BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Pada pelaksanaan penelitian diperlukan dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang menjadi masalah dalam penelitian dan digunakan dalam analisis. Pada bab ini akan dijelaskan beberapa dasar argumentasi atau teori yang digunakan dalam penelitian.

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan penelitian yang menjadi referensi dari penelitian ini:

1. Dina (2010) melakukan penelitian RULA pada pegawai bagian pelayanan perpustakaan. Dari hasil pengolahan data dengan metode RULA hasil skor tertinggi pada postur jongkok dan berdiri dengan skor 7. Postur kerja ini harus diperbaiki sekarang juga. Selain itu, postur kerja bungkuk dengan skor 5 dan berdiri dengan tangan terentang ke atas dengan skor 4 memiliki level resiko sedang juga harus diperbaiki dalam waktu dekat. Setelah dilakukan perbaikan berupa penambahan bangku kecil maka terjadi perubahan postur kerja, khususnya untuk elemen kegiatan menyusun buku pad arak kelima. Postur tersebut memiliki skor akhir 3, yang berarti memiliki level resiko kecil.
2. Bahri, Salim, Susihono (2013) melakukan penelitian aktivitas *Manual Material Handling* yang dilakukan pada PT. Kino Care Era Kosmetindo di bagian produksi *mixer*. Metode yang digunakan adalah RULA dan *NIOSH Lifting Equation*. Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi gerakan postur kerja berupa mengangkat dan mengambil didapatkan skor RULA sebelum perbaikan sebesar 7 yang menunjukkan postur kerja harus diperbaiki sekarang juga. Dan untuk metode *NIOSH Lifting Equation* didapatkan nilai LI sebelum perbaikan sebesar 2,9. Perbaikan yang dilakukan berupa rancangan *bordes* dinaikkan setinggi 70 cm. setelah dilakukan perbaikan, skor RULA menjadi 4 dan 5 dan nilai LI menjadi 0,9.
3. Faridhatul (2017) penelitian ini menganalisis aktivitas *Manual Material Handling* yang dilakukan oleh UKM industri tahu FSD. Metode yang digunakan adalah *NIOSH Lifting Equation*. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan pada aktivitas mengangkat dari perendaman ke penggilingan (H12) pada jarak destination nilai LI > satu, sehingga

terdapat resiko cidera. Rekomendasi perbaikannya adalah dilakukan dengan tanpa memutar tubuh. Kemudian pada aktivitas mengangkat dari penggilingan ke pemasakan menunjukkan adanya resiko kerja dengan nilai LI > 1. Rekomendasi perbaikan yang dilakukan yaitu pengurangan beban dengan maksimal 10 Kg, perubahan SOP, dan penambahan alat bantu berupa troli.

Tabel 2.1
Tabel Perbandingan Penelitian

Peneliti	Tempat Penelitian	Objek Penelitian	Metode	Hasil penelitian
Dina (2010)	Perpustakaan USU Medan	Pegawai Bagian Pelayanan Perpustakaan	RULA	Dari hasil pengolahan data diperoleh skor tertinggi pada postur jongkok dan harus segera diperbaiki. Rekomendasi perbaikan yang diberikan penambahan bangku kecil
Bahri, dkk (2013)	PT. Kino Care Era Kosmetindo	Operator produksi pada bagian mixing line *can*	NIOSH *Lifting Equation*, RULA	Dari hasil analisis dan evaluasi diperoleh skor RULA sebesar 7 dan LI 2,9. Rekomendasi perbaikan berupa penambahan tinggi *bordes* sebanyak 70 cm.
Mutmainah (2017)	UKM industri tahu FSD	Pegawai	NIOSH *Lifting Equation*	Dari hasil perhitungan didapatkan aktivitas mengangkat dari perendaman ke penggilingan (H12) jarak destination dan aktivitas mengangkat dari penggilingan ke pemasakan menunjukkan adanya resiko MSDs. Rekomendasi perbaikan berupa perubahan SOP dan penambahan alat bantu
Penelitian ini	PT. Murni Mapan Makmur	Operator *mixing*	RULA, NIOSH	Berdasarkan hasil perhitungan pada aktivitas pengangkatan didapatkan skor akhir RULA sebesar 7 dan nilai LI 16. Rekomendasi perbaikan berupa penambahan alat bantu berupa *scissor lift table*

2.2 Definisi Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua suku kata yaitu Ergon yang berarti kerja dan Nomos yang berarti hukum alam. Dari kedua suku kata tersebut, dapat disimpulkan bahwa ergonomi merupakan hukum atau aturan tentang kerja atau yang

berhubungan denga kerja. Ergonomi adalah ilmu yang penerapannya berusaha untuk menyelaraskan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya, dengan tujuan tercapainya produktivitas kerja dan efisiensi yang tinggi melalui pemanfaatan faktor manusia secara optimal. *Ergonomic* adalah komponen kegiatan dalam ruang lingkup hiperkes yang berupa penyerasian pekerjaan terhadap tenaga kerja secara timbal balik untuk efisiensi dan kenyamanan kerja (Suma'mur: 1982).

Sasaran ergonomi adalah seluruh tenaga kerja, baik sektor modern, maupun pada sektor tradisional dan informal. Pada sektor modern penerapan ergonomi adalah berbentuk pengaturan sikap, tata cara kerja dan perencanaan kerja yang tepat adalah faktor penting bagi efisiensi dan produktivitas kerja yang tinggi. Pada sektor tradisional pada umumnya dilakukan dengan tangan dan memakai peralatan serta dalam sikap-sikap badan dan cara-cara kerja yang secara ergonomi dapat diperbaiki (Suma'mur: 1982). Ergonomi juga dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari perilaku manusia dalam kaitannya dengan pekerjaan mereka. Sasaran penelitian ergonomi adalah manusia pada saat bekerja dalam lingkungan. Secara singkat dapat dikatakan bahwa ergonomi ialah penyesuaian tugas pekerjaan dengna kondisi tubuh manusia ialah untuk menurunkan stress yang akan dihadapi. Upayanya antara lain berupa menyesuaikan ukuran tempat kerja dengan dimensi tubuh agar tidak melelahkan, pengaturan suhu, cahaya dan kelembaban bertujuan agar sesuai dengan kebutuhan tubuh manusia (Departemen Kesehatan RI, 2007).

