada saat tubuh dalam keadaan posisi statis atau diam. Antropometri statis ini

meliputi otot rangka dan skeletal yaitu antara pusat sendi (seperti: siku, dan pergelangan tangan) atau dimensi kontur yaitu dimensi permukaan tubuh-kulit (seperti: kedalaman atau tinggi duduk). Namun demikian , dari berbagai pengukuran antropometri statis, tentunya mempunyai banyak aplikasi yang spesifik pula, seperti untuk perancangan meja belajar yang mana setiap pengukuran harus mempunyai dan sesuai dengan tujuan penggunaan dalam perancangan. Beberapa contoh pengukuran antropometri statis antara lain:

- a) Tinggi dan berat badan.
- b) Tinggi siku duduk yang diukur dari tempat duduk.
- c) Ukuran: panjang, lebar tebal.
- d) Jarak antara sendi-sendi segmen tubuh, dan lain-lain

2. Antropometri dinamis (fungsional)

Dimensi pengukuran antropometri dinamis dilakukan pada saat tubuh sedang melakukan aktivitas fisik. Pengukuran tersebut antara lain meliputi: jangkauan, lebar jalan lalu lalang orang yang sedang berjalan, termasuk juga pengukuran kisaran gerak untuk variasi sendi dan persendian. Mengingat pengukuran antropometri dinamis dilakukan pada saat tubuh sedang melakukan gerak, tentunya pengukuran antropometri dinamis lebih sulit dari pada statis.

Baik data antropometri statis (struktural) maupun dinamis(fungsional) keduanya mempunyai fungsi aplikasi didalam perancangan fasilitas dan peralatan-peralatan kerja termasuk mesin-mesin yang digunakan oleh manusia. Dimana perancangan dari berbagai situasi kerja harus memperhitungkan interaksi anggota tubuh, sehingga harus selalu didasarkan atas fungsinya. di

dalam penggunaan data antropometri untuk perancangan, maka harus dapat mewakili populasi yang akan menggunakan hasil perancangannya.

Apabila suatu produk yang dirancang dikhususkan untuk kelompok pengguna tertentu (seperti: anak-anak, wanita, dewasa, orang tua, dan lain-lain), maka data antropometri yang digunakan harus juga khusus untuk kelompok populasi yang dimaksud.

Secara umum, terdapat tiga prinsip utama didalam aplikasi data antropometri yang digunakan didalam perancangan secara spesifik yang digunakan untuk mengatasi perbedaan-perbedaan situasi yang dihadapi (Tarwaka, 2015: 50). ketiga hal tersebut adalah:

1. Desain untuk individu ekstrim.

Di dalam mendesain hal-hal tertentu secara fisik, mungkin suatu desain dimaksudkan untuk dapat mengakomodasi semua populasi. di beberapa lingkungan, suatu spesifik dimensi desain adalah suatu pembatasan faktor yang mungkin hanya terbatas pada penggunaan fasilitas beberapa orang saja

2. Desain untuk rata-rata.

Dari populasi penduduk dunia, secara individu tidaklah banyak orang yang mempunyai ukuran tubuh sama dengan nilai rata-rata. Meski sampai sekarang masih banyak orang yang mendesain suatu benda, barang atau fasilitas kebutuhan hidup didasarkan pada data rata-rata populasi, tetapi kenyataannya hanya sedikit populasi pengguna yang betul-betul sesuai secara karakteristik fisik tepat dan nyaman menggunakannya.

3. Desain untuk ukuran yang dapat distel.

Berbagai fasilitas atau peralatan tertentu, tentunya dapat didesain yang memungkinkan dapat distel sesuai dengan kebutuhan orang yang akan menggunakannya.

2.1.5. RULA (*The Rappid Upper Limp Assesment*)

Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Lynn McAtamney dan Nigel Corlett, E (1993), seorang ahli ergonomi dari Metode ini prinsip dasarnya hampir sama dengan RULA (*Rappid Upper Limp Assesment*) maupun metode OWAS (*Ovako Postur Analisysia system*). Ketiga metode ini sama-sama mengamati segmen tubuh khususnya *upper limp* dan mentransfernya dalam bentuk scoring selanjutnya, skor final yang diperoleh akan digunakan sebagai pertimbangan untuk memberikan saran perbaikan secara tepat

Metode RULA merupakan suatu metode dengan menggunakan target postur tubuh untuk mengestimasi terjadinya risiko gangguan sistem muskuloskeletal, khususnya pada bagian tubuh bagian atas (*upper limp disorders*), seperti adanya gerakan repetitif, pekerjaan dilakukan penggerahan kekuatan, aktivitas otot statis pada sistem muskuloskeletal. Penilaian dengan metode RULA ini merupakan penilaian yang sistematis dan cepat terhadap risiko terjadinya gangguan dengan menunjuk bagian anggota tubuh pekerja yang mengalami gangguan tersebut. Analisa dapat dilakukan sebelum dan sesudah intervensi, untuk menunjukkan bahwa intervensi yang akan diberikan akan dapat menurunkan risiko cedera.

