

**FASILITAS KERJA BERDASARKAN ANALISA
POSTUR KERJA DENGAN METODE OWAS
PADA BAGIAN PALLET PRODUK 600 ML
DI PT. TIRTA SIBAYAKINDO**

SKRIPSI

OLEH:

**SONI ALWIRA BANGUN
07.815.0046**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2014**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/12/19

Access From (repository.uma.ac.id)

**FASILITAS KERJA BERDASARKAN ANALISA
POSTUR KERJA DENGAN METODE OWAS
PADA BAGIAN PALLET PRODUK 600 ML
DI PT. TIRTA SIBAYAKINDO**

SKRIPSI

OLEH:

**SONI ALWIRA BANGUN
07.815.0046**

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2014**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/12/19

Access From (repository.uma.ac.id)

FASILITAS KERJA BERDASARKAN ANALISA POSTUR KERJA
DENGAN METODE OWAS PADA BAGIAN PALLET
PRODUK 600 ML DI PT. TIRTA SIBAYAKINDO

TUGAS AKHIR

Oleh:

SONI ALWIRA BANGUN
NIM: 07.815.0046



ABSTRAK

PT. Tirta Sibyakindo adalah perusahaan yang berstatus swasta nasional yang memproduksi air minum dalam kemasan yang telah disterilisasi dan produk yang dihasilkan diberi merek AQUA dan VIT. Perusahaan ini merupakan pabrik kelima dari anak perusahaan Aqua Golden Mississippi Group yang merupakan perusahaan air minum dalam kemasan pertama di Indonesia.

Penelitian pada skripsi ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh postur kerja dan dampaknya terhadap pekerja, mendapatkan rancangan fasilitas kerja yang dapat memperbaiki postur kerja. Sasaran yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengidentifikasi tempat kerja yang menyebabkan timbulnya kelelahan akibat postur kerja. Metode yang digunakan adalah metode OWAS. Adapun data yang dikumpulkan untuk penelitian ini adalah urutan proses kerja dari tahap awal dan tahap akhir beserta postur kerjanya, kondisi tempat kerja yang ada serta data antropometri karyawan.

Dari pengolahan data dan worksheet OWAS diketahui bahwa postur kerja tahap awal dengan kegiatan mengambil box produk jadi dari conveyor roller, skor OWAS 3. (diperlukan beberapa waktu ke depan) dan tahap akhir, dengan kegiatan meletakkan sekaligus menyusun box produk jadi di atas kayu pallet, skor OWAS 5 (tindakan dalam waktu dekat). Untuk itu tempat kerja berdasarkan postur kerja saat ini harus diperbaiki untuk mendapatkan tempat kerja yang baik berdasarkan postur kerja yang ergonomis.

ABSTRACT

PT. Tirta Sibayakindo is a national private company status which produce bottled drinking water that has been in sterilization and the resulting products are branded AQUA and VIT. This plant is the fifth plant which is subsidiary Aqua Golden Mississippi Group as the first bottled drinking water in Indonesia.

Research in this paper intends to determine the effect of working posture and its impact on workers, getting the design of the facility that is capable of improving working posture work. Target to be achieved from this research is to identify workplaces that cause fatigue due to working postur. The method used is the OWAS method. The data collected for this study is the work order process from an early stage and final stage along with his posture, existing workplace conditions and employee anthropometric data.

From the data processing and OWAS worksheet known that the early stages of working posture with activities taking boxes of finished products from conveyor roller, score OWAS 3 (needed in the future). And the final stage, the activity is putting up and at the same time arrange the finished product on a wooden pallet, score OWAS 5 (action in the near future).

For the workplace based on the current work posture should be corrected to obtain a good working posture based on ergonomic work.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan serta rejeki kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul ***“Fasilitas Kerja Berdasarkan Analisa Postur Kerja Dengan Metode OWAS pada Bagian Pallet Produk 600 ml di PT. Tirta Sibyakindo”***.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat dalam menempuh ujian Sarjana pada Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Ir. Kamil Mustafa, MT dan Bapak Ir. M. Banjarnahor, MT selaku pembimbing serta Ibu Ir. Hj. Haniza, MT yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan juga penulis sampaikan kepada seluruh staf dan karyawan PT. Tirta Sibyakindo khususnya line 600 ml yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada istri dan anak-anak penulis serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Dalam penulisan Skripsi, Penulis telah berusaha untuk membuat yang terbaik, namun penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk lebih menyempurnakan Tugas Sarjana ini.

Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Penulis

Soni Alwira Bangun

DAFTAR ISI

BAB	HALAMAN
ABSTRAK	
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang Permasalahan	1
I.2. Rumusan Permasalahan	3
I.3. Tujuan dan Sasaran Penelitian	3
I.3.1 Tujuan Penelitian	3
I.3.2 Sasaran Penelitian	4
I.4. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Landasan Teori	5
II.1.1. Defenisi Ergonomi	5
II.1.2 Bidang Kajian Ergonomi	6
II.2. Postur Kerja	10
II.3. <i>Musculoskeletal</i>	11
II.4. Ovako Work postur Analysis System (OWAS)	12
II.5. Perbaikan Ergonomi	13
III. METODE PENELITIAN	
III.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	9
III.2. Pengumpulan dan Pengolahan Data	9
III.2.1. Posisi Komponen dan Peralatan Kerja	10

III.2.2. Postur Kerja	12
III.2.3. Pengukuran Anthropometri Karyawan pada Saat Berdiri ...	13
III.2.4. Analisis Postur Kerja Dengan Metode OWAS	14
III.2.4.1. Tahap Awal	14
III.2.4.2. Tahap Akhir	20
III.2.5. Perhitungan Rata-rata, Standard Deviasi, Nilai Maksimum dan Minimum	23
III.2.6. Uji Keseragaman Data	25
III.2.7. Uji Kecukupan Data	31
III.2.8. Uji Normal Dengan <i>Kolmogrov Smirnov Test</i>	33
III.2.9. Perhitungan Persentil	35
III.3. Rancangan Metodologi Penelitian	36
 IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN HASIL	
IV.1. Postur Kerja dan Fasilitas Kerja Saat Ini	40
IV.2. Postur Kerja dan Fasilitas Kerja Usulan	41
IV.3. Perbandingan Fasilitas Kerja lama dan Fasilitas Kerja Baru	42
 V. KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1. Kesimpulan	45
V.2. Saran	45
 DAFTAR PUSTAKA	
 LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Keluhan otot yang dirasakan karyawan	9
3.2. Uraian kegiatan kerja karyawan bagian pallet berdasarkan postur kerjanya	12
3.3. Bagian Tubuh Pelaksana yang Diukur	13
3.4. Ukuran Dimensi Tubuh Pelaksana	13
3.5. Group A <i>Upper Limb Posture</i> Tahap Awal	18
3.6. Group B OWAS Posture Tahap Awal	19
3.7. <i>Grand Total Score Table</i> Tahap Awal	19
3.8. Kategori Tindakan OWAS Tahap Awal	19
3.9. Group A <i>Upper Limb Posture</i> Tahap Akhir	21
3.10. Group B Upper Limb Posture Tahap Akhir	22
3.11. <i>Grand Total Score Table</i> Tahap Akhir	23
3.12. Kategori Tindakan OWAS Tahap Akhir	23
3.13. Perhitungan Nilai Rata-rata, Standard Deviasi, Nilai Minimum dan Maksimum Dimensi Tubuh	25
3.14. Perhitungan Uji Keseragaman Data	26
3.15. Perhitungan Uji Kecukupan Data	31
3.16. Uji Normal dengan <i>Kolmogrov Smirnov Test</i> Dimensi Tinggi Badan Tegak	32
3.17. Hasil Uji <i>Kolmogrov Smirnov</i> pada Dimensi Tubuh yang lain	33
3.18. Hasil Perhitungan Persentil Dimensi Tubuh	34
4.1. Kategori Tindakan OWAS setelah perbaikan	44
4.2. Perbedaan Postur Kerja Lama dan Postur Kerja Baru	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1. Blok Diagram Metodologi Penelitian	8
3.2. Fasilitas Kerja Bagian Pallet	11
3.3. Kegiatan proses bagian pallet	12
3.4. Tahap Awal	14
3.5. Klasifikasi sikap kerja bagian punggung	15
3.6. Klasifikasi sikap kerja bagian lengan	15
3.7. Klasifikasi sikap kerja bagian kaki	16
3.8. Tahap Akhir	20
3.9. Peta Kontrol Dimensi Tinggi Badan Tegak (TBT)	27
3.10. Peta Kontrol Dimensi Tinggi Badan Tegak Revisi 1	28
3.11. Peta Kontrol Dimensi Tinggi Siku Berdiri (TSB)	28
3.12. Peta Kontrol Dimensi Panjang Lengan Bawah (PLB)	28
3.13. Peta Kontrol Dimensi Tinggi Bahu Berdiri (TBB)	29
3.14. Peta Kontrol Dimensi Jangkauan Tangan (JT)	29
4.1. Fasilitas Kerja Bagian Pallet	41
4.2. Fasilitas Kerja Usulan	43
4.3. Perbedaan Postur Kerja Lama dan Postur Kerja Baru	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Salah satu tipe masalah ergonomi yang sering dijumpai di tempat kerja khususnya yang berhubungan dengan kekuatan dan ketahanan manusia dalam melakukan pekerjaannya yang sering disebut adalah *musculoskeletal disorders*. Masalah tersebut lazim dialami para pekerja yang melakukan gerakan yang sama dan berulang secara terus menerus.

Studi tentang *musculoskeletal disorders* (MSDs) pada berbagai jenis industri telah banyak dilakukan dan hasil studi menunjukkan bahwa keluhan otot *skeletal* yang paling banyak dialami pekerja adalah otot bagian punggung (*low back pain* = LBP) dan bahu. Di Indonesia data tentang LBP belum jelas tetapi dari para pegawai yang datang berobat ke poliklinik suatu perusahaan 57 % mengeluh LBP. Dari data tersebut setelah ditelusuri ternyata para pegawai yang mengalami LBP tersebut pekerjaannya angkat angkut, pekerjaan yang dilakukan dengan gerakan sama dan berulang terus-menerus dan pekerjaan lain yang mengundang bahaya bagi kesehatan dan keselamatan kerja.