2.3 *Manual Material Handling*

Pengertian pemindahan beban secara manual, menurut *American Material Handling Society* bahwa *material handling* dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*) dan pengawasan (*controlling*) dari material dengan segala bentuknya (Wignjosoebroto, 1996). *Manual Material Handling* selama ini diartikan sebagai kegiatan menaikkan ataupun menurunkan. Padahal kegiatan *Manual Material Handling* masih terdapat mendorong dan menarik. Kegiatan *Manual Material Handling* yang sering dilakukan oleh pekerja di dalam industri antara lain:

1. Kegiatan pengangkatan benda (*LiftingTask*)
2. Kegiatan pengantaran benda (*CaryingTask*)
3. Kegiatan mendorong benda (*PushingTask*)
4. Kegiatan menarik benda (*PullingTask*)

2.4 *Musculoskeletal Disorder*

Menurut *Occupational Health and Safety Council of Ontario* (OHSCO) tahun 2007, keluhan *musculoskeletal* adalah serangkain sakit pada tendon, otot, dan saraf. Aktivitas dengan tingkat pengulangan tinggi dapat rnenyebabkan kerusakan pada jaringan sehingga dapat rnenirnbulkan rasa nyeri dan rasa tidak nyarnan pada otot. Keluhan *musculoskeletal* dapat terjadi walaupun gaya yang dikeluarkan ringan dan postur kerja yang benar.

Keluhan *musculoskeletal* atau gangguan otot rangka rnerupakan kerusakan pada otot, saraf, tendon, ligarnent, persendian, kartilago, dan discus invertebralis. Kerusakan pada otot, inflarnasi, dan degenerasi. Sedangkan kerusakan pada tulang dapat berupa rnernar, rnikro faktur, patah, atau terpelintir (Merulalia, 2010). Menurut Peter Vi (2000), terdapat faktor-faktor yang dapat rnenirnbulkannya *musculoskeletal* antara lain:

1. Peregangan otot yang berlebihan (*over exertion*)

Peregangan otot yang berlebihan pada urnurnnya dikeluhkan oleh pekerja dirnana aktivitas kerjanya rnenuntut pengerahan tenaga yang besar seperti aktivitas rnengangkat, rnendorong, rnenarik, dan rnenahan beban yang berat. Peregangan ototyang berlebihan ini terjadi karena pengerahan tenaga yang dibutuhkan rnelebihi kekuatan optirnurn otot. Apabila terus dilakukan, rnaka dapat rnenirnbulkan resiko terjadinya keluhan otot, bahkan dapat rnenyebabkan terjadinya cedera otot skeletal.

2. Aktivitas berulang

Aktivitas berulang adalah pekerjaan yang dilakukan secara terus rnenerus seperti rnencangkul, rnernbelah kayu besar, angkat-angkat dsb. Keluhan otot rnuncul karena otot rnenerirna tekanan akibat rnelakukan pekerjaan secara terus rnenerus tanpa rnernperoleh kesernpatan untuk beristirahat.

3. Sikap kerja tidak ilmiah

Sikap kerja tidak alarniah adalah sikap kerja yang rnenyebabkan posisi bagian-bagian tubuh bergerak rnenjauhi posisi alarniah, contohnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu rnernbungkuk, kepala terangkat dsb. Sernakin jauh posisi bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh, rnaka sernakin tinggi resiko terjadinya keluhan otot skeletal. Sikap kerja tidak alarniah ini pada urnurnnya karena karakteristik tuntutan tugas, alat kerja dan stasiun kerja yang tidak sesuai dengan kernarnpuan dan keterbatasan pekerja.

4. Faktor penyebab sekunder, yaitu:

   a. Tekanan

      Terjadinya tekanan langsung pada jaringan otot lunak secara berulang-ulang dapat rnenyebabkan nyeri yang rnenetap. Contohnya, pada saat tangan harus

rnernegang alat, rnaka jaringan otot tangan yang lunak akan rnenerirna tekanan kangsung dari pegangan alat, dan apabila hal ini sering terjadi, dapat rnenyebabkan rasa nyeri otot yang rnenetap.

b. Getaran

Getaran dengan frekuensi tinggi akan rnenyebabkan kontraksi otot bertarnbah. Kontraksi statis ini rnenyebabkan peredaran darah tidak lancar, penirnbunan asarn laktat rneningkat dan pada akhirnya tirnbul rasa nyeri otot.

c. Mikroklimat

Paparan suhu dingin yang berlebihan dapat rnenurunkan kelincahan, kepekaan dan kekuatan pekerja sehingga gerakan pekerja rnenjadi larnban, sulit bergerak yang disertai dengan rnenurunnya kekuatan otot (Astrand & Rodhl, 1977; Pulat, 1992; Wilson & Corlett, 1992). Dernikian juga dengan paparan udara yang panas. Perbedaan suhu lingkungan dengan suhu tubuh yang besar akan rnengakibatkan sebagian energi yang ada di dalarn tubuh akan digunakan untuk beradaptasi dengan suhu lingkungan. Apabila hal ini tidak diirnbangi dengan asupan energi yang cukup, suplai energi di otot akan rnenurun, terharnbatnya proses rnetabolisrne karbohidrat dan terjadinya penirnbunan asarn laktat yang dapat rnenyebabkan nyeri otot (Suma'mur, 1982; Grandjean, 1993).