Dalam aplikasi metode RULA dapat digunakan untuk menentukan prioritas

pekerjaan berdasarkan faktor risiko cedera. Hal ini dilakukan dengan membandingkan nilai tugas-tugas yang berbeda dan dievaluasi menggunakan dengan RULA . Metode ini juga dapat digunakan mencari tindakan yang paling efektif untuk pekerjaan yang memiliki resiko yang relatif tinggi. Analisa dapat menentukan kontribusi tiap faktor terhadap suatu pekerjaan secara keseluruhan dengan cara melalui nilai tiap faktor risiko, disamping itu RULA merupakan alat untuk melakukan analisa awal yang mampu menentukan seberapa jauh resiko pekerja yang terpengaruh oleh faktor-faktor penyebab cedera (Tarwaka, 2015: 327). adalah antara lain:

1. Postur tubuh.
2. Konstraksi otot statis.
3. Gerakan repetitif.
4. Pengerahan tenaga dan pembebanan.

Di dalam aplikasi metode RULA, tentunya juga mempunyai berbagai keterbatasan, metode ini hanya terfokus pada fakto-faktor risiko terpilih yang dievaluasi, rula tidak mempertimbangkan faktor-faktor risiko cedera pada keadaan seperti:

- a. Waktu kerja tanpa istirahat
- b. Variasi individu, pekerja seperti: umur, pengalaman, ukuran tubuh, kekuatan, atau sejarah kesehatannya.
- c. Faktor-faktor lingkungan kerja.
- d. Faktor-faktor psiko-sosial.

Keterbatasan lain dari metode ini adalah bahwa penilaian postur pekerja juga tidak meliputi posisi ibu jari atau jari-jari tangan lainnya, meski pengarahannya kekuatan yang dikeluarkan jari-jari tersebut ikut dihitung. Tidak dilakukan pengukuran waktu, meskipun faktor waktu menjadi penting karena berhubungan dengan kelelahan otot dan kerusakan jaringan akibat konstruksi otot.

Aplikasi metode RULA ini dimulai dengan mengobservasi aktivitas pekerja selama beberapa siklus kerja. Dari observasi tersebut dipilih, pekerjaan dan postur tubuh yang paling signifikan. Pengukuran terhadap postur tubuh dengan metode RULA pada prinsipnya adalah mengukur sudut dasar yaitu sudut yang dibentuk oleh perbedaan anggota tubuh (*limbs*) dengan titik tertentu pada postur tubuh yang dinilai.

Prosedur dalam pengembangan metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) meliputi tiga tahap. Tahap pertama adalah pengembangan metode untuk merekam postur kerja, tahap kedua adalah pengembangan sistem penilaian dengan skor, dan yang ketiga adalah pengembangan dari skala tingkat tindakan yang memberikan panduan pada tingkat resiko dan kebutuhan tindakan untuk mengadakan penilaian lanjut yang lebih detail.

1. Pengembangan metode untuk merekam postur kerja

Untuk menghasilkan sebuah metode kerja yang cepat untuk digunakan, tubuh dibagi dalam segmen-segmen yang membentuk dua kelompok atau grup yaitu grup A dan B. Grup A meliputi bagian lengan atas dan bawah, serta pergelangan tangan. Sementara grup B meliputi leher, punggung, dan kaki. Hal ini untuk memastikan bahwa seluruh postur tubuh terekam, sehingga segala

kejanggalan atau batasan postur oleh kaki, punggung atau leher yang mungkin saja mempengaruhi postur anggota tubuh bagian atas dapat tercakup dalam penilaian.

2. Pengembangan sistem skor untuk pengelompokan bagian tubuh

Sebuah skor tunggal dibutuhkan dari Grup A dan B yang dapat mewakili tingkat pembebanan postur dari sistem muskuloskeletal kaitannya dengan kombinasi postur bagian tubuh. Hasil penjumlahan skor penggunaan otot (*muscle*) dan tenaga (*force*) dengan Skor Postur A menghasilkan Skor C. sedangkan penjumlahan dengan Skor Postur B menghasilkan Skor D.

3. Pengembangan Grand Score dan Action List

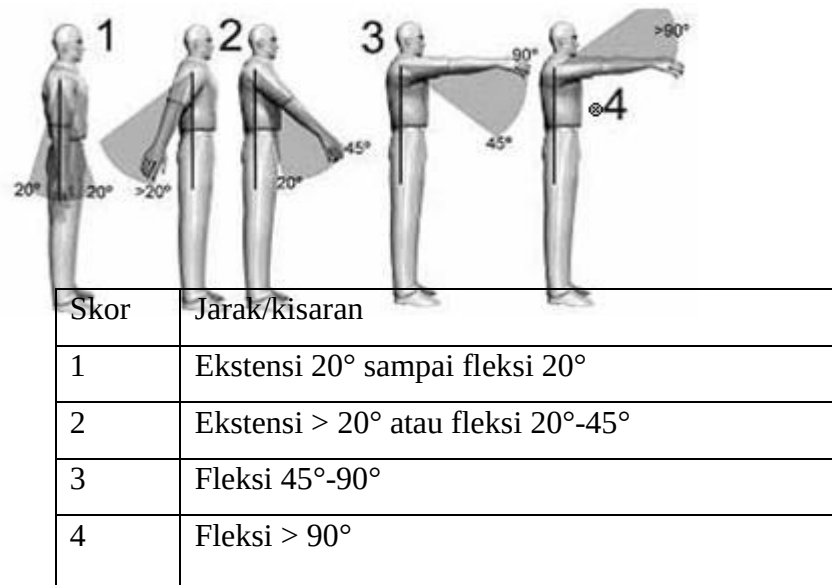
Tahap ini bertujuan untuk menggabungkan Skor C dan Skor D menjadi suatu grand score tunggal yang dapat memberikan panduan terhadap prioritas penyelidikan / investigasi berikutnya. Tiap kemungkinan kombinasi Skor C dan Skor D telah diberikan peringkat, yang disebut grand score dari 1-7 berdasarkan estimasi resiko cedera yang berkaitan dengan pembebanan *muskuloskeletal*.