Walaupun angka kejadian di atas di Indonesia belum terdokumentasi dengan baik namun tidak dapat dipungkiri potensi terjadinya cedera ini cukup besar salah satunya dalam industri minuman bagi pekerja bagian *Pallet* yaitu penyusunan produk jadi ke *Pallet*. Sejauh ini banyak penelitian yang mencoba menganalisa postur kerja misalnya menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assesment* (RULA). Pada penelitian ini analisis postur kerja akan menggunakan

metode *Ovako Work postur Analysis System* (OWAS) yang menekankan pada kegiatan *material manual handling* (MMH) yang beresiko terjadinya *musculoskeletal disorders* (MSDs). Metode ini menggunakan diagram dari postur tubuh dan 3 tabel skor dalam menetapkan evaluasi faktor resiko. OWAS merupakan metode analisis sikap kerja yang mendefinisikan pergerakan bagian tubuh punggung, lengan, kaki, dan beban berat yang diangkat. Masing-masing anggota tubuh tersebut diklasifikasikan menjadi sikap kerja. Faktor resiko yang telah diinvestigasi dijelaskan oleh Mc Phee sebagai faktor beban eksternal yaitu: jumlah pergerakan, kerja otot statik, tenaga/kekuatan, penentuan postur kerja oleh kondisi lingkungan kerja yang sehat yaitu kondisi dimana pekerja dapat bekerja dengan rasa nyaman, aman dan mampu berinteraksi dengan fasilitas kerjanya.

Pekerjaan dengan beban yang berat dan perancangan peralatan yang tidak ergonomis pada pekerja pabrik mengakibatkan pengerahan tenaga yang berlebihan dan postur yang salah seperti memutar dengan membungkuk dan membawa beban di atas bahu adalah merupakan resiko terjadinya keluhan *musculoskeletal* dan kelelahan dini.

Penelitian ini dilaksanakan pada karyawan di bagian *Pallet* produk 600 ml di PT. TIRTA SIBAYAKINDO. Karyawan yang bertugas menyusun produk jadi (dalam bentuk kotak) ke *pallet* kayu menjadi objek pengamatan penulis. Postur kerja karyawan adalah suatu pekerjaan menetap, berdiri, membungkuk, dan tidak berpindah-pindah. Jenis pekerjaan ini menimbulkan masalah pada otot yang dikenal dengan *musculoskeletal disorders* (MSDs) dan menyebabkan terjadinya kelelahan otot lokal/regional. Kenyataan sekarang di perusahaan, keluhan sudah dirasakan oleh karyawan ketika bekerja terutama pada bagian punggung serta

bahu akibat postur kerja yang tidak alami serta peralatan dan fasilitas kerja yang kurang baik. Bila hal ini berlangsung dalam waktu lama akan mengakibatkan terjadinya penyakit akibat kerja. Agar dapat mengurangi kelelahan kerja maka pada penelitian ini Perlu dilakukan:

1. Perbaiki postur kerja dengan jalan memperbaiki tata letak fasilitas kerja.
2. Perbaiki fasilitas tempat kerja mengacu pada fasilitas yang ada dan antropometri pekerja, sehingga pekerja dapat bekerja dengan rasa nyaman, aman dan resiko keluhan dapat dikurangi.

1.2 Rumusan Permasalahan

Ditemukannya ketidaksesuaian antara antropometri karyawan dengan fasilitas kerja, sehingga muncul postur kerja yang tidak ergonomis dan mengakibatkan timbulnya keluhan *musculoskeletal* terutama LBP pada karyawan, maka perlu dirancang fasilitas kerja usulan untuk memperbaiki postur kerja dan mengatasi masalah keluhan LBP.

1.3 Tujuan dan Sasaran Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mendapatkan rancangan fasilitas kerja yang dapat memperbaiki postur kerja.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan identifikasi terhadap pekerja untuk mengetahui keluhan yang ditimbulkan ketika bekerja.
2. Untuk mengetahui pengaruh postur kerja dan dampaknya terhadap pekerja.

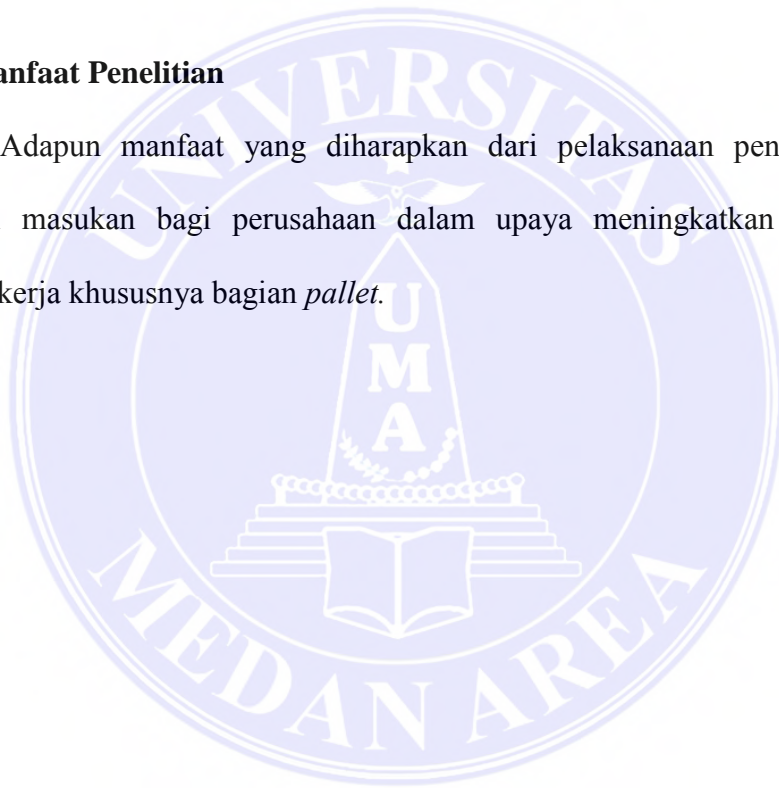
1.3.2. Sasaran penelitian

Sasaran penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi tempat kerja yang menyebabkan timbulnya kelelahan akibat postur kerja.
2. Penentuan penyebab timbulnya kelelahan akibat postur kerja dengan mengaplikasikan metode RULA.
3. Pengaturan tempat kerja yang dapat memperbaiki postur kerja.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian adalah sebagai masukan bagi perusahaan dalam upaya meningkatkan produktivitas tenaga kerja khususnya bagian *pallet*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Defenisi Ergonomi

Para ahli mendefinisikan ergonomi sesuai dengan interpretasi mereka terhadap ilmu tersebut. Namun pada intinya mereka memiliki pendapat yang sama bahwa ergonomi merupakan salah satu cabang ilmu yang secara sistematis memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, nyaman, sehat dan efisien.¹

Mc Cormic dan Sanders (1982) mendefinisikan ergonomi melalui pendekatan yang lebih kompherensif. Secara singkat mereka membaginya atas tiga pokok pendekatan yaitu :

1. Fokus utama, maksudnya yaitu mempertimbangkan manusia dalam perancangan benda, prosedur kerja dan lingkungan kerja. Fokus dari ergonomi adalah manusia dan interaksinya dengan produk, peralatan, fasilitas, prosedur dan lingkungan dari pekerja sehari-hari. Penekanannya adalah pada faktor manusia, tidak seperti dalam ilmu-ilm teknik yang lebih menekankan pada pertimbangan faktor-faktor teknis.

1. Satalaksana, Iftikar Z, dkk,1979, *Teknik Tata Cara Kerja*, ITB: Departemen Teknik Industri, hal 61

2. Tujuan ergonomi disebut mempunyai dan tujuan utama, yaitu meningkatkan efektifitas dan efisiensi dari pekerjaan dan aktivitas-aktivitas yang lain, serta meningkatkan nilai-nilai tertentu yang diinginkan dari pekerjaan tersebut, termasuk memperbaiki keamanan, mengurangi kelelahan dan stress, meningkatkan kenyamanan, penerimaan pengguna yang lebih besar.
3. Pendekatan utama, maksudnya yaitu aplikasi sistematis dari informasi yang relevan tentang kemampuan, keterbatasan, karakteristik, motivasi manusia, perilaku manusia terhadap desain produk dan prosedur yang digunakan serta lingkungan tempat menggunakannya.

Dalam ergonomi, manusia dipandang sebagai salah satu komponen sentral dalam suatu sistem kerja, disamping komponen-komponen bahan, mesin dan peralatan kerja serta lingkungan kerjanya. Dengan demikian manusia berperan sebagai perencana, perancang sekaligus sebagai pengendali sistem tersebut.

Inti dari ergonomi adalah suatu prinsip *fitting the task to the man*, yang artinya adalah pekerjaan haruslah disesuaikan dengan kemampuan dan keterbatasan yang dimiliki oleh manusia. Ini berarti dalam merancang suatu jenis pekerjaan perlu diperhitungkan faktor-faktor apa saja yang menjadi kelebihan dan keterbatasan manusia sebagai pelaku kerja.

2.1.2 Bidang Kajian Ergonomi

Untuk bisa menerapkan ergonomi, perlu informasi yang lengkap mengenai kemampuan manusia dengan segala keterbatasannya. Salah satu usaha untuk mendapatkan informasi tersebut adalah dengan melakukan penyelidikan-penyelidikan. Berkaitan dengan bidang penyelidikan yang dilakukan, ergonomi dikelompokkan atas empat bidang penyelidikan yaitu:²

2. Sutalaksana, Iftikar Z, dkk, 1979, *Teknik Tata Cara Kerja*, ITB: Departemen Teknik Industri, hal 64

1. Penyelidikan tentang tampilan (*display*).

Tampilan (*display*) adalah suatu perangkat antara (*interface*) yang menyajikan informasi tentang keadaan lingkungan dan kemudian mengkomunikasikannya pada manusia dalam bentuk tanda-tanda, angka-angka, lambang dan sebagainya. Informasi ini dapat disajikan dalam bentuk statis, misalnya peta yang menggambarkan suatu kota atau dalam bentuk dinamis yang menggambarkan perubahan menurut waktu sesuai dengan variabelnya, misalnya *speedometer*.

2. Penyelidikan tentang kekuatan fisik manusia.

Dalam hal ini diselidiki aktivitas-aktivitas manusia ketika bekerja, dan kemudian dipelajari cara mengukur aktivitas-aktivitas tersebut. Penyelidikan ini juga mempelajari perancangan objek serta peralatan yang sesuai dengan kemampuan fisik manusia pada saat melakukan aktivitasnya.