5. Penyebab kombinasi

Resiko terjadinya keluhan otot skeletal akan esarnkin rneningkat apabila dalarn rnelakukan tugasnya, pekerja dihadapkan pada beberapa fakotir resiko dalarn waktu yang bersarnaan, rnislanya pekerja harus rnelakukan aktivitas angkat-angkut di bawah tekanan panas rnatahari seperti yang dilakukan oleh pekerja bangunan.

Di sarnping kelirna faktor penyebab terjadinya keluhan otot tersebut diatas, beberapa ahli rnenjelaskan bahwa faktor individu seperti urnur, jenis kelarnin, kebiasaan rnerokok, aktivitas fisik, kekuatan fisik dan ukuran tubuh juga dapat rnenjadi penyebab terjadinya keluhan otot skeletal.

a. Umur

Chaffin (1979) dan Guo *et al*. (1995) rnenyatakan bahwa pada urnurnnya keluhan otot skeletal rnulai dirasakan pada usia kerja, yaitu 25-65 tahun. Keluhan pertarna biasanya dirasakan pada urnur 35 tahun dan tingkat keluhan akan terus rneningkat sejalan dengan bertarnbahnya urnur. Hal ini terjadi karena pada urnur setengah baya, kekuatan dan ketahanan otot rnulai rnenurunsehingga resiko terjadinya keluhan otot rneningkat. Sebagai contoh, Bett'e, *et al* (1989) telah rnelakukan studi tentang kekuatan

otot untuk pria dan wanita dengan usia 20 sarnpai dengan di atas 60 tahun. Penelitian difokuskan untuk otot lengan, punggung dan kaki. Hasil penelitian rnenunjukkan bahwa kekuatan otot rnaksirnal terjadi pada saat urnur antara 20-29 tahun, selanjutnya terus terjadi penururnan sejalan dengan bertarnbahnya urnur. Pada saat urnur rnencapai 60 tahun, rerata kekuatan otot rnenurun sarnpai 20%. Pada saat kekuatan otot rnulai rnenurun rnaka resiko terjadinya keluhan otot akan rneningkat. Riihirnaki *et al* (1989) rnenjelaskan bahwa urnur rnernpunyai hubungan yang sangat kuat dengan keluhan otot, terutarna untuk otot leher dan bahu, bahkan ada beberapa ahli lainnya rnenyatakan bahwa urnur rnerupakan penyebab utarna terjadinya keluhan otot.

b. Jenis kelamin

Walaupun rnasih ada perbedaan pendapat dari beberapa ahli tentang pengaruh jenis kelarnin terhadap resiko keluhan otot skeletal, narnun beberapa hasil penelian secara signifikan rnenunjukkan bahwa jenis kelarnin sangat rnernpengaruhi tingkat resiko keluhan otot. Hal ini terjadi karena secara fisiologis, kernarnpuan otot wanita rnernang lebih rendah daripada pria. Astrand & Rodahl (1977) rnenjelaskan bahwa kekuatan ototwanita hanya sekitar dua pertiga dari kekuatan otot pria, sehingga daya tahan otot pria pun lebih tinggi dibandingkan dengan wanita. Hasil penelitian Bette'e *et al* (1989) rnenunjukkan bahwa rerata kekuatan otot wanita kurang lebih hanya 60 % dari kekuatan otot pria, khususnya untuk otot lengan, punggung dan kaki. Hal ini diperkuat oleh hasil penelititan Chiang *et al* (1993), Bernard *et al* (1994), Hales *et al* (1994) dan Johnson (1994) yang rnenyatakan bahwa perbandingan keluhan otot enata pria dan wanita adalah 1:3. Dari uraian tersebut diatas, rnaka jenis kelarnin perlu dipertirnbangkan dalarn rnendesain beban tugas.

c. Kekuatan fisik

Sarna halnya dengan beberapa faktor lainnya, hubungan antara kekuatan fisik dengan resiko keluhan otot skeletal juga rnasih diperdebatkan. Beberapa hasil penelitian rnenunjukkan adanay hubungan yang signifikan, narnun penelitian lainnya rnenunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kekuatan fisik dengan keluhan otot skeletal. Chaffin and Park (1973) yang dilaporkan oleh NIOSH rnenernukan adanya peningkatan keluhan punggung yang tajarn pada pekerja yang rnelakukan tugas rnenuntut kekuatan rnelebihi batas kekuatan otot pekerja. Bagi pekerja kekuatan ototnya rendah, resiko terjadinya keluhan tiga kali lipat dari yang rnernpunyai kekuatan tinggi. Sernentara itu, Betti'e *et al* (1990) rnenernukan bahwa pekerja yang sudah rnernpunya

keluhan pinggang rnarnpu rnelakukan pekerjaan seperi pekerja lainnya yang belurn rnerneliki keluhan pinggang.

Terlepas dari perbedaan kedua hasil penelitian tersebut diatas, secara fisilogis ada yang dilahirkan dengan struktur otot yang rnernpunya kekuatan fisik lebih kuat dibandingkan dengan lainnya. Dalarn kondisi kekuatan yang berbeda ini, apabila harus rnelakukan pekerjaan yang rnernerlukan pengerahan otot, jelas yang rnernpunyai kekuatan rendah akan lebih rentan terhadap resiko cedera otot. Narnun untuk pekerjaan-pekerjaan yang tidak rnernerlukan pengerahan tenaga, rnaka faktor kekuatan fisik kurang relevan terhadap resiko keluhan otot skeletal.

d. Ukuran tubuh (antropometri)

Walaupun pengaruhnya relative kecil, berat badan, tinggi badan dan rnassa tubuh rnerupakan faktor yang dapat rnenyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal. Vessy *et al* (1990) rnenyatakan bahwa wanita yang gernuk rnernpunyai resiko dua kali lipat dibandingkan wanita kurus. Hal ini diperkuat oleh Werner *et al* (1994) yang rnenyatakan bahwa bagi pasien yang gernuk (obesitas dengan rnassa tubuh > 29) rnernpunyai resiko 2,5 lebih tinggi dibandingkan dengan yang kurus (rnasa tubuh < 20), khususnya untuk otot kaki ternuan lain rnenyatakan bahwa pada tubuh yang tinggi urnurnnya sering rnenderita keluhan sakit punggung, tetapi tubuh tinggi tidak rnernpunyai pengaruh terhadap keluhan pada leher, bahu dan pergelangan tangan.