Untuk lebih mempermudah pemahaman dalam menggunakan metode RULA, maka dibawah ini akan dijelaskan teknik pengukuran dengan menggunakan ilustrasi gambar piktogram pada masing-masing tubuh yang dinilai berdasarkan group segman tubuh dan cara membuat skor penilaian.

GROUP A: Skor Anggota Tubuh Pada Upper Limbs (lengan, atas, bawah dan pergelangan tangan).

1. Skoring untuk lengan atas.

Anggota tubuh pertama yang dinilai adalah lengan atas. Untuk menghitung skor pada bagian ini maka perlu diukur sudut axis badan. Ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut ini,

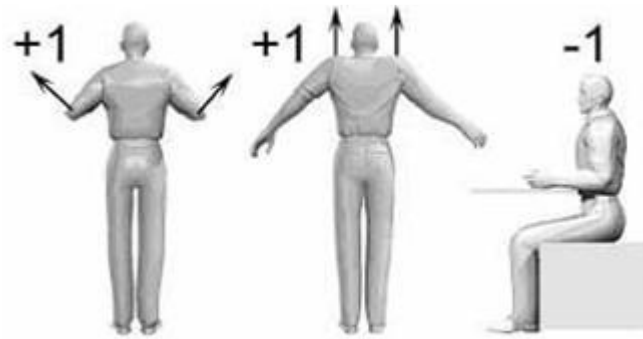


Gambar 2.1. Kisaran Sudut Gerakan Lengan (Tarwaka, 2015: 330)

Tabel 2.1. Skor Postur Untuk Lengan Atas (Tarwaka, 2015: 330)

Skor postur untuk lengan lurus harus dimodifikasi, baik ditambah atau dikurangi jika bahu pekerja terangkat, jika kengan diputar, diangkat menjauh dari badan, atau jika badan ditopang selama kerja, seperti diilustrasikan dalam tabel 2.2.

masing-masing kondisi tersebut akan menyebabkan suatu peningkatan atau penurunan skor postur pada lengan atas.

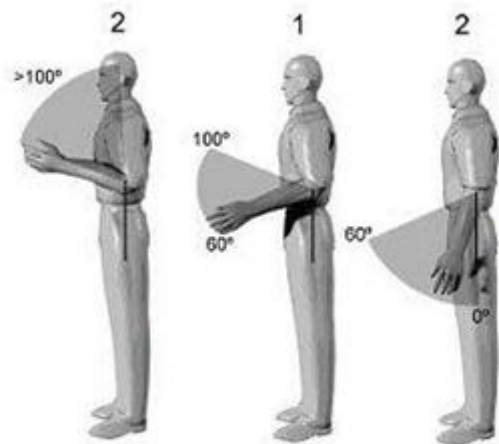


Gambar 2.2. Posisi yang Dapat Mengubah Skor Postur Lengan Atas (Tarwaka, 2015: 330)

Tabel 2.2. Modifikasi Untuk Skor Postur Lengan Atas (Tarwaka, 2015: 330)

Skor	Posisi
+1	Jika bahu diangkat atau lengan diputar atau dirotasi
+1	Jika lengan diangkat menjauh dari badan
-1	Jika berat lengan ditopang

2. Skoring untuk lengan bawah

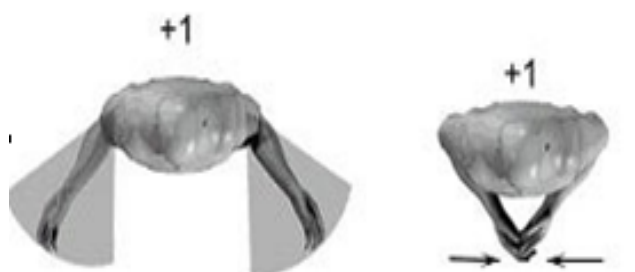


Gambar 2.3. Kisaran Sudut Gerakan Lengan Bawah. (Tarwaka, 2015: 331)

Tabel 2.3. Skor Postur Untuk Lengan Bawah (Tarwaka, 2015: 331)

Skor	Kisaran
1	Fleksi 60°-100°
2	Fleksi <60° atau >100°

Postur untuk lengan bawah harus dinaikkan jika lengan bawah minyilang dari garis lengan badan atau keluar dari sisi badan, seperti diilustrasikan dalam tabel 2.4 dibawah ini pada kedua posisi tersebut, skor postur awal hanya dapat ditambah dengan 1 (+1).