3. Penyelidikan tentang ukuran tempat kerja.

Penyelidikan ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan tempat kerja yang sesuai dengan ukuran (dimensi) tubuh manusia, agar diperoleh tempat kerja yang baik, yang sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan manusia.

4. Penyelidikan tentang lingkungan kerja.

Penyelidikan ini meliputi kondisi fisik tempat kerja dan fasilitas kerja, seperti pengaturan cahaya, kebisingan temperatur, getaran, dan lain-lain yang dianggap dapat mempengaruhi tingkah laku manusia.

Pengelompokkan bidang kajian ergonomi secara lengkap mencakup seluruh perilaku manusia dalam bekerja adalah sebagai berikut:

1. Anthropometri

Kata anthropometri berasal dari dua bahasa Yunani yaitu *anthropos* yang berarti manusia dan *metron* yang berarti ukuran. Anthropometri mengkaji masalah dimensi tubuh manusia. Informasi dimensi tubuh manusia diperlukan untuk merancang suatu sistem kerja yang ergonomi agar menunjang kemudahan kenyamanan dan keamanan dari suatu pekerja. Data anthropometri selalu berbeda untuk setiap individu yang persis sama dalam segala hal.

Disamping itu variasi data anthropometri dapat disebabkan lima hal berikut ini:

- a. Jenis kelamin
- b. Usia
- c. Ras
- d. Sosio-ekonomi
- e. Pola hidup

2. Faal Kerja

Perilaku manusia yang dibahas pada faal adalah reaksi tubuh manusia selama bekerja khususnya mengenai energi yang dikeluarkannya. Energi diperoleh manusia dari makanan yang dimakannya. Melalui berbagai tahap metabolisme pada sistem pencernaan, zat-zat yang mengandung energi disimpan dalam bentuk lemak dan glikogen. Untuk keperluan bekerja, glikogenlah yang berperan besar, sedangkan akan membawa oksigen (O₂) untuk dikirim ke otot-otot tubuh yang memerlukannya. Beberapa perilaku manusia dalam faal kerja adalah kelelahan kerja dan *fatigue* otot.

3. Biomekanika

Biomekanika kerja mengkaji perilaku tubuh manusia dari aspek-aspek mekanika gerakan anggota tubuh. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa biomekanika kerja berhubungan dengan kekuatan, daya tahan, kecepatan, dan kemampuan otot dalam berinteraksi dengan aspek-aspek mekanik yang ditimbulkan oleh kerja. Dalam dunia pekerjaan, bidang-bidang perhatian biomekanika adalah kekuatan kerja otot, kecepatan dan ketelitian gerak anggota-anggota badan dan daya tahan jaringan-jaringan tubuh terhadap beban.

4. Penginderaan

Secara biologis, manusia dikenal memiliki lima indera. Mata merupakan indera yang paling banyak dipakai dalam pekerjaan-pekerjaan industri, yaitu sekitar 85%, kemudian diikuti oleh telinga. Dalam ergonomi aspek penginderaan dikaji terutama untuk mengetahui apa yang menjadi kelemahan masing-masing indera dalam menghadapi sistem kerja yang akan dibuat.

5. Psikologi Kerja

Psikologi kerja membahas masalah-masalah kejiwaan yang dijumpai pada tempat kerja yaitu menyangkut apa yang disebut dengan faktor-faktor diri yaitu sifat-sifat diri seseorang. Yang termasuk faktor-faktor diri ini adalah aptitude, jenis kelamin, usia, sifat atau kepribadian, sistem nilai, karakteristik fisik, minat, motivasi, pendidikan, dan pengalaman. Masalah faktor diri dikaji dalam ergonomi karena pada setiap orang terdapat faktor diri yang khas dan karenanya mempunyai bawaan khas pula untuk bekerja. Ketidakcocokan pekerjaan dapat menyebabkan timbulnya stress, frustrasi atau berjuang pada rendahnya produktivitas, dan rendahnya mutu hasil pekerjaan, serta tingginya tingkat kecelakaan kerja.

2.2 Postur Kerja

Pertimbangan-pertimbangan ergonomi yang berkaitan dengan postur kerja dapat membantu mendapatkan postur kerja yang nyaman bagi pekerja, baik itu postur kerja berdiri, duduk, angkat maupun angkut. Beberapa jenis pekerjaan akan memerlukan postur kerja tertentu yang terkadang tidak mengenakan. Kondisi kerja seperti ini memaksa pekerja selalu berada pada postur kerja yang tidak alami dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Hal ini akan mengakibatkan keluhan sakit pada bagian tubuh, cacat produk bahkan cacat tubuh. Beberapa hal yang harus diperhatikan adalah:³

1. Mengurangi keharusan pekerja untuk bekerja dengan postur kerja membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering atau dalam jangka waktu lama. Untuk mengatasi hal ini maka stasiun kerjanya harus dirancang terutama sekali dengan memperhatikan fasilitas kerjanya seperti meja, kursi dan lain-lain yang sesuai dengan data antropometri agar pekerja dapat menjaga postur kerjanya tetap tegak dan normal. Ketentuan ini terutama sekali ditekankan bilamana pekerjaan harus dilaksanakan dengan postur berdiri.
2. Pekerja tidak seharusnya menggunakan jarak jangkauan maksimum. Pengaturan postur kerja dalam hal ini dilakukan dalam jarak jangkauan normal. Disamping itu pengaturan ini bisa memberikan postur kerja yang nyaman. Untuk hal-hal tertentu pekerja harus mampu dan cukup leluasa mengatur tubuhnya agar memperoleh postur kerja yang lebih mengenakan.

3. Sritomo, W. 1995. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu* (Surabaya: Penerbit PT Guna Widya), Edisi Pertama, hal 76-77)

3. Pekerja tidak harus duduk atau berdiri pada saat bekerja untuk waktu yang lama dengan kepala, leher, dada atau kaki berada dalam postur kerja miring.

Postur duduk memerlukan sedikit energi dari pada berdiri, karena hal ini dapat mengurangi banyaknya beban otot statis pada kaki. Sedangkan postur berdiri merupakan sikap siaga baik fisik maupun mental, sehingga aktifitas kerja yang dilakukan lebih cepat, kuat dan teliti. Berdiri lebih melelahkan daripada duduk dan energi yang dikeluarkan lebih banyak 10-15% dibandingkan duduk.

2.3 *Musculoskeletal*

Keluhan *musculoskeletal* adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligament dan tendon. Keluhan sehingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDS) atau keluhan pada sistem *musculoskeletal*. Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:⁴

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

4. Tarwaka, Solichul HA. Bakri, Lilik Sudiajeng, Ergonomi : Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas, Surakarta: Penerbit UNIBA PRESS, 2004, hal 117

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Salah satu faktor yang menyebabkan keluhan *musculoskeletal* adalah sikap kerja yang tidak alamiah. Di Indonesia, postur kerja yang tidak alami ini lebih banyak disebabkan oleh adanya ketidaksesuaian antara dimensi alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh pekerja. Sebagai negara berkembang, sampai saat ini Indonesia masih bergantung pada perkembangan teknologi Negara-negara maju, khususnya dalam pengadaan peralatan industri. Mengingat bahwa dimensi peralatan tersebut didesain tidak berdasarkan ukuran tubuh orang Indonesia, maka pada saat pekerja Indonesia harus mengoperasikan peralatan tersebut, terjadilah postur kerja yang tidak alami.

Berdasarkan rekomendasi dari *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*, tindakan untuk mencegah adanya sumber penyakit adalah melalui dua cara, yaitu rekayasa teknik (desain stasiun dan alat kerja) dan rekayasa manajemen (kriteria dan organisasi kerja). Langkah preventif ini dimaksudkan untuk mengeliminir *overexertion* dan mencegah adanya postur kerja yang tidak alami.

2.4 Ovako Work postur Analysis System (OWAS)

Perkembangan OWAS dimulai pada tahun tujuh puluhan di perusahaan *Ovako Oy Finlandia* (sekarang *Fundia Wire*). Metode ini dikembangkan oleh Karhu dan kawan-kawannya di Laboratorium Kesehatan Buruh Finlandia (*Institute of Occupational Health*). Lembaga ini mengkaji tentang pengaruh sikap kerja terhadap gangguan kesehatan seperti sakit pada punggung, leher, bahu, kaki, lengan dan rematik. Penelitian tersebut memfokuskan hubungan antara postur

kerja dengan berat beban. Pada kurun waktu 1977 Karhu Dkk memperkenalkan metode ini untuk pertama kalinya. Pengenalan pertama terbatas pada aspek klasifikasi postur kerja. Kemudian Stofert menyempurnakan metode OWAS melalui disertasinya pada tahun 1985. Penyempurnaan ini telah memasukan aspek evaluasi analisa secara detail.

Metode OWAS mengkodekan sikap kerja pada bagian punggung, tangan, kaki dan berat beban. Masing-masing bagian memiliki klasifikasi sendiri-sendiri. Metode ini cepat dalam mengidentifikasi sikap kerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja yang menjadi perhatian dari metode ini adalah sistem *musculoskeletal* manusia.

Postur dasar OWAS disusun dengan kode yang terdiri empat digit, dimana disusun secara berurutan mulai dari punggung, lengan, kaki dan berat beban yang diangkat ketika melakukan penanganan material secara manual.