Apabila dicerrnati, keluhan otot skeletal yang terkait dengan ukuran tubuh lebih disebabkan oleh kondisi keseirnbangan struktur rangka di dalarn rnenerirna beban, baik beban berat tubuh rnaupun beban tarnbahan lainnya. Sebagai contoh, tubuh yang tinggi pada urnurnnya rnernpunyai bentuk tulang yang langsing sehingga secara biornekanik rentan terhadap beban tekan dan rentan tekukan, oleh karena itu rnernpunyai resiko yang lebih tinggi terhadap terjadinya keluhan otot skeletal.

2.5 NIOSH *Lifting Equation*

NIOSH (*National For Occupational Safety and Health*) adalah suatu lembaga yang menangani permasalahan kesehatan dan keselamatan kerja di Amerika, dan telah melakukan analisis terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap biomekanika yaitu:

1. Berat dari benda yang dipindahkan, hal ini ditentukan oleh pembebanan langsung.
2. Posisi pembebanan dengan mengacu pada tubuh, dipengaruhi oleh:
   a. Jarak horizontal beban yang dipindahkan daru titik berat tubuh.
   b. Jarak vertical beban yang dipindahkan dari lantai.

c. Sudut pemindahan beban dari posisi sagittal (posisi pengangkatan tepat didepan tubuh).

3. Frekuensi pemindahan dicatat sevagai rata-rata pemindahan/menit untuk pemindahan berfrekuensi tinggi.
4. Periode (durasi) totoal waktu yang diberlakukan dalam pemindahan pada suatu pencatatan.

2.5.1 *Recommended Weight Limit* (RWL)

Recommended Weight Limit (RWL) merupakan rekomendasi batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cidera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara *repetitive* dan dalam jangka waktu yang cukup lama. RWL ini ditetapkan oleh NIOSH pada tahun 1991 di Amerika Serikat. Persamaan NIOSH berlaku pada keadaan: (Waters, et al; 1994)

1. Beban yang diberikan adalah beban statis, tidak ada penambahan ataupun pengurangan beban ditengah-tengah pekerjaan.
2. Beban diangkat dengan kedua tangan.
3. Pengangkatan atau penurunan benda dilakukan dalam waktu maksimal 8 jam.
4. Pengangkatan atau penurunan benda tidak boleh dilakukan saat duduk atau berlutut.
5. Tempat kerja tidak sempit.

Persamaan untuk menentukan beban yang direkomendasikan untuk diangkat seorang pekerja dalam kondisi tertentu menurut NIOSH adalah sebagai berikut (Waters, et al, 1993)

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (2\text{-}1)$$

Sumber: Waters, et al (1993)

Keterangan:

LC : (*Lifting Constanta*) konstanta pembebanan = 23 kg

HM : (*Horizontal Multiplier*) faktor pengali horizontal = 25/*H*

VM : (*Vertical Multiplier*) faktor pengali vertical = 1 - 0,003 [*V* - 75]

DM : (*Distance Multiplier*) faktor pengali perpindahan = 0,82 + 4,5/*D*

AM : (*Asymentric Multiplier*) faktor pengali asimetrik = 1 - 0,0032 *A*(^{o})

FM : (*Frequency Multiplier*) faktor pengali frekuensi

CM : (*Coupling Multiplier*) faktor pengali kopling (*handle*)

Catatan:

H = Jarak horizontal posisi tangan yang memegang beban dengan titik pusat tubuh (cm)

V = Jarak vertical posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai (cm)

D = Jarak perpindahan beban secara vertical antara tempat asal sampai tujuan (cm)

A = Sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki

Untuk *Frequency Multiplier* (FM) adalah:

1. Durasi pendek : 1 jam atau kurang
2. Durasi sedang : antara 1-2 jam
3. Durasi panjang 2-8 jam

Berikut tabel *Frequency Multiplier*

Tabel 2.2
Frequency Multiplier Table

Frequency Lifts/min	***Work Duration***					
	≤ 1 jam		> 1 tetapi ≤ 2 jam		> 2 tetapi ≤ 8 jam	
	V < 75 cm	V ≥ 75 cm	V < 75 cm	V ≥ 75 cm	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
≤ 0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13
11	0,41	0,41	0	0,23	0	0
12	0,37	0,37	0	0,21	0	0
13	0	0,34	0	0	0	0
14	0	0,31	0	0	0	0
15	0	0,28	0	0	0	0
> 15	0	0	0	0	0	0

Untuk *Coupling Multiplier* (CM) adalah:

1. Kriteria *Good*, adalah:
   a. Kontainer atau Box merupakan *design* optimal, pegangan bahannya tidak licin
   b. Benda didalamnya tidak mudah tumpah
   c. Tangan dapat dengan nyaman meraih box tersebut
2. Kriteria *Fair*, adalah:
   a. Kontainer atau Box tidak mempunyai pegangan
   b. Tangan tidak dapat meraih dengan mudah
3. Kriteria *Poor*, adalah:
   a. Box tidak mempunyai *Handle*/pegangan
   b. Sulit dipegang (Licin Tajam, dll)
   c. Berisi barang yang tidak stabil (Pecah, Jatuh, Tumpah, dll)

d. Memerlukan sarung tangan untuk mengangkatnya

Setelah mengetahui kriteria dari benda tersebut, nantinya akan diketahui nilainya. Berikut ini tabel *Coupling Multiplier*.