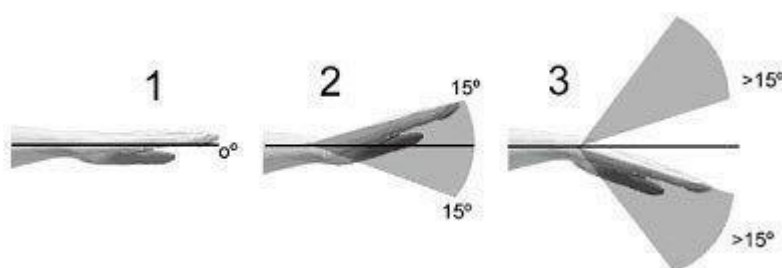
Gambar 2.4. Posisi yang dapat Mengubah Skor Postur Lengan Bawah
(Tarwaka, 2015: 331)

Tabel 2.4. Modifikasi Nilai Postur Untuk Lengan yang Lebih Rendah (Tarwaka, 2015: 330)

Skor	Posisi
+1	Jika lengan bawah bekerja pada luar sisi tubuh.
+1	Jika lengan bawah bekerja menyilang dari garis tengah tubuh

3. Skor untuk pergelangan tangan

Selanjutnya, anggota tubuh yang dianalisa adalah pergelangan tangan. Pertama-tama yang dinilai adalah fleksi pergelangan tangan. Gambar dan tabel 2.5 menunjukkan tiga kemungkinan kisaran sudut pergelangan tangan. Setelah melakukan evaluasi sudut pada pergelangan tangan, maka skor koresponden langsung dihitung.



Gambar 2.5. Kisaran Sudut Gerakan Pergelangan Tangan(Tarwaka, 2015: 332)

Tabel 2.5. Skor Postur Untuk Pergelangan Tangan(Tarwaka, 2015: 332)

Skor	Posisi
------	--------

1	Jika dalam posisi netral.
2	Fleksi atau ekstensi : 0° sampai 15°
3	fleksi atau ekstensi : $>15^{\circ}$

Skor sikap untuk pergelangan tangan ditambah dengan 1 jika pergelangan tangan saat bekerja mengalami deviasi baik ulnar maupun radial (menekuk ke atas maupun ke bawah), seperti diilustrasikan pada gambar dan tabel 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6. Deviasi Pergelangan pergelangan tangan dan peningkatan skor (Tarwaka, 2015: 332)

Tabel 2.6. Deviasi Pergelangan pergelangan tangan dan peningkatan skor (Tarwaka, 2015: 332)

Skor	Posisi
+1	Pergelangan tangan pada saat bekerja mengalami deviasi baik ulnar maupun radial

Apabila telah didapatkan skor untuk pergelangan tangan memuntir, seperti diilustrasikan pada gambar dan tabel 2.7. skor yang baru tersebut merupakan skor

independen dan tidak akan ditambahkan dengan skor sebelumnya, dan akan digunakan untuk menghitung skor total untuk group A.

Gambar 2.7. posisi posisi pergelangan tangan(Tarwaka, 2015: 333)

Tabel 2.7. posisi posisi pergelangan tangan (Tarwaka, 2015: 333)

Skor	Posisi
1	Jika pergelangan tangan berada dalam kisaran putaran
2	Jika pergelangan tangan berada pada atau dekat ujung jangkauan <i>twist</i>

GROUP B: Skor untuk Anggota Tubuh pada Leher, badan dan kaki. Setelah anggota tubuh pada group A selesai dinilai, selanjutnya yang harus dinilai adalah

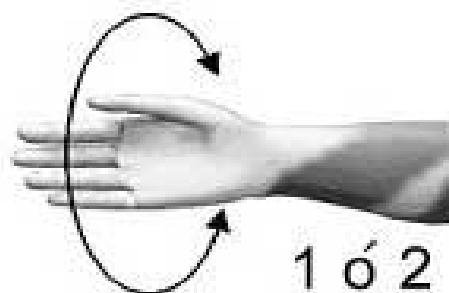
anggota tubuh

anggota tubuh

badan dan kaki.

4. Skor untuk

Anggota



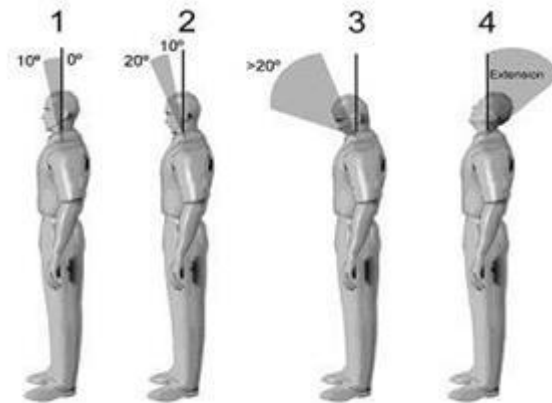
group B yaitu

pada bagian leher,

leher.

tubuh yang

pertama yang harus dinilai pada group B adalah bagian leher. Fleksi pada leher dinilai terlebih dahulu dengan menghitung skor berdasarkan ilustrasi gambar dan tabel 2.8, yang menunjukkan tiga kisaran fleksi dan ekstensi pada leher.