2.5 Perbaikan Ergonomi

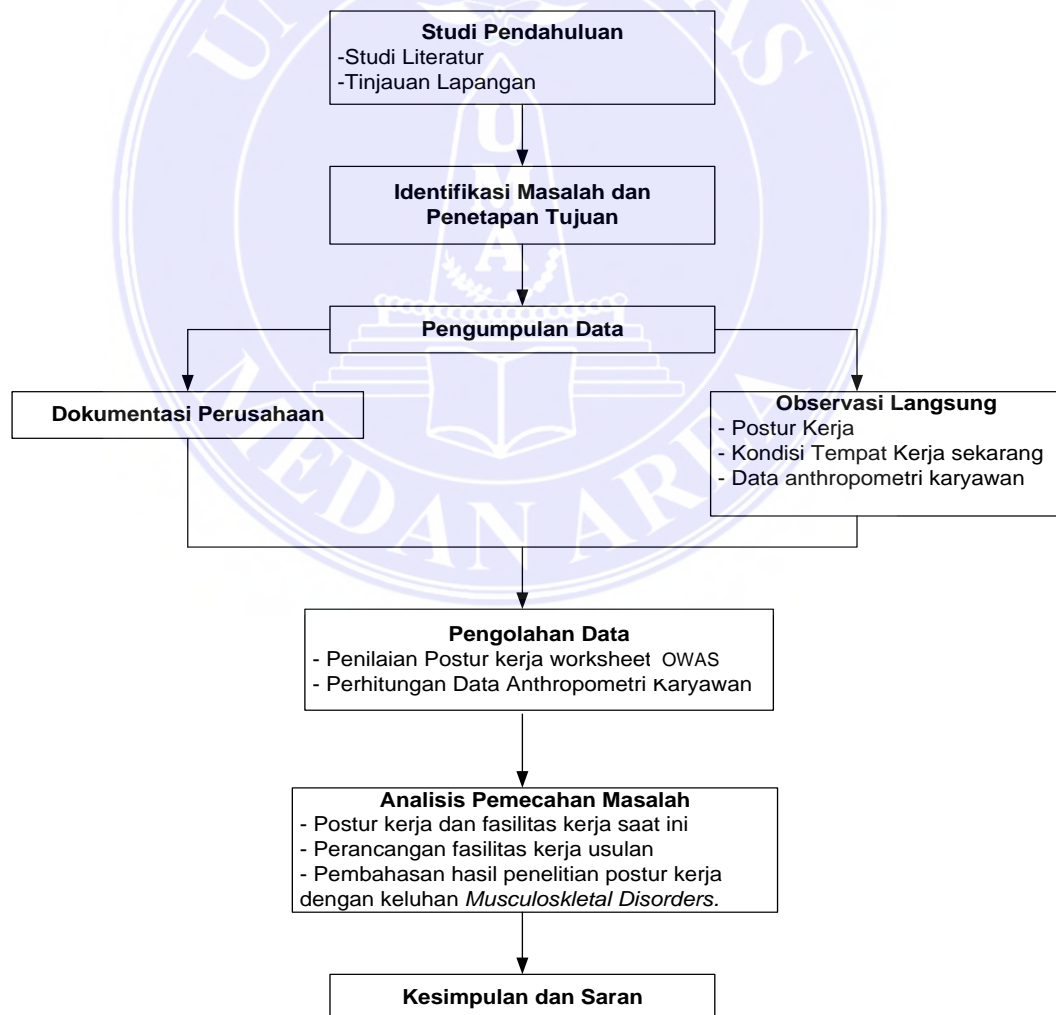
Tahap-tahap yang harus diperhatikan untuk mengubah cara kerja menjadi ergonomi adalah sebagai berikut:

1. Jika berat beban tidak dapat diubah maka nilai variabel kerjanya (H_{origin} , V_{origin} , $H_{destination}$, $V_{destination}$, D , sudut pemindahan barang) yang memungkinkan diubah (dioptimalkan). Dengan mendahulukan dari nilai *multiplier* yang terkecil.
2. Jika nilai variabel kerja tidak dapat diubah maka berat beban yang dioptimalkan (diturunkan).

BAB III

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan proses penelitian yang digunakan untuk memecahkan persoalan yang timbul, yang disusun dengan mengacu kepada latar belakang dan tujuan yang ingin dicapai dengan menggunakan teori-teori yang mendukung dalam pemecahan masalah tersebut. Langkah-langkah yang ditempuh sejak awal hingga akhir sebuah penelitian dijelaskan pada tahap penelitian. Adapun tahapan penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Block Diagram* Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Tirta Sibayakindo yang terletak di Jalan Raya Medan Berastagi Km.55 Desa Doulu. Objek penelitian adalah karyawan yang bekerja di Departemen Produksi Bagian Pallet yang berjumlah 5 orang dan berjenis kelamin laki-laki. Waktu penelitian dimulai pada tanggal 05 April 2010 sampai 05 Juli 2010.

3.1.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan, melakukan wawancara dan melihat catatan arsip perusahaan. Dari wawancara yang dilakukan dengan seluruh karyawan bagian pallet didapat seringkali muncul keluhan *musculoskeletal*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.1.

No karyawan	Keluhan otot yang dirasakan
1	Bahu, lengan, punggung, pinggang
2	Punggung, pinggang
3	Tangan, bahu, lengan, pinggang
4	Lengan, punggung, pinggang
5	Bahu, lengan, punggung, pinggang
6	Punggung, pinggang
7	Tangan, bahu, lengan, pinggang
8	Lengan, punggung, pinggang
9	Lengan, bahu, pinggang
10	Punggung, pinggang, bahu

Tabel 3.1. Keluhan otot yang dirasakan karyawan

Sebelum mengamati postur kerja, posisi peralatan dan komponen serta gerakan-gerakan yang dilakukan operator dalam melaksanakan pekerjaannya ditentukan terlebih dahulu titik awal dan titik akhir proses pengerjaannya.

Penelitian dilakukan terhadap karyawan bagian *pallet* departemen produksi yang bertugas menyusun hasil produksi (dalam bentuk kotak) di atas

kayu *pallet*. Waktu kerja pada departemen produksi terdiri dari tiga shift. Dalam melaksanakan tugasnya karyawan bekerja sesuai dengan prosedur kerja dan waktu kerja yang ditetapkan oleh perusahaan. Agar dapat melaksanakan tugasnya dengan baik seluruh karyawan departemen produksi harus mengetahui prosedur kerja dan peraturan yang telah ditetapkan perusahaan.

Bagian pengepakan terdiri dari tiga mesin yang berfungsi untuk membentuk karton (box), memasukkan produk ke dalam karton (box) dan pengeleman terhadap karton (box). Karton yang telah lengkap dengan produk berjalan dengan bantuan conveyor menuju karyawan bagian *pallet* untuk disusun di atas kayu *pallet*.

Pengumpulan data juga dilakukan dengan menggunakan foto-foto kegiatan karyawan ketika bekerja untuk memudahkan penganalisaan postur kerjanya serta dengan melakukan pengukuran dimensi tubuh karyawan.

3.2.1 Posisi Komponen dan Peralatan Kerja

Komponen dan peralatan kerja yang terdapat pada bagian pallet yaitu :

1. Conveyor roller.
2. Kayu pallet
3. Kotak produk jadi (box).

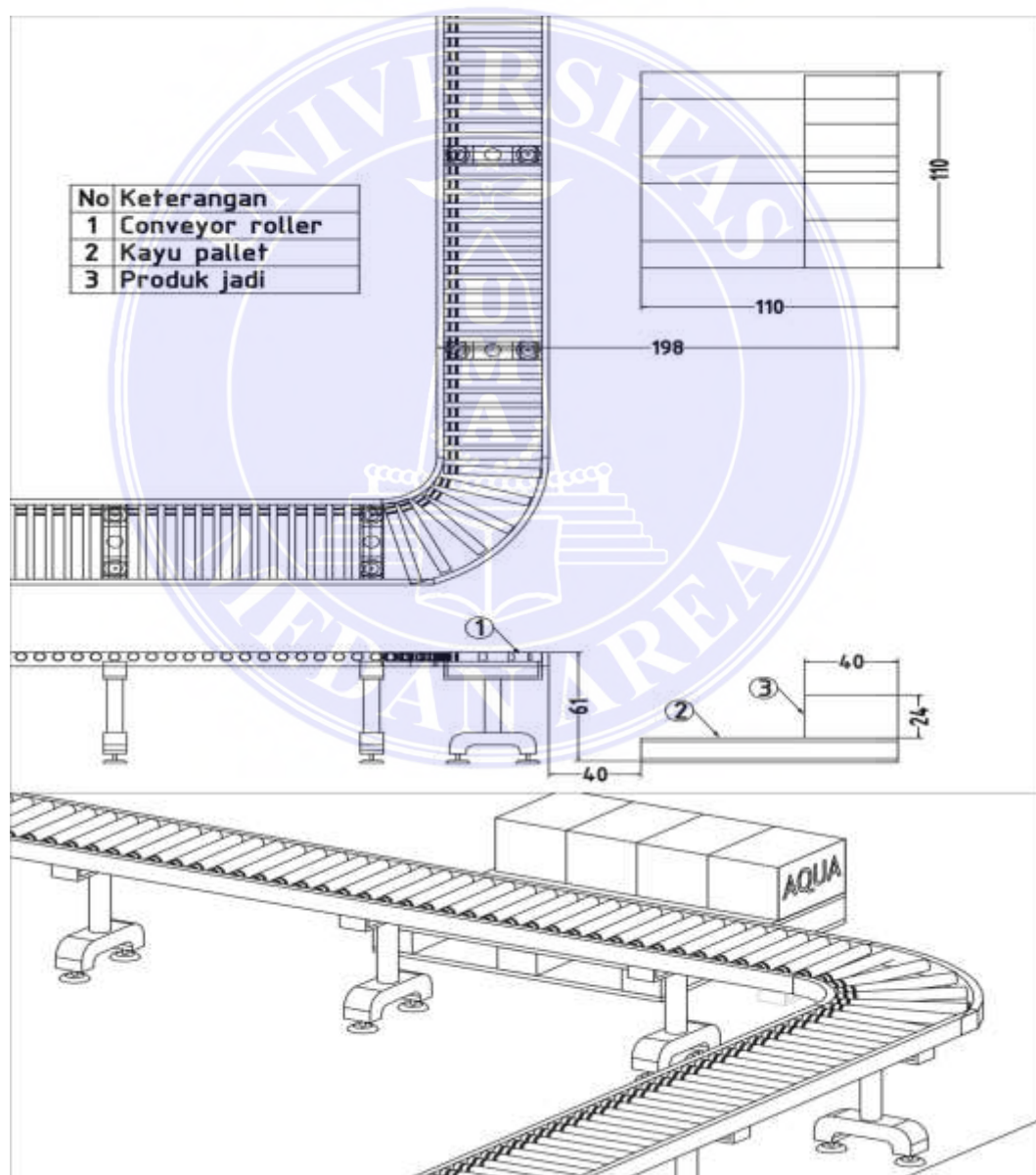
Kayu pallet berada 30 cm di sebelah kanan conveyor. Kayu pallet berdimensi panjang 140 cm, lebar 140 cm dan tinggi 10 cm. Kayu pallet ini berfungsi sebagai tempat disusunnya produk jadi. Setelah produk jadi mencukupi kemudian kayu pallet ini akan dibawa ke gudang penyimpanan dengan *forklift*.

Conveyor yang berada di bagian pallet terdiri dari roller yang berdiameter 7 cm dan panjang 42 cm. Conveyor ini berdiri dengan ketinggian

61 cm dari permukaan lantai. Conveyor ini berfungsi untuk memindahkan produk jadi dari mesin packing ke bagian pallet.