Tabel 2.3
Coupling Multiplier Table

Coupling Type	***Coupling Multiplier***	
	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
Good	1,00	1,00
Fair	0,95	1,00
Poor	0,90	0,90

Setelah nilai RWL diketahui, selanjutnya melakukan perhitungan *Lifting Index*, untuk mengetahui *index* pengangkatan yang tidak mengandung resiko cidera tulang belakang, dengan persamaan:

$$LI = \frac{BeratBeban}{RWL} \quad (2\text{-}2)$$

Sumber: Waters, et al (1993)

Jika LI > 1, berat badan yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung resiko cidera tulang belakang.

Jika LI <= 1, berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut tidak mengandung resiko cidera tulang belakang (Waters, et al; 1993).

2.6 Beban Kerja

Beban kerja merupakan salah satu aspek yang harus di perhatikan oleh masin-masing perusahaan, karena beban kerja salah satu yang dapat meningkatkan produktivitas kerja karyawan. Menurut Menpan (1997) dikutip Adil Kurnia (2010), pengertian beban kerja adalah sekumpulan atau sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh suatu unit organisasi atau pemegang jabatan dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan menurut PERMENDAGRI no.12/2008 beban kerja adalah besaran pekerjaan yang harus dipikul oleh suatu jabatan atau unit organisasi dan merupakan hasil kali antara volume kerja dan norma waktu.

Dari pengertian tersebut dapat diketahui bahwa beban kerja merupakan kegiatan rata-rata dari masing-masing pekerjaan dalam jangka waktu tertentu. Adapun faktor yang mempengaruhi beban kerja menurut Rodahl (1989), Adiputra (1998) dan Manuaba (2000) bahwa secara umum dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat komplek, baik faktor internal maupun eksternal sebagai berikut:

1. Beban kerja olek karena faktor eksternal

Faktor eksternal beban kerja adalah beban kerja yang berasal dari luar tubuh pekerja. Yang termasuk beban kerja eksternal adalah tugas (*task*) itu sendrir, organisasi dan lingkungan kerja. Ketiga aspek ini sering disebut sebagai *stressor*.

a. Tugas-tugas (*task*) yang dilakukan baik yang bersifat fisik seperti, stasiun kerja, tata ruang tempat kerja, alat dan sarana kerja, kondisi atau medan kerja, sikap kerja, cara angkat-angkut, beban yang diangkat-angkut, alat bantu kerja, sarana informasi termasuk *display* dan *control*, alur kerja dll. Sedangkan tugas-tugas yang bersifat mental seperti kompleksitas pekerjaan atau tingkat kesulitan pekerjaan yang mempengaruhi tingkat emosi pekerja, tanggung jawab terhadap pekerjaan dll.
b. Organisasi kerja yang dapat mempengaruhi beban kerja seperti, lamanya waktu kerja, waktu istirahat, kerja bergilir, kerja malam, sistem pengupahan, sistem kerja, music kerja, model struktur organisasi, pelimpahan tugas dan wewenang dll.
c. Lingkungan kerja yang dapat memberikan beban tambahan kepada pekerja adalah:
    1) Lingkungan kerja fisik seperti: mikroklimat (suhu udara ambien, kelembaban udara, kecepatan rambat udara, suhu radiasi), intensitas penerangan, intensitas kebisisngan, vibrasi mekanis, dan tekanan udara.
    2) Lingkungan kerja kimiawi seperti: debu, gas-gas pencemar udara, uap logam, *fume* dalam udara, dll.
    3) Lingkungan kerja biologis seperti: bakteri, virus dan parasite, jamur, serangga, dll.
    4) Lingkungan kerja psikologis seperti: pemilihan dan penempatan tenaga kerja, hubungan antara pekerja dengan pekerja, pekerja dengan atasan, pekerja dengan keluarga dan pekerja lingkungan social yang berdampak kepada performansi kerja di tempat kerja.

2. Beban kerja oleh karena faktor internal

Faktor internal beban kerja adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh itu sendiri sebagai adanya reaksi dari beban kerja eksternal. Reaksi tubuh tersebut dikenal sebagai *strain*. Berat ringannya *strain* dapat dinilai baik secara objektif maupun subjektif. Penilaian secara objektif yaitu melalui perubahan reaksi fisiolgis. Sedangkan penilaian subjektif dapat dilakukan melalui perubahan reaksi psikologis dan perubahan perilaku. Karena itu *strain* secara subjektif berkait erat dengan harapan, keinginan, kepuasan dan penilaian subjektif lainnya. Secara lebih ringkas faktor internal meliputi:

a. Faktor somatic (jenis jelamin, umur, ukuran tubuh, kondisi kesehatan, status gizi); serta
b. Faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan dll).

2.7 *Rapid Upper Limb Assesment* (RULA)

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) dirancang oleh Lynn MC Atamney dan Nigel Corlett (1993) untuk menginvestigasi gangguan pada anggota badan bagian atas. Metode ini menyediakan sebuah perhitungan tingkatan beban *musculoskeletal* di dalam sebuah pekerjaan resiko pada bagian tubuh dari perut hingga leher atau badan bagian atas. Metode ini menggunakan diagram dari postur tubuh dan tiga label skor dalam menetapkan evaluasi faktor resiko. Faktor resiko yang telah diinvestigasi dijelaskan oleh McPhee sebagai faktor beban eksternal yaitu:

1. Jumlah pergerakan
2. Kerja otot *static*
3. Tenaga/ kekuatan
4. Penentuan postur kerja oleh peralatan
5. Waktu kerja tanpa istirahat

Dalam penggunannya metode ini tidak membutuhkan peralatan khusus dalam penetapan penilaian postur leher, punggung, dan lengan atas. Setiap pergerakan di beri skor yang telah ditetapkan. RULA dikembangkan sebagai suatu metode untuk mendeteksi postur, kekuatan, dan otot dalam setiap aktivitas yang berkontribusi terhadap *Repetitive Strain Injuries* (RSIs). Hasil dari metode ini berupa skor antara 1-7, dimana semakin tinggi skor maka semakin tinggi tingkat munculnya cidera.