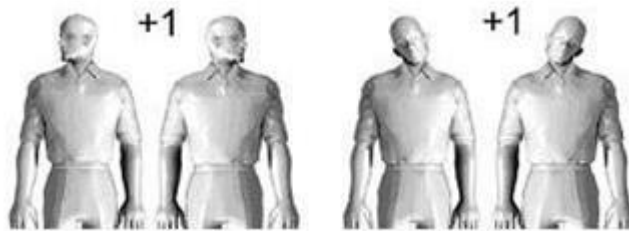


Gambar 2.8. Kisaran Sudut pada leher (Tarwaka, 2015: 334)

Tabel 2.8. skor Kisaran Sudut pada leher (Tarwaka, 2015: 334)

Skor	Kisaran
1	Fleksi : 0 ° -10 °.
2	Fleksi : 10 ° - 20 °.
3	Fleksi: > 20 °.
4	Jika leher pada posisi ekstensi

Skor Postur untuk leher harus ditambah dengan 1 (1+), jika posisi leher menekuk atau memuntir seperti diilustrasikan pada gambar dan tabel dibawah ini.



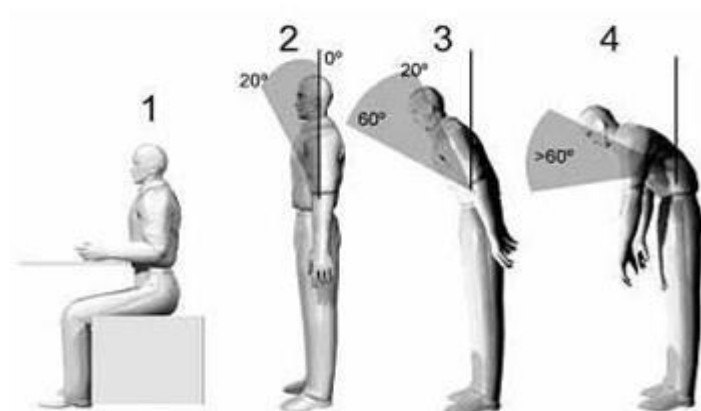
Gambar 2.9. Posisi yang Dapat Mengubah Skor Postur Leher (Tarwaka, 2015:334)

Tabel 2.9. Skor Mengubah Postur Leher (Tarwaka, 2015: 334)

Skor	Posisi
+1	Posisi leher berputar
+1	Jika leher dibengkokkan

5. Skor untuk Badan

Pertama yang harus dilakukan adalah menentukan apakah posisi pekerja pada saat bekerja adalah duduk atau berdiri yang dapat mengindikasikan fleksi badan, seperti di ilustrasikan dengan gambar dan tabel berikut dibawah ini.

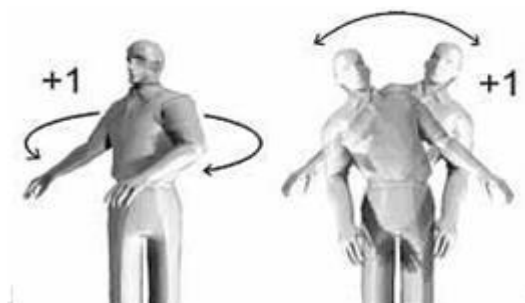


Gambar 2.10. Kisaran Sudut pada Badan(Tarwaka, 2015: 335)

Tabel 2.10.Skor Postur Nilai Untuk Badan (Tarwaka, 2015: 335)

Skor	Posisi
1	Pada saat duduk dengan kedua kaki dan telapak kaki tertopang dengan baik dan sudut antara badan dan tulang pinggul membentuk sudut $\geq 90^\circ$
2	Fleksi: 0° - 20° .
3	Fleksi: 20° - 60°
4	Fleksi: 60° atau lebih

Skor untuk badan harus dinaikkan dengan menambah 1 (1+), jika badan memuntir atau membungkuk kesamping seperti diilustrasikan pada gambar dan tabel berikut ini.

**Gambar 2.11.** Posisi yang dapat Memodifikasi Skor Postur pada Leher(Tarwaka, 2015: 335)**Tabel 2.12.** Modifikasi Skor Postur pada Leher(Tarwaka, 2015: 335)

Skor	Posisi
+1	Badan memuntir atau membungkuk
+1	Jika bagian badan tubuh menekuk

2.1.6. Perhitungan Grand Score RULA

Setelah skor postur untuk setiap anggota tubuh pada kedua group (A dan B) secara individu telah dicatat, selanjutnya harus dihitung skor kombinasi untuk

kedua group. Skor Postur untuk Anggota Tubuh Group A. Dengan memasukkan skor postur secara individu untuk lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan ke dalam Tabel 2.11, maka akan didapat skor postur group A.