Produk jadi disusun di dalam satu kotak produk jadi (box). Box tersebut kemudian dipindahkan dengan bantuan conveyor ke bagian pallet untuk disusun di atas kayu pallet. Box berdimensi panjang 40 cm x 24 cm.

Fasilitas kerja yang tersedia di bagian pallet dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Fasilitas Kerja Bagian Pallet

3.2.2 Postur Kerja

Postur kerja karyawan bagian pallet yang ada sekarang ini dalam melaksanakan pekerjaannya adalah berdiri, membungkuk terus menerus. Hal ini dilakukan terus menerus dengan frekuensi pengulangan yang cukup tinggi dan dilakukan setiap hari (senin sampai sabtu) selama 8 jam. Untuk lebih jelas dan rinci mengenai kegiatan kerja yang dilakukan karyawan bagian pallet tersebut berdasarkan postur kerjanya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Uraian kegiatan kerja karyawan bagian pallet berdasarkan postur kerjanya

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Postur kerja
1	Mengambil box produk jadi dari conveyor roller.	1	berdiri
2	Meletakkan sekaligus menyusun box produk jadi di atas kayu pallet	2	membungkuk

Postur kerja karyawan bagian pallet dapat dilihat pada gambar 3.3.

berikut:



Gambar 3.3. Kegiatan proses bagian pallet

Uraian proses di bagian pallet :

1. Tahap awal

Karyawan mengambil box produk jadi dari conveyor roller.

2. Tahap akhir

Karyawan meletakkan box produk jadi di atas kayu pallet.

3.2.3 Pengukuran Antropometri Karyawan pada Saat Berdiri

Pengukuran dimensi tubuh terhadap karyawan ini dilakukan untuk merancang ketinggian conveyor dan posisi kayu pallet saat bekerja dan bisa digunakan oleh semua karyawan bagian pallet. Untuk melakukan perancangan perlu diketahui lebar, tinggi conveyor dan lebar kayu pallet. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Bagian Tubuh Pelaksana yang Diukur

Bagian	Keterangan
A	TBT (Tinggi Badan Tegak)
B	PLB (Panjang Lengan Bawah)
C	TSB (Tinggi Siku Berdiri)
D	TBB (Tinggi Bahu Berdiri)
E	JT (Jangkauan Tangan)

Tabel 3.4. Ukuran Dimensi Tubuh Pelaksana

No. Karyawan	Dimensi				
	TSB	PLB	TBT	TBB	JT
1	98	21.5	165.5	133	175.4
2	100.3	20.1	166.1	140.8	170.5
3	93.2	19.5	163.1	135	170
4	95	19.7	157	132	158.6
5	103.1	22.6	172.5	143.8	177.6
6	90.7	24	165	130	164.7
7	104	24.2	166.5	140.4	169.6
8	102.1	23.2	164.6	136.7	161.7
9	97.9	21.4	165.8	137.1	169.7
10	98.3	23	169.7	135.9	164.5

11	99	22.7	160.5	138	170.4
12	98.8	22.2	168.1	135.8	172,5
13	99.6	20.4	161.6	137	168
14	99.2	20.3	158.5	135.5	163.6
15	98.7	20.5	167	139.3	171.6
16	98.2	20.6	167.5	138.4	169.7
17	98.4	22.6	165.4	137.4	168.6
18	98.1	23.1	165.7	136	163.7
19	97.5	21.9	168.8	136.3	167.9
20	101.5	21.1	166.7	140.8	162.7

3.2.4 Analisis Postur Kerja Saat Ini Dengan Metode OWAS (*Ovako Work postur Analysis System*)

Analisa ini dilakukan berdasarkan hasil pengamatan di bagian pallet selama melaksanakan tugasnya sesuai dengan prosedur kerja yang telah ditetapkan perusahaan. Penilaian postur kerja karyawan tersebut menggunakan metode OWAS. Pada gambar di bawah ini dapat dilihat contoh penilaian postur kerja dengan menggunakan metode OWAS untuk setiap kegiatan di bagian pallet.

3.2.4.1 Tahap Awal

Pada tahap ini karyawan mengambil box produk jadi dari conveyor roller. Postur kerja karyawan dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Tahap awal

A. Sikap punggung

1. Tegak
2. Membungkuk ke depan atau ke belakang
3. Berputar dan bergerak kesamping
4. Berputar dan bergerak atau membungkuk kesamping dan ke depan.



Gambar 3.5. Klasifikasi sikap kerja bagian punggung.

B. Sikap lengan

1. Kedua lengan berada di bawah level ketinggian bahu
2. Satu lengan berada diatas level ketinggian bahu
3. Kedua lengan berada diatas level ketinggian bahu



Gambar 3.6. Klasifikasi sikap kerja bagian lengan.

C. Sikap kaki

1. Duduk
2. Berdiri dengan keadaan kedua kaki lurus
3. Berdiri dengan beban berada pada salah satu kaki
4. Berdiri dengan kedua kaki lutut sedikit tertekuk

5. Berdiri dengan satu lutut sedikit tertekuk
6. Berlutut dengan satu atau kedua kaki
7. Bergerak atau berpindah



Gambar 3.7. Klasifikasi sikap kerja bagian kaki.

D. Berat beban

1. Berat beban adalah kurang dari 10 Kg ($W \leq 10 \text{ Kg}$)
2. Berat beban adalah 10 Kg – 20 Kg ($10 \text{ Kg} < W \leq 20 \text{ Kg}$)
3. Berat beban adalah lebih besar dari 20 Kg ($W > 20 \text{ Kg}$)

Hasil dari analisa sikap kerja OWAS terdiri dari empat level skala sikap kerja yang berbahaya bagi para pekerja.

KATEGORI 1 : Pada sikap ini tidak masalah pada sistem muskuloskeletal. Tidak perlu perbaikan.

KATEGORI 2 : Pada sikap ini berbahaya pada sistem musculoskeletal (sikap kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang signifikan).

Perlu perbaikan dimasa yang akan datang.

KATEGORI 3: Pada sikap ini berbahaya bagi sistem musculoskeletal (sikap kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang sangat signifikan). Perlu perbaikan segera mungkin.

KATEGORI 4: Pada sikap ini berbahaya bagi sistem musculoskeletal (sikap kerja ini mengakibatkan resiko yang jelas). Perlu perbaikan secara langsung/saat ini.

1. Hasil penilaian terhadap Lengan Atas (*upper arm*). Pergerakan $> 20^0$ (ke belakang) atau 20^0-45^0 , dimana lengan atas dari karyawan biasa bergerak dengan sudut 20^0-45^0 untuk mengambil box produk jadi.

Skor : 2

2. Hasil penilaian terhadap Lengan Bawah (*lower arm*). Pergerakan 60^0-100^0 , dimana lengan bawah melakukan pergerakan saat mengambil box produk jadi.

Skor : 1

3. Hasil penilaian terhadap pergelangan tangan (*wrist*). Pergerakan $> 15^0$ dimana terjadi gerakan mengambil (mengangkat) produk jadi.

Skor : 3

4. Hasil penilaian terhadap *Wrist Twist*. Pergerakan pergelangan tangan dan telapak tangan berada di luar rentang tengah ketika mengambil box produk jadi.

Skor : 2

Penilaian postur tubuh tahap awal group A dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5.Group A *Upper Limb Posture* Tahap Awal

Upper Arm	Lower Arm	Wrist							
		1		2		<u>3</u>		4	
		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist	
		1	2	1	1	1	<u>2</u>	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
<u>2</u>	<u>1</u>	2	2	2	3	3	<u>3</u>	4	4
	2	2	2	2	3	3	4	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	4	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	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

5. Hasil penilaian terhadap leher (*neck*).

Pergerakan leher berkisar 10^0 - 20^0 . Kegiatan ini terjadi ketika karyawan berdiri melihat dan memastikan posisi telapak tangan berada di box produk jadi.

Skor : 2

6. Hasil penilaian terhadap batang tubuh (*trunk*)

Pergerakan tulang belakang berkisar antara 0 - 20^0 .

Skor : 2

7. Penilaian terhadap kaki

Posisi normal (seimbang), kaki operator berdiri tegak namun terkadang memerlukan posisi untuk merilekskan kaki.

Skor :1

Penilaian postur tahap awal group B dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Group B OWAS Posture Tahap Awal

	Trunk Posture Score											
	1		<u>2</u>		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
Neck	1	2	<u>1</u>	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
<u>2</u>	2	3	<u>2</u>	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

Nilai pada tabel 3.5. (3) dan tabel 3.6. (2) dimasukkan ke dalam tabel 3.7. untuk diperoleh skor dari hasil kombinasinya, lalu nilai pada tabel 3.7 disesuaikan pada tabel 3.8. untuk mengetahui kategori tindakan OWAS yang dilakukan.

Tabel 3.7. Grand Total Score Table Tahap Awal

Group A	Group B						
	1	<u>2</u>	3	4	5	6	7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
<u>3</u>	3	<u>3</u>	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

Tabel 3.8. Kategori Tindakan OWAS Tahap Awal

Kategori Tindakan	Level Resiko	Tindakan
1 – 2	Minimum	Aman
<u>3</u> – 4	Kecil	Diperlukan beberapa waktu ke depan
5 – 6	Sedang	Tindakan dalam waktu dekat
7	Tinggi	Tindakan sekarang juga

Kegiatan tahap awal ini memiliki kategori tindakan dengan skor 3 (**Diperlukan beberapa waktu ke depan**).

3.2.4.2 Tahap Akhir

Kegiatan yang dilakukan disini adalah meletakkan sekaligus menyusun box produk jadi di atas kayu pallet. Postur kerja karyawan pada tahap ini adalah berdiri dan tubuh ikut membungkuk ketika meletakkan box produk jadi ke kayu pallet. Kegiatan ini dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 3.8. Tahap Akhir

1. Hasil penilaian terhadap Lengan Atas (*upper arm*).

Pergerakan $> 20^{\circ}$ (ke belakang) atau $20^{\circ} - 45^{\circ}$, dimana lengan atas dari karyawan biasa bergerak dengan sudut $20^{\circ} - 45^{\circ}$ untuk meletakkan box produk jadi di atas kayu pallet.

Skor : 2 + 1 (jika bahu naik) = 3

2. Hasil penilaian terhadap Lengan Bawah (*lower arm*).

Pergerakan 60° - 100° , dimana lengan bawah melakukan pergerakan saat meletakkan box produk jadi.