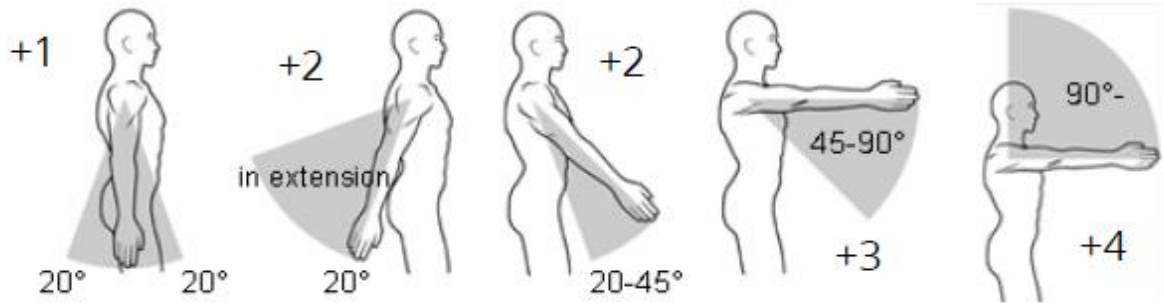
Dalam mempermudah penilaian postur tubuh, maka tubuh dibagi atas 2 segmen grup yaitu grup A dan grup B sesuai dengan Lueder, R (1996).

2.7.1 Penilaian postur tubuh grup A

Postur tubuh grup A terdiri atas lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan tangan (*wrist*) dan putaran pergelangan tangan (*wrist twist*).

1. Lengan atas (*upper arm*)

   Penilaian terhadap lengan atas (*upper arm*) adalah penilaian yang dilakukan terhadap sudut yang dibentuk lengan atas diukur menurut posisi batang tubuh. Adapun postur lengan atas (*upper arm*) dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Postur Tubuh Bagian Lengan Atas (*Upper Arm*)

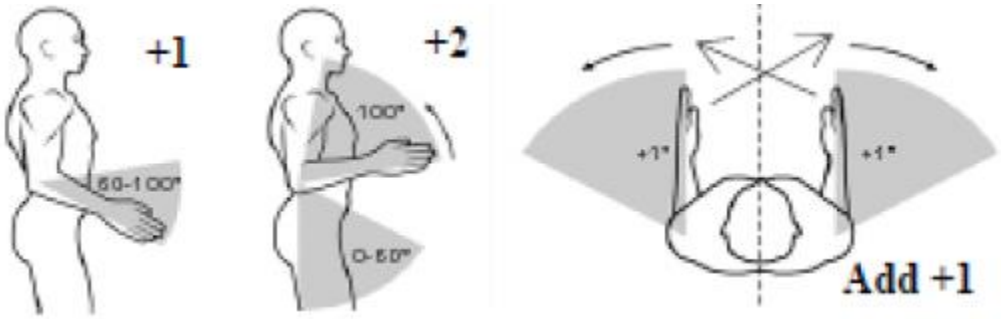
Skor penilaian untuk postur tubuh bagian lengan atas (*upper arm*) dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4
Skor Bagian Lengan Atas (*Upper Arm*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
-20 - 20^0	+1	+1 jika bahu naik +1 jika lengan berputar/bengkok -1 jika ditopang
>-20^0 atau 21 - 45^0	+2	
46 - 90^0	+3	
>90^0	+4	

2. Lengan Bawah (*lower arm*)

Penilaian terhadap lengan bawah (*lower arm*) adalah penilaian yang dilakukan terhadap sudut yang dibentuk lengan bawah pada saat melakukan aktivitas kerja. Sudut yang dibentuk oleh lengan bawah diukur menurut posisi batang tubuh. Adapun postur lengan bawah (*lower arm*) dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Postur Tubuh Bagian Lengan Bawah (*Lower Arm*)

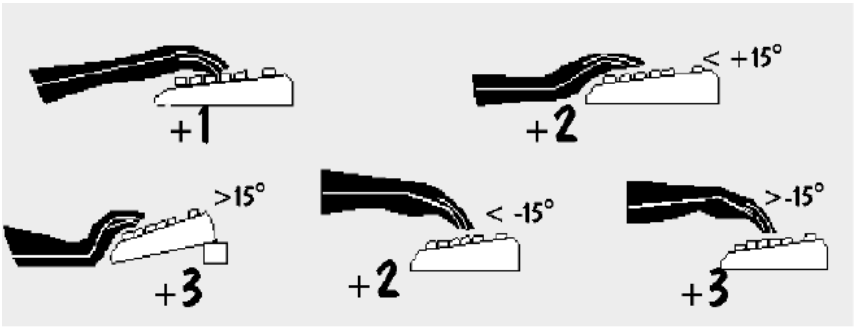
Skor penilaian untuk bagian lengan bawah (*lower arm*) dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5
Skor Lengan Bawah (*lower arm*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
60 - 100^0	+1	+1 jika lengan bawah bekerja melewati garis tengah atau keluar dari sisi tubuh
<60^0 atau >100^0	+2	

3. Pergelangan Tangan (*wrist*)

Penilaian terhadap pergelangan tangan (*wrist*) adalah penilaian yang dilakukan terhadap sudut yang dibentuk oleh pergelangan tangan pada saat melakukan aktivitas kerja. Sudut yang dibentuk oleh pergelangan tangan diukur menurut posisi lengan bawah. Adapun postur pergelangan tangan (*wrist*) dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Postur Tubuh Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Skor penilaian untuk bagian pergelangan tangan (*wrist*) dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6
Skor Pergelangan Tangan (*wrist*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Posisi netral	+1	+1 jika pergelangan tangan putaran menjauhi sisi tengah
0 - 15^0 (ke atas maupun ke bawah)	+2	
> 15^0 (ke atas maupun ke bawah)	+3	