Tabel 2.11. Skor Postur Group A (Tarwaka, 2015: 337)

Lengan Atas	Lengan Bawah	Pergelangan Tangan							
		1		2		3		4	
		Pergelangan Tangan Memuntir		Pergelangan Tangan Memuntir		Pergelangan Tangan Memuntir		Pergelangan Tangan Memuntir	
		1	3	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	2	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	4	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	6	6	6	6	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

Contoh penggunaan tabel group A adalah: semisal diperoleh skor iindividu pada group A, sebagai berikut: skor lengan atas 3, skor lengan bawah 3, skor pergelangan tangan 1 dan pergelangan tangan memuntir skor 1. Maka akan diperoleh total skor group A adalah sebesar 4.

Skor untuk Anggota Tubuh Group B. Dengan memasukkan skor postur secara individu untuk leher, badan dan kaki ke dalam tabel 2.14, maka akan

didapat skor individu pada group B, sebagai berikut: skor leher 1, skor badan 1, skor kaki 1. Maka akan diperoleh total skor group B adalah sebesar 1.

Tabel 2.12. Skor postur Group B (Tarwaka, 2015: 338)

Leher	Badan (Trunk)											
	1	2			3		4		5		6	
	Kaki	Kaki			Kaki		Kaki		Kaki		Kaki	
1	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	4	5	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

Skor penggunaan otot (*muscle use*) dan pembebanan atau pengerahan tenaga (*force*).

Skor yang postur yang diperoleh dari group A dan B akan diubah dengan mempertimbangkan penggunaan otot dan pengerahan tenaga selama melakukan pekerjaan. Skor postur (A dan B) ditambah dengan 1 (+1) jika setiap tubuh pada saat bekerja dalam keadaan statis untuk waktu lebih dari 1 menit, atau jika pekerjaan dilakukan secara repetitif untuk lebih dari 4 kali per menit. Jika pekerjaan dilakukan dengan kadang-kadang, tidak sering atau untuk durasi yang singkat, maka hal tersebut dipertimbangkan sebagai pekerjaan dinamis atau skor akan tetap sama dengan sebelumnya. Skor seperti tersebut dalam tabel 2.15

dibawah untuk pengerahan tenaga dan pembebanan akan ditambahkan dengan skor postur yang telah dihitung sebelumnya.

Tabel 2.13. Pemberian Skor Berdasarkan Penggunaan Otot, Pembebanan dan Pengerahan Tenaga (Tarwaka, 2015: 338)

Skor	Kisaran pembebanan dan pengerahan tenaga
0	Tidak ada resistensi atau pembebanan atau pengerahan tenaga secara tidak menentu
1	Pembebanan dan pengerahan tenaga secara tidak menentu antara 2-10 kg
2	pembebanan statis 2-10 kg
2	Pembebanan dan pengerahan tenaga secara repetitif 2-10 kg
3	pembebanan dan pengerahan tenaga secara repetitif atau statis ≥ 10 kg
3	pengerahan tenaga dan pembebanan dan berlebihan dan cepat

Perhitungan Skor Gabungan

Skor dari penggunaan otot dan pengerahan tenaga harus ditambahkan pada skor postur untuk group A dan B sehingga menghasilkan perhitungan untuk skor S dan D. Selanjutnya, kedua skor C dan D digabungkan ke dalam suatu grand akumulasi skor tunggal dengan nilai 1 sampai dengan 7 yang nantinya digunakan sebagai dasar estimasi terhadap resiko pembebanan pada sistem *muskuloskeletal*. Selanjutnya grand skor, dapat dihitung berdasarkan pada tabel 2.14 dibawah ini.

Tabel 2.14. Perhitungan Grand Skor Berdasarkan Kombinasi Skor C dan D (Tarwaka, 2015: 349)

			Skor D				
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

Contoh Perhitungan Skor Gabungan: skoring pada penggunaan otot dan pembebanan atau pengerahan tenaga; pada group A diperoleh skor penggunaan otot adalah 1 dan pengerahan tenaga adalah 1 juga. Maka diperoleh total skor C adalah 4 (total skor A) + 1 + 1 = 6. Selanjutnya, pada group B diperoleh skor penggunaan otot adalah 1 dan pengerahan tenaga 1 juga. Maka diperoleh total skor D adalah 1 (total skor B) + 1 + 1 = 3.

Langkah terakhir dari metode Rula ini adalah dengan menentukan tingkat aksi yang diperoleh dari tabel 2.15 dibawah ini yang dihitung dari grand skor. Dengan demikian, dari nilai grand skor akan dapat diputuskan apakah perlu dilakukan perbaikan atau tidak untk mencegah terjadinya cedera pada sistem *muskuloskeletal*. Dengan kata lain, metode RULA dapat menyediakan suatu informasi penting dari setiap kemungkinan terjadinya resiko ergonomi yang berkaitan dengan sikap tubuh selama proses kerja.