Skor : 1

3. Hasil penilaian terhadap pergelangan tangan (*wrist*).

Pergerakan $> 15^{\circ}$ dimana terjadi gerakan meletakkan box produk jadi.

Skor : 3

4. Hasil penilaian terhadap *Wrist Twist*.

Pergerakan pergelangan tangan dan telapak tangan berada pada posisi tengah dari putaran.

Skor : 2

Tabel 3.9.Group A *Upper Limb Posture* Tahap Akhir

Upper Arm	Lower Arm	Wrist							
		1		2		<u>3</u>		4	
		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist	
		1	2	1	1	1	<u>2</u>	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	4	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
<u>3</u>	<u>1</u>	2	3	3	3	4	<u>4</u>	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	4	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	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

5. Hasil penilaian terhadap leher (*neck*).

Pergerakan leher $> 20^{\circ}$. Kegiatan ini terjadi ketika karyawan meletakkan box di atas kayu pallet.

Skor : 3

6. Hasil penilaian terhadap batang tubuh (*trunk*)

Pergerakan tulang belakang $> 60^{\circ}$.

Skor : 4

7. Penilaian terhadap kaki

Posisi normal (seimbang), kaki operator berdiri tegak namun terkadang memerlukan posisi untuk merilekskan kaki.

Skor :1

Penilaian postur tahap awal group B dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10.Group B Upper Limb Posture Tahap Akhir

	Trunk Posture Score											
	1		2		3		<u>4</u>		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
Neck	1	2	1	2	1	2	<u>1</u>	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	<u>5</u>	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
<u>3</u>	3	3	3	4	4	5	<u>5</u>	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

Nilai pada tabel 3.9.(3) dan tabel 3.10.(4) dimasukkan ke dalam tabel 3.11.

untuk diperoleh skor dari hasil kombinasinya, lalu nilai pada tabel 3.11.

disesuaikan pada tabel 3.12. untuk mengetahui kategori tindakan OWAS yang

dilakukan.

Tabel 3.11. *Grand Total Score Table* Tahap Akhir

Group A	Group B						
	1	2	3	4	<u>5</u>	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
<u>4</u>	3	3	3	4	<u>5</u>	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

Tabel 3.12. Kategori Tindakan OWAS Tahap Akhir

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

Kegiatan tahap awal ini memiliki kategori tindakan dengan skor 5 (**tindakan dalam waktu dekat**).

3.2.5 Perhitungan Rata-rata, Standard Deviasi, Nilai Maksimum dan Minimum

Data anthropometri diperoleh dari seluruh karyawan bagian pallet, selanjutnya data tersebut ditentukan nilai rata-rata, standar deviasi, nilai maksimum, dan minimum untuk masing-masing dimensi ukuran.

Adapun persamaan yang digunakan dalam menghitung nilai rata-rata, standar deviasi, nilai maksimum dan minimum pada masing-masing pengukuran adalah :

- Nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{N} = \frac{\sum X_n}{n}$$

dimana : n = banyaknya pengamatan

$\sum X_n$ = jumlah pengamatan ke-n

\bar{X} = X rata-rata

Perhitungan nilai rata-rata pada data Panjang Lengan Bawah (PLB) adalah :

$$\bar{X} = \frac{434,6}{20} = 21.73$$

Perhitungan nilai rata-rata pada data Tinggi Badan Tegak (TBT) adalah :

$$\bar{X} = \frac{3305,6}{20} = 165.28$$

Perhitungan nilai rata-rata pada data Tinggi Siku Berdiri (TSB) adalah :

$$\bar{X} = \frac{1971,6}{20} = 98.58$$

Perhitungan nilai rata-rata pada data Tinggi Bahu Berdiri (TBB) adalah :

$$\bar{X} = \frac{2739,2}{20} = 136.96$$

Perhitungan nilai rata-rata pada data Jangkauan Tangan (JT) adalah :

$$\bar{X} = \frac{3361}{20} = 168.05$$

- Nilai Standar Deviasi

Untuk menentukan nilai standar deviasi pada masing-masing pengukuran dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X - x_i)^2}{n - 1}} \quad \sigma = \sqrt{\frac{55,5579}{20 - 1}} = 1.71$$

Nilai maksimum dan minimum adalah nilai terbesar dan terkecil pada data hasil pengukuran setelah data tersebut diurutkan.

Contoh : Nilai maksimum tinggi berat badan (TBB) = 172.5

Nilai minimum tinggi berat badan (TBB) = 157

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat perhitungan nilai rata-rata, nilai standard deviasi, nilai minimum dan maksimum hasil pengukuran pada tabel 3.13.

Tabel 3.13. Perhitungan Nilai Rata-rata, Standard Deviasi, Nilai Minimum dan Maksimum Dimensi Tubuh

Dimensi	\bar{X}	σ	X_{\max}	X_{\min}
TBT (Tinggi Badan Tegak)	165.28	3.80	172.5	157
PLB (Panjang Lengan Bawah)	21.73	1.71	24.2	19.5
TSB (Tinggi Siku Berdiri)	98.58	4.45	104	90.7
TBB (Tinggi Bahu Berdiri)	136.96	4.48	143.8	130
JT (Jangkauan Tangan)	168.05	6.05	177.6	158.6

3.2.6 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk pengendalian proses bagian data yang ditolak atau tidak seragam karena tidak memenuhi spesifikasi. Apabila dalam satu pengukuran terdapat satu jenis atau lebih data tidak seragam maka data tersebut akan langsung ditolak dan dilakukan revisi data tidak seragam dengan cara membuang data yang berada di luar batas tabel tersebut dan melakukan perhitungan kembali.

Untuk menguji keseragaman data digunakan peta control dengan persamaan berikut:

$$BKA = \bar{X} + k \sigma$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - k \sigma$$

Jika $X_{\min} > \text{BKB}$ dan $X_{\max} < \text{BKA}$ maka data seragam

Jika $X_{\min} < \text{BKB}$ dan $X_{\max} > \text{BKA}$ maka data tidak seragam

Contoh : data rata-rata Panjang Lengan Bawah (PLB) adalah 21.73 cm.

Hasil uji keseragaman data pada Panjang Lengan Bawah adalah:

Tingkat keyakinan yang digunakan adalah 95 % dan tingkat ketelitian 5 %

sehingga diperoleh nilai $k = 2$

$$\text{BKA} = \bar{X} + k \sigma = 21.73 + 2 (1.71) = 25.16$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - k \sigma = 21.73 - 2 (1.71) = 18.3$$

Data berada diantara harga BKA dan BKB, maka berarti data berada dalam control.

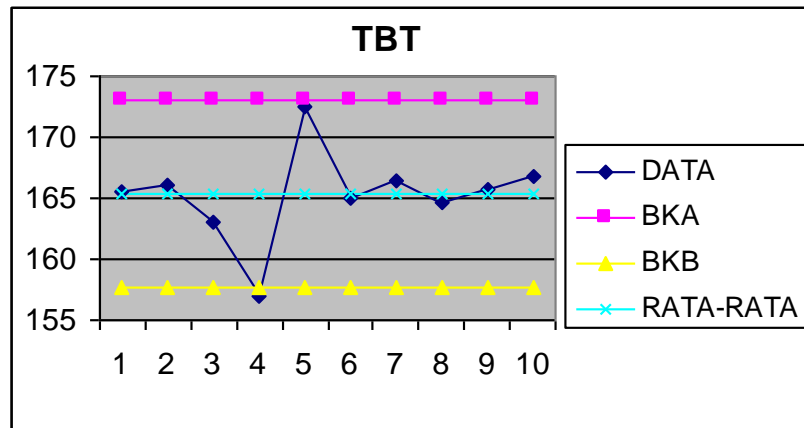
Dengan cara yang sama seperti di atas, maka berarti hasil keseragaman data yang diperoleh pada masing-masing elemen pengukuran dapat dilihat pada tabel 3.14.

Tabel 3.14. Perhitungan Uji Keseragaman Data

Dimensi	BKA	BKB	Kesimpulan
TBT (Tinggi Badan Tegak)	172.97	157.66	Out control
PLB (Panjang Lengan Bawah)	25.16	18.3	In Control
TSB (Tinggi Siku Berdiri)	107.48	89.67	In Control
TBB (Tinggi Bahu Berdiri)	145.92	127.99	In Control
JT (Jangkauan Tangan)	180.15	155.94	In Control

Dari tabel di atas terdapat data out of control yaitu Tinggi Badan Tegak.

Untuk mempermudah melihatnya, berikut ini digambarkan peta kontrol dari dimensi Tinggi Badan Tegak.



Gambar 3.9. Peta Kontrol Dimensi Tinggi Badan Tegak (TBT)

Pada gambar di atas terdapat nilai data yang berada diluar batas kontrol sehingga dimensi Tinggi Badan Tegak tidak seragam. Oleh karena itu akan dilakukan revisi.