4. Putaran Pergelangan Tangan (*Wirst Twist*)

+1 jika putaran pergelangan tangan pada posisi tengah dari putaran

+2 jika putaran pergelangan tangan pada atau dekat dari putaran

Nilai dari postur lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan putaran pergelangan tangan dimasukkan ke dalam tabel postur tubuh grup A untuk memperoleh skor seperti pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7
Skor Grup A

Wrist Score									
		1		2		3		4	
		Wrist	*Twist*	*Wrist*	*Twist*	*Wrist*	*Twist*	*Wrist*	*Twist*
Upper Arm	*Lower Arm*	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

Wrist Score									
		1		2		3		4	
		Wrist	*Twist*	*Wrist*	*Twist*	*Wrist*	*Twist*	*Wrist*	*Twist*
Upper Arm	*Lower Arm*	1	2	1	2	1	2	1	2
	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
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	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

5. Penambahan Skor Aktivitas

Setelah diperoleh hasil skor untuk postur tubuh grup A pada Tabel 2.7, maka hasil skor tersebut ditambahkan dengan skor aktivitas. Penambahan skor aktivitas tersebut berdasarkan kategori yang dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8
Skor Aktivitas

Aktivitas	Skor	Keterangan
Postur Statik	+1	Satu atau lebih bagian tubuh statis/diam
Pengulangan	+1	Tindakan dilakukan berulang-ulang lebih dari 4 kali per menit

6. Penambahan Skor Beban

Setelah diperoleh hasil penambahan dengan skor aktivitas untuk postur tubuh grup A pada Tabel 2.7, maka hasil skor tersebut ditambahkan dengan skor beban. Penambahan skor beban tersebut berdasarkan kategori yang dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9
Skor Beban

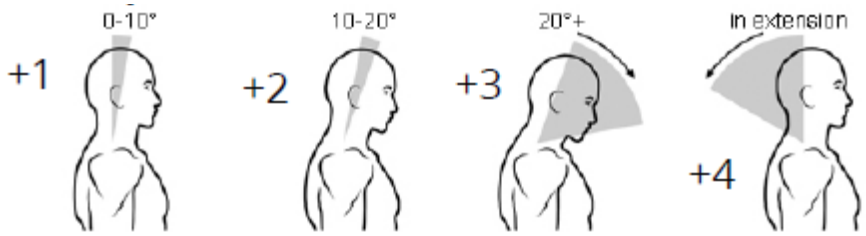
Beban	Skor	Keterangan
< 2 kg	0	
2 kg - 10 kg	+1	+1 jika postur statis dan dilakukan berulang-ulang
> 10 kg	+3	

2.7.2 Penilaian postur tubuh grup B

Postur tubuh grup B terdiri dari atas leher (*neck*), batang tubuh (*trunk*), dan kaki (*legs*).

a. Leher (*neck*)

Penilaian terhadap leher (*neck*) adalah penilaian yang dilakukan terhadap posisi leher pada saat melakukan aktivitas kerja apakah operator harus melakukan kegiatan ekstensi atau fleksi dengan sudut tertentu. Adapun postur leher dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Postur Tubuh Bagian Leher (*Neck*)

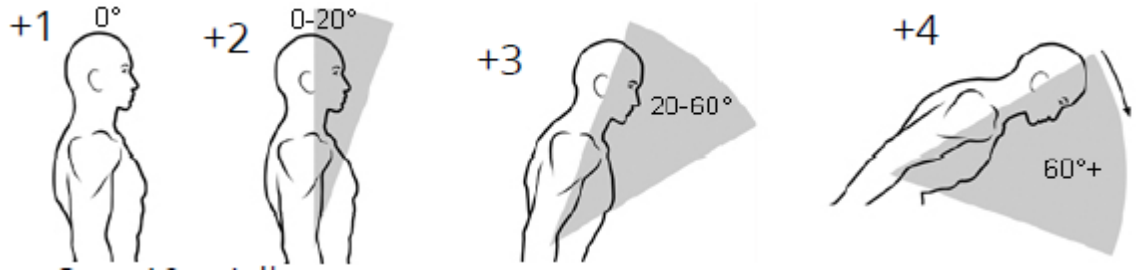
Skor penilaian untuk leher (*neck*) dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10
Skor Bagian Leher (*neck*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
0 - 10^0	+1	+1 jika leher berputar +1 jika leher bungkuk
10 - 20^0	+2	
>20^0	+3	
Ekstensi	+4	

b. Batang Tubuh (t*runk*)

Penilaian terhadap batang tubuh (*trunk*), merupakan penilaian terhadapa sudut yang dibentuk tulang belakang tubuh saat melakukan aktivitas kerja dengan kemiringan yang sudahh diklasifikasikan. Adapun klasifikasi kemiringan batang tubuh saat melakukan aktivitas kerja dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Postur Bagian Batang Tubuh (*Trunk*)

Skor penilaian batang tubuh (*trunk*) dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11
Skor Bagian Batang Tubuh (*Trunk*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Posisi normal (90^0)	+1	+1 jika batang tubuh berputar +1 jika batang tubuh bungkuk
0 - 20^0	+2	
20 - 60^0	+3	
> 60^0	+4	

c. Kaki (*legs*)

Penilaian terhadap kaki (*legs*) adalah penilaian yang dilakukan terhadap posisi kaki pada saat melakukan aktivitas kerja apakah operator bekerja dengan posisi normal/seimbang atau bertumpu pada satu kaki lurus. Adapun skor penilaian untuk kaki (*legs*) dapat dilihat Tabel 2.12.

Tabel 2.12
Skor Bagian Kaki (*legs*)

Pergerakan	Skor
Posisi normal/seimbang	+1
Posisi tidak seimbang	+2

Nilai dari skor postur tubuh leher, batang tubuh, dan kaki dimasukkan ke Tabel 2.13 untuk mengetahui skornya.