Contoh Tingkat Aksi berdasarkan Grand Skor: berdasarkan contoh data skor individu yang digunakan di atas, dimana grand skor adalah 5, maka tingkat aksi dalam kategori 3 perbaikan segera terhadap sikap kerja pada pekerjaan yang sedang dilakukan tersebut untuk mencegah terjadinya resiko cedera yang lebih tinggi pada sistem *muskuloskeletal*.

Tabel 2.15. Tingkat Aksi yang diperlukan Berdasarkan Grand Skor (Tarwaka, 2015: 340)

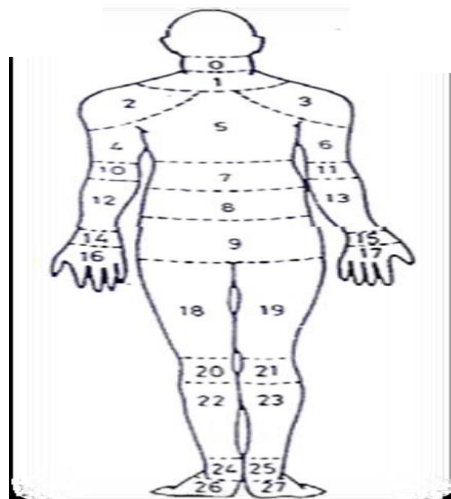
Skor Akhir RULA	Tingkat Resiko	Kategori Resiko	Tindakan
1 - 2	0	Rendah	Tidak ada masalah dengan postur tubuh
3 - 4	1	Sedang	Diperlukan investigasi lebih lanjut mungkin diperlukan adanya perubahan untuk perbaikan sikap kerja
5 - 6	2	Tinggi	Diperlukan adanya investigasi dan perbaikan segera
7 +	3	sangat tinggi	Diperlukan adanya investigasi dan perbaikan secepat mungkin.

2.18 . Nordic Body Map (NBM)

Nordic Body Map (NBM) adalah penilaian subyektif dengan menggunakan peta tubuh untuk mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa agak sakit sampai sakit. Melihat dan menganalisa peta tubuh maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot yang dirasakan oleh pekerja. Metode NBM, dalam aplikasinya menggunakan lembar kerja berupa peta tubuh (*body map*) merupakan cara yang sangat sederhana, mudah dipahami, murah dan memerlukan waktu yang sangat singkat. Observer dapat langsung

menanyakan kepada responden, pada otot-otot skeletal bagian mana saja yang mengalami gangguan kenyamanan atau sakit dengan menunjuk langsung setiap otot skeletal sesuai yang tercantum dalam lembar kerja kuisioner *Nordic Body Map*.

Penilaian dengan menggunakan kuisioner *Nordic Body Map* dapat dilakukan dengan menggunakan desain penilaian dengan scoring (4 skala liker). Apabila digunakan scoring dengan skala ini, maka setiap skor atau nilai haruslah mempunyai definisi operasional yang jelas agar mudah dipahami oleh responden. *Nordic Body Map* merupakan salah satu dari metode pengukuran subyektif untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja. Guna mengetahui letak rasa sakit atau ketidaknyamanan pada tubuh pekerja digunakan *body map*. Pembagian bagian-bagian tubuh serta keterangan dari bagian-bagian tubuh tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.12. *Nordic Body Map* (Tarwaka, 2015: 360)

Keterangan :

0	=	Leher atas	15	=	Pergelangan tangan kanan
1	=	Leher bawah	16	=	Tangan kiri
2	=	Bahu kiri	17	=	Tangan kanan
3	=	Bahu kanan	18	=	Paha kiri
4	=	Lengan atas kiri	19	=	Paha kanan
5	=	Punggung	20	=	Lutut kiri
6	=	Lenganatas kanan	21	=	Lutut kanan
7	=	Pinggang	22	=	Betis kiri
8	=	Bokong	23	=	Betis kanan
9	=	Pantat	24	=	Pergelangan kaki kiri
10	=	Siku kiri	25	=	Pergelangan kaki kanan
11	=	Siku kanan	26	=	Telapak kaki kiri
12	=	Lengan bawah kiri	27	=	Telapak kaki kanan
13	=	Lengan bawah kanan			