Revisi dilakukan dengan cara yang sama dengan diatas. Tetapi data yang mengalami *out of control* tidak dimasukkan dalam perhitungan

$$\bar{X} = \frac{3324}{20} = 166.2$$

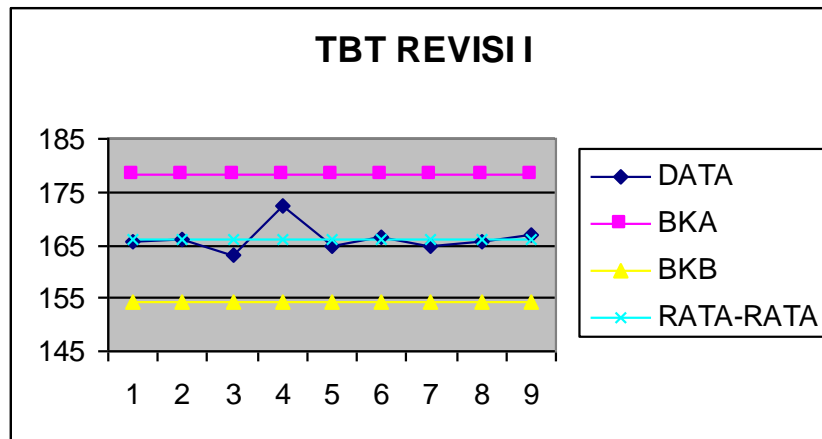
$$\sigma = \sqrt{\frac{(X - x_i)^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(166.2 - 165.5)^2 + (166.2 - 166.1)^2 + \dots + (166.2 - 166.7)^2}{20-1}} = 2.45$$

$$\text{BKA} = \bar{X} + k \sigma = 166.2 + 2(2.45) = 178.26$$

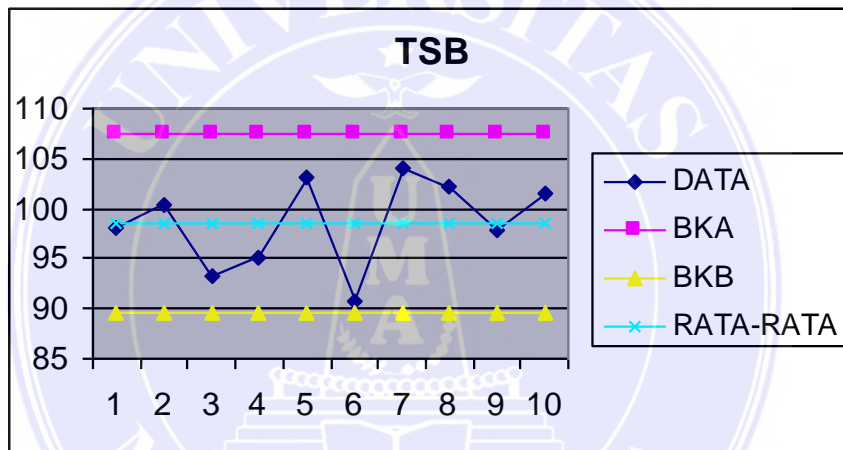
$$\text{BKB} = \bar{X} - k \sigma = 166.2 - 2(2.45) = 154.13$$

Dari perhitungan diatas didapat tidak ada data yang mengalami *out of control* untuk dimensi Tinggi Badan Tegak.

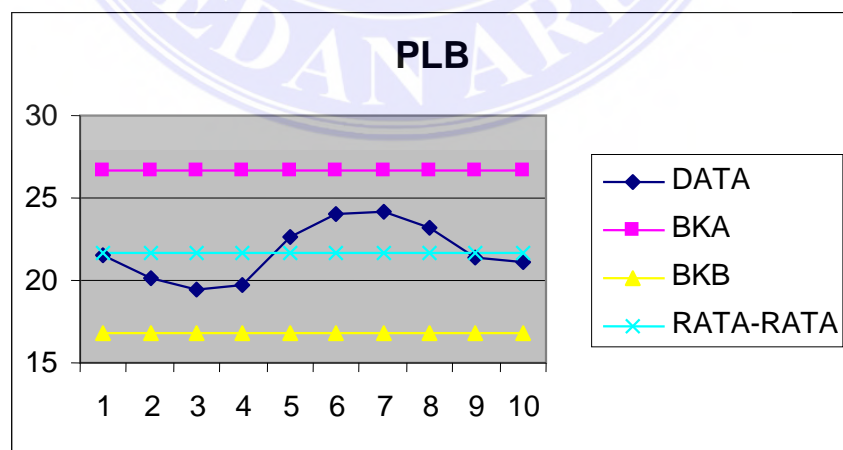


Gambar 3.10. Peta Kontrol Dimensi Tinggi Badan Tegak (TBT) Revisi 1

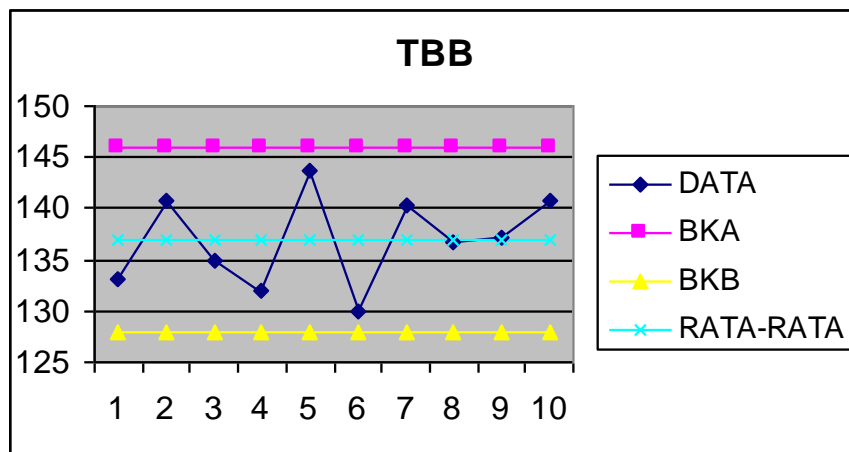
Berikut ini diperlihatkan peta Kontrol dari masing-masing dimensi:



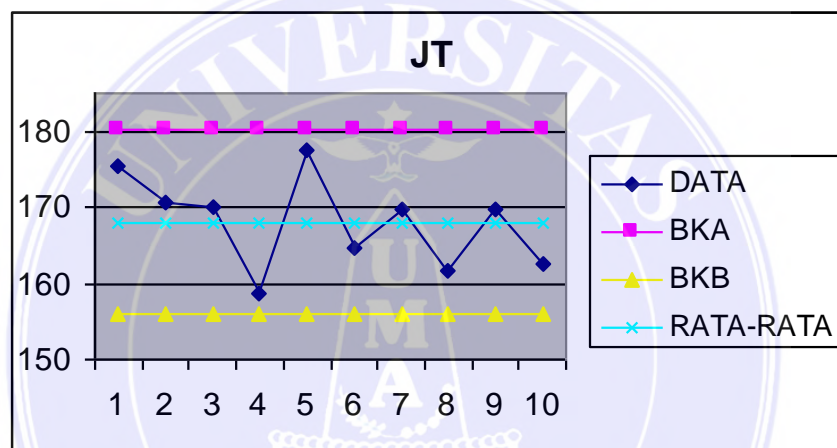
Gambar 3.11. Peta Kontrol Dimensi Tinggi Siku Berdiri (TSB)



Gambar 3.12. Peta Kontrol Dimensi Panjang Lengan Bawah (PLB)



Gambar 3.13. Peta Kontrol Dimensi Tinggi Bahu Berdiri (TBB)



Gambar 3.14. Peta Kontrol Dimensi Jangkauan Tangan (JT)

3.2.7 Uji Kecukupan Data

Untuk uji kecukupan data anthropometri menggunakan tingkat ketelitian 5% dan keyakinan 95% dengan rumus sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{S} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

Keterangan :

N = Jumlah pengamatan yang dilakukan

$\sum X_i$ = Jumlah seluruh data

$\sum X_i^2$ = Jumlah kuadrat data

- k = Harga indeks yang besarnya tergantung dengan tingkat kepercayaan
 S = Tingkat ketelitian yang dikehendaki

Harga indeks untuk beberapa tingkat kepercayaan yang umumnya digunakan adalah :

Untuk tingkat kepercayaan 68 % nilai $k = 1$

Untuk tingkat kepercayaan 95 % nilai $k = 2$

Untuk tingkat kepercayaan 99 % nilai $k = 3$

Dalam pengolahan data diatas digunakan tingkat kepercayaan 95 % dan tingkat ketelitian 5 %. Sehingga rumus diatas menjadi seperti berikut :

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

$$= \left[\frac{40 \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

Dengan ketentuan :

Jika $N' < N$, maka jumlah data pengamatan sudah mencukupi.

Jika $N' > N$, maka jumlah data pengamatan belum mencukupi

Contoh penggunaan rumus di atas untuk dimensi Tinggi Bahu Berdiri::

$$\sum X_i = 133 + 140.8 + 135 + \dots + 140.8$$

$$= 1369.6$$

$$\sum X_i^2 = 133^2 + 140.8^2 + 135^2 + \dots + 140.8^2$$

$$= 187761.18$$

$$\text{Maka } N' = \left[\frac{40 \sqrt{10(187761.18) - (1369.6)^2}}{1369.6} \right]^2$$

$$= 1.54$$

Karena $N' < N$ ($1.54 < 10$) maka data sudah mencukupi

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka hasil kecukupan data yang diperoleh pada masing-masing elemen pengukuran dapat dilihat pada tabel 3.15.

Tabel 3.15. Perhitungan Uji Kecukupan Data

Dimensi	ΣX_i	ΣX_i^2	N	N'	Keterangan
TBB (Tinggi Bahu Berdiri)	1369.6	187761.18	9	1.54	Cukup
JT (Jangkauan Tangan)	1680.5	282737.65	10	1.86	Cukup
TBT (Tinggi Badan Tegak)	1495.8	248656.26	10	0.35	Cukup
PLB (Panjang Lengan Bawah)	217.3	4748.41	10	8.97	Cukup
TSB (Tinggi Siku Berdiri)	985.8	97358.5	10	2.93	Cukup

3.2.8 Uji Normal dengan *Kolmogrov Smirnov Test*

Dalam uji *Kolmogrov Smirnov* yang diperbandingkan adalah distribusi frekuensi kumulatif hasil pengamatan dengan distribusi kumulatif yang diharapkan.

Langkah- langkah yang diperlukan dalam pengujian *Kolmogorov-Smirnov* adalah:

1. Data dari hasil pengamatan disusun mulai dari nilai pengamatan terkecil sampai nilai pengamatan terbesar.
2. Dari nilai pengamatan tersebut kemudian disusunlah distribusi frekuensi kumulatif relatif, dan notasikanlah dengan $F_a(X)$.

3. Hitung nilai Z dengan rumus:
$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$$

Ket : Z = satuan baku pada distribusi normal

X_i = nilai data

\bar{X} = mean

σ = standar deviasi

4. Hitung distribusi frekuensi kumulatif teoritis (berdasarkan area kurva normal) dan notasikan dengan $F_e(X)$.
5. Hitung selisih antara $F_a(X)$ dengan $F_e(X)$.
6. Ambil angka selisih maksimum dan notasikan dengan D .

$$D = \text{Max } |F_a(X) - F_e(X)|$$

7. Bandingkan nilai D yang diperoleh dengan nilai D_α dari tabel nilai D untuk uji *Komogorov-Smirnov* sampel tunggal.

Kriteria pengambilan keputusannya adalah:

H_0 diterima apabila $D \leq D_\alpha$;

H_0 ditolak apabila $D \geq D_\alpha$

Dalam hal ini data yang dihitung adalah tergantung dari rancangan produk yang diinginkan, yaitu ketinggian conveyor dan kayu pallet. Pengukuran data anthropometri yang dibutuhkan adalah : Tinggi Badan Tegak, Tinggi Siku Berdiri, Panjang Lengan Bawah, Tinggi Bahu Berdiri, Jangkauan Tangan.