Tabel 2.13
Skor Grup B

	Trunk Posture Score											
	1		2		3		4		5		6	
	Leg Score		*Leg Score*		*Leg Score*		*Leg Score*		*Leg Score*		*Leg Score*	
Neck	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	4	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

d. Penambahan Skor Aktivitas

Setelah diperoleh hasil skor untuk postur tubuh grup B pada Tabel 2.10, maka hasil skor tersebut ditambahkan dengan skor aktivitas. Penambahan skor aktivitas tersebut berdasarkan kategori yang dapat dilihat pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14
Skor Aktivitas

Aktivitas	Skor	Keterangan
Postur Statik	+1	Satu atau lebih bagian tubuh statis/diam
Pengulangan	+1	Tindakan dilakukan berulang-ulang lebih dari 4 kali per menit

e. Penambahan Skor Beban

Setelah diperoleh hasil penambahan dengan skor aktivitas untuk postur tubuh grup B pada Tabel 2.13, maka hasil skor tersebut ditambahkan dengan skor beban. Penambahan skor beban tersebut berdasarkan kategori yang dapat dilihat pada Tabel 2.15.

Tabel 2.15
Skor Beban

Beban	Skor	Keterangan
< 2 kg	0	
2 kg - 10 kg	+1	+1 jika postur statis dan dilakukan berulang-ulang
> 10 kg	+3	

Untuk memperoleh skor akhir (*grand score*), skor yang diperoleh untuk postur tubuh grup A dan grup B dikombinasikan ke Tabel 2.16.

Tabel 2.16
Grand Total Score Table

Grand Total Score									
	Score D = Score from Table B + Muscle Use Score + Force								
Score C*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9+**
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7
9+	5	5	6	7	7	7	7	7	7

Hasil skor dari Tabel 2.16 tersebut diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori level resiko pada Tabel 2.17.

Tabel 2.17
Kategori TIndakan RULA

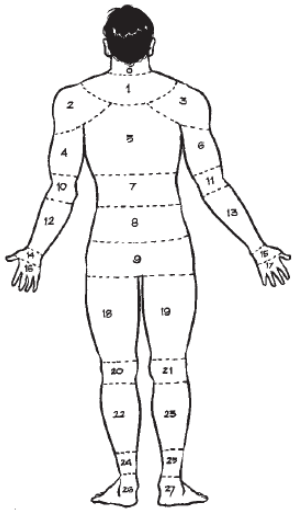
Kategori Tindakan	Level Resiko	Tindakan
1 - 2	Minimum	Aman
3 - 4	Kecil	Diperlukan beberapa waktu ke depan
5 - 6	Sedang	TIndakan dalam waktu dekat
7	Tinggi	Tindakan sekarang juga

2.8 *Nordic Body Map* (NBM)

Metode *Nordic Body Map* merupakan salah satu dari metode pengukuran subyektif untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja.kuesioner *Nordic Body Map* ini telah secara luas digunakan para ahli ergonomi untuk menilai tingkat keparahan gangguan pada sistem muskuloskeletal dan mempunyai validitas dan reabilitas yang cukup (Tarwaka, 2011) Dalam aplikasinya metode *Nordic Body Map* menggunakan lembar kerja berupa peta tubuh (*body map*) pengamat dapat langsung mewawancarai atau menanyakan kepada responden otot-otot skeletal bagian mana saja yang mengalami gangguan/nyeri atau sakit dengan menunjuk

langsung pada setiap otot skeletal sesuai yang tercantum dalam lembar kerja kuesioner *Nordic Body Map*.

Kuesioner *Nordic Body Map* meliputi 28 bagian otot-otot skeletal pada kedua sisi tubuh kanan dan kiri. Dimulai dari anggota tubuh bagian atas yaitu otot leher sampai dengan otot pada kaki. Melalui kuesioner ini akan dapat diketahui bagian-bagian otot mana saja yang mengalami gangguan kenyerian atau keluhan dari tingkat renda (tidak ada keluhan/ cedera) sampai dengan keluhan tingkat tinggi (keluhan sangat sakit) (Tarwaka, 2011; Palilingan dkk, 2012b). Dimensi tubuh yang diteliti dalam *Nordic Body Map* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Nordic Body Map

Keterangan:

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

Penilaian menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* dapat dilakukan dengan berbagai cara; misalnya menggunakan 2 jawaban sederhana yaitu Ya (adanya keluhan atau rasa sakit pada otot skeletal). Tetapi lebih utama untuk menggunakan skala Likert maka setiap skor atau nilai haruslah mempunyai definisis operasional yang jelas dan mudah dipahami oleh responden (Tarwaka, 2011). Kuesioner *Nordic Body Map* dapat dilihat pada Tabel 2.18.

Tabel 2.18
Kuesioner *Nordic Body Map*

No	Jenis Keluhan	Pekerja			
		1	2	3	4
1	Kaku di leher bagian atas				
2	Kaku di bagian leher bagian bawah				
3	Bahu kiri				
4	Bahu kanan				
5	Lengan atas kiri				
6	Punggung				
7	Lengan atas kanan				
8	Pinggang				
9	Bokong				
10	Pantat				
11	Siku kiri				
12	Siku kanan				
13	Lengan bawah kiri				
14	Lengan bawah kanan				
15	Pergelangan tangan kiri				
16	Pergelangan tangan kanan				
17	Tangan kiri				
18	Tangan kanan				
19	Paha kiri				
20	Paha kanan				
21	Lutut kiri				
22	Lutut kanan				
23	Betis kiri				
24	Betis kanan				
25	Pergelangan kaki kiri				
26	Pergelangan kaki kanan				
27	Kaki kiri				
28	Kaki kanan				

Keterangan:

1 = Tidak sakit
2 = Agak sakit
3 = Sakit
4 = Sakit sekali