2.2. Penelitian Terdahulu

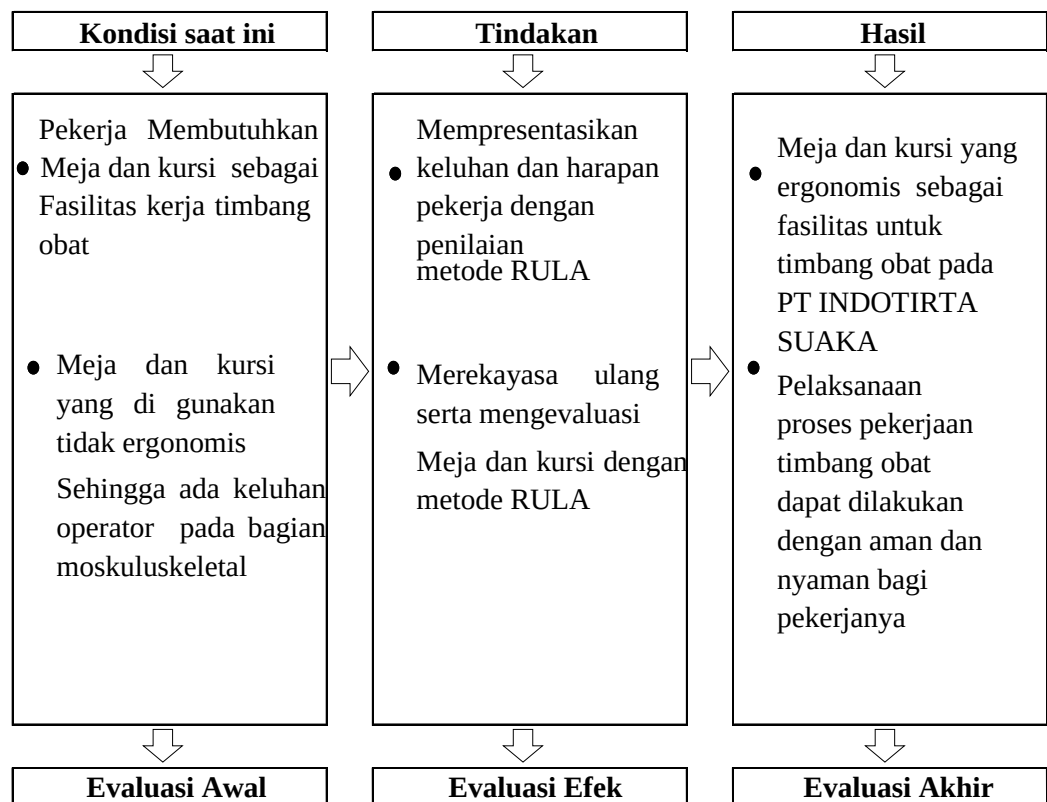
Peneliti mengambil beberapa rujukan pada bebarapa jurnal penelitian terdahulu sebagai sumber referensi di dalam penelitian ini, seperti table 2.19 dibawah ini:

Tabel 2.19. penelitian terdahulu

	Nama Penelitian	Analisa postur tubuh dengan metode RULA pada pekerja welding di area sub assy PT. Fuji Technica Indonesia Karawang
	Nama Peneliti	Dewi Masito
	Tahun penelitian	Mar-16
1	Universitas	Universitas sebelas maret Surakarta
	Hasil	Hasil skor akhir berdasarkan metode RULA a. Satu aktivitas Pada pos 4 proses respot 2 titik memperoleh skor 6 dengan action level 3 b. Satu aktivitas pada pos 5 proses respot 2 titik memperoleh skor akhir 4 dengan action level 2
	Nama penelitian	Redesain meja dan kursi berdasarkan antropometri kasus SD Negri x
	Nama Peneliti	Silvi, Rahim, Matondang, Listiani Nurul Huda
	Tahun penelitian	Sep-14
	Universitas	Fakultas teknik, universitas sumatra utara
2	Hasil	Hasil redesign meja dan kursi kelas berdasarkan antropometri diperoleh postur duduk siswa saat menggunakan meja dan kursi kelas sebelum redesign memiliki skor rula 6-7 dengan kategori indakan perbaikan segera atau sekarang juga, sedang kan postu duduk siswa ketika menggunakan meja dan kursi redesign berkurang menjadi skor RULA 3 yang secara teoritis merupakan skor resiko rendah.
	Nama penelitian	Perancangan kursi dan meja berdasarkan antropometri pada sekolah dasar swasta X
	Nama Peneliti	Ramadhani Siregar, listiani Nurul Huda, A Jabbar M Rambe
	Tahun penelitian	Jul-14
	Universitas	Universitas sumatra utara
3	Hasil	Hasil penelitian dari analisis diketahui bahwa lima bagian tubuh yang mengalami resiko <i>muskuloskeletal disorders</i> ter tinggi adalah leher bagian atas, bagian pergelangan tangan, bagian punggung, bagian tangan kanan dan keluhan kaki, level resiko berada pada kategori tinggi dan diperlukan tindakan sekarang juga.
	Nama penelitian	Evaluasi ergonomi menggunakan metode RULA untuk mengidentifikasi alat bantu pada mesin roasting kopi
	Nama Peneliti	Iqbal Muharram taofik, Yusuf Mauluddin
	Tahun penelitian	2015
	Universitas	Sekolah tinggi teknologi garut
4	Hasil	Dengan penambahan alat bantu berupa kursi dan meja ergonomis, maka terjadi perubahan postur kerja khususnya untuk postur kerja jongkaok dan bungkuk. Postur kerja usulan memiliki skor 3, yang berarti bahwa postur kerja usulan memiliki level resiko kecil dan tindakan perbaikan dapat dilakukan hanya jika diperlukan dan dalam jangka beberapa waktu kedepan.

2.3. Kerangka Berpikir

Dalam melakukan penelitian ini, sebagai kerangka berpikir penulis dapat digambarkan dibawah ini.



Gambar 2.14. Kerangka berpikir