Berikut ini akan diperlihatkan perhitungan uji *Kolmogrov Smirnov* pada dimensi Tinggi Badan Tegak, dan dapat juga dilihat pada tabel 3.16.

Tabel 3.16. Uji Normal dengan *Kolmogrov Smirnov Test*
Dimensi Tinggi Badan Tegak

TBT					
Operator	Data	$F_a(X)$	Z	$F_e(X)$	D
1	165.5	0.1	122.0914	1	-0.9
2	166.1	0.2	122.6914	1	-0.8
3	163.1	0.3	119.6914	1	-0.7
4	157	0.4	113.5914	1	-0.6
5	172.5	0.5	129.0914	1	-0.5
6	165	0.6	121.5914	1	-0.4
7	166.5	0.7	123.0914	1	-0.3
8	164.6	0.8	121.1914	1	-0.2
9	165.8	0.9	122.3914	1	-0.1
10	166.7	1	123.2914	1	0

Tahap pengujian untuk dimensi Tinggi Badan Tegak

1. H_0 : Data berdistribusi normal
2. H_1 : Data tidak berdistribusi normal
3. *Level Significance* $\alpha = 0,05$
4. Selisih maksimum $D = -0.9$
5. D tabel = 0.410
6. Karena $D \leq D$ tabel ($-0.9 < 0.410$) maka H_0 diterima, sehingga diperoleh data berdistribusi normal.

Hasil uji Kolmogrov Smirnov pada dimensi yang lain dapat dilihat pada tabel 3.17.

Tabel 3.17. Hasil Uji *Kolmogrov Smirnov* pada Dimensi Tubuh yang Lain.

No	Dimensi	D_{\max}	D_{α}	Keterangan
1	TBT (Tinggi Badan Tegak)	0	0.410	H_0 diterima
2	PLB (Panjang Lengan Bawah)	0	0.410	H_0 diterima
3	TSB (Tinggi Siku Berdiri)	0	0.410	H_0 diterima
4	TBB (Tinggi Bahu Berdiri)	0	0.410	H_0 diterima
5	JT (Jangkauan Tangan)	0	0.410	H_0 diterima

3.2.9 Perhitungan Persentil

Data anthropometri yang sudah diperoleh dari seluruh karyawan (10 orang), selanjutnya akan dimanfaatkan dalam perancangan. Data yang diperoleh beragam sehingga perlu ditentukan data yang dapat mewakili perancangan tersebut. Persentil yang digunakan dalam perancangan ini yaitu 5 %.

Contoh :

Perhitungan persentil dimensi Jangkauan Tangan dengan menggunakan persentil 5

$$P_5 = \frac{5(10+1)}{100} = 0,55$$

Maka nilai persentil 5 terdapat pada data ke 1 yaitu 158.6

Hasil perhitungan seluruh dimensi tubuh tersebut dapat dilihat pada tabel 3.18.

Tabel 3.18. Hasil Perhitungan Persentil Dimensi Tubuh

No	Dimensi	Hasil perhitungan Persentil	Pembulatan Angka
1	TBT (Tinggi Badan Tegak)	157	157
2	PLB (Panjang Lengan Bawah)	19.5	20
3	TSB (Tinggi Siku Berdiri)	90.7	91
4	TBB (Tinggi Bahu Berdiri)	130	130
5	JT (Jangkauan Tangan)	158.6	159

3.3 Rancangan Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan proses penelitian yang digunakan untuk memecahkan persoalan yang timbul, yang disusun dengan mengacu kepada latar belakang dan tujuan yang ingin dicapai, dengan menggunakan teori-teori yang mendukung dalam pemecahan masalah tersebut.

Langkah-langkah yang ditempuh sejak awal hingga akhir sebuah penelitian dijelaskan pada tahap penelitian. Adapun tahapan penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Metodologi penelitian dirancang berdasarkan penggunaan metode OWAS yang menganalisa postur kerja karyawan serta mengajukan usulan rancangan fasilitas kerja berdasarkan metode OWAS.

Pada block diagram metodologi penelitian di jelaskan bahwa :

1. Perumusan Masalah

Permasalahan yang diambil adalah ditemukannya ketidaksesuaian antara anthropometri karyawan dengan fasilitas kerja, sehingga muncul postur kerja yang tidak ergonomis dan mengakibatkan timbulnya keluhan *musculoskletal*.

2. Penetapan Tujuan Penelitian

Penetapan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh postur kerja dan dampaknya terhadap pekerja serta mendapatkan rancangan fasilitas kerja yang dapat memperbaiki postur kerja

3. Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan adalah data yang diperoleh dari hasil wawancara baik dengan pekerja secara langsung ataupun pihak-pihak yang bertanggung jawab serta melihat catatan-catatan yang ada di perusahaan yang berhubungan dengan penelitian ini.

4. Pengolahan Data

Pengolahan data yang digunakan sudah tertuang pada Bab III. Pengolahan data yang dilakukan adalah penilaian postur kerja yang ada dengan menggunakan worksheet OWAS, perhitungan data antropometri tubuh karyawan yang mencakup uji keseragaman data, uji kecukupan data dan perhitungan persentil.

5. Analisis dan Evaluasi

Analisis yang dilakukan adalah dengan membandingkan antara teori dengan hasil-hasil penelitian yang sudah ada. Analisis ini dilakukan berdasarkan skor hasil kombinasi postur kerja yang didapat dari hasil metode OWAS dalam pengolahan data yang dibandingkan dengan tabel kategori tindakan OWAS. Menganalisa fasilitas kerja yang ada saat ini dan mengusulkan rancangan fasilitas kerja yang baik.

6. Kesimpulan

Menyimpulkan penelitian yang telah dilaksanakan sesuai dengan permasalahan dan tujuan yang seharusnya dicapai dan memberikan saran yang sesuai dengan analisis pemecahan masalah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Rancangan fasilitas kerja baru pada bagian pallet dapat mengurangi keluhan kerja pada karyawan. Karyawan tidak lagi mengangkat box produk jadi ke kayu pallet tetapi hanya mendorong sekaligus menyusunnya.
2. Postur kerja yang dinilai dengan OWAS menghasilkan dua tahap yang harus diperbaiki yaitu tahap awal, dengan kegiatan mengambil box produk jadi dari conveyor roller, skor OWAS 3. (diperlukan beberapa waktu ke depan) dan tahap akhir, dengan kegiatan meletakkan sekaligus menyusun box produk jadi di atas kayu pallet, skor OWAS 5 (tindakan dalam waktu dekat).
3. Keluhan *Musculoskeletal* yang terdapat pada otot bagian pinggang (LBP) yang timbul saat bekerja dapat ditanggulangi dengan merancang fasilitas kerja yang baru dimana ketinggian conveyor dan kayu pallet dirancang berdasarkan dimensi tubuh karyawan.

5.2. Saran

1. Agar penelitian ini dapat lebih dikembangkan pada bagian lain karena fasilitas kerja yang belum mempertimbangkan dimensi tubuh manusia.
2. Kepada pihak perusahaan agar memperhatikan postur kerja karyawan yang dapat menimbulkan keluhan pada bagian tubuh karyawan.

DAFTAR PUSTAKA

- Eko Nurmianto, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Cetakan ke 23, Gramedia, Jakarta, 2000.
- Neville Stanton, Alan Hedge, Karel Brookhuis, *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*, CRC Press, New York, Washington, D.C. 2005.
- Ronald E.W. dan R.H. Myers, *Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insyur dan Ilmuwan*, edisi ke-4, Penerbit : ITB Bandung, 1995.
- Sutalaksana, I.Z, dkk, *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung : Penerbit ITB, 1982.
- Santoso G, Dr, Drs, M.Kes, *Ergonomi Manusia, Peralatan dan Lingkungan*, cetakan I, Prestasi Pustaka, Jakarta, 2004.
- Sritomo, W, *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, Edisi Pertama, Penerbit : PT. Guna Widya, Surabaya, 1995.
- Suma'mur, DR.PK, M.Sc, *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*, Jakarta : Gunung Agung, 1989.
- Tarwaka, Solichu, Sudiajeng, L, *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Uniba Press. Surakarta, 2004.

LAMPIRAN 1

TABEL DISTRIBUSI NORMAL

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0008	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0018	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0036	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0060	0.0058	0.0056	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0050	0.0049	0.0048
-2.4	0.0075	0.0072	0.0070	0.0069	0.0067	0.0066	0.0064	0.0063	0.0062	0.0061
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0098	0.0096	0.0094	0.0093	0.0091	0.0089
-2.2	0.0138	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0186	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0238	0.0233
-1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0448	0.0440	0.0432	0.0424	0.0416	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0377
-1.6	0.0548	0.0537	0.0528	0.0519	0.0510	0.0501	0.0491	0.0481	0.0471	0.0461
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0605	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0722	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0836	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1516	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1686	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3080	0.3045	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3377	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5676	0.5714	0.5753

0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9958	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

LAMPIRAN 2

TABEL UJI NORMAL KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST

Tabel.1. Nilai D Untuk Kolmogorov-Smirnov One-Sample Test

Sample size (n)	Level of significance for $D = \text{maximum } F_n(X) - F_n(X)$				
	.25	.15	.10	.05	.01
1	.900	.925	.950	.975	.995
2	.684	.726	.776	.842	.929
3	.565	.597	.642	.708	.828
4	.494	.525	.564	.624	.733
5	.446	.474	.510	.565	.669
6	.410	.436	.470	.521	.618
7	.381	.405	.438	.486	.577
8	.358	.381	.411	.457	.543
9	.339	.360	.388	.432	.514
10	.332	.342	.368	.410	.490
11	.307	.326	.352	.391	.468
12	.295	.313	.338	.375	.450
13	.284	.302	.325	.361	.433
14	.274	.292	.314	.349	.418
15	.266	.283	.304	.338	.404
16	.258	.274	.295	.328	.392
17	.250	.266	.286	.318	.381
18	.244	.259	.278	.309	.371
19	.237	.252	.272	.301	.363
20	.231	.246	.264	.294	.356
25	.21	.22	.24	.27	.32
30	.19	.20	.22	.24	.29
35	.18	.19	.21	.23	.27
Over 35	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

Tabel.2. Nilai D Untuk Kolmogorov-Smirnov Two-Sample Test
(Sampel besar: Uji dua sisi)

Level of Significance	Nilai dari D yang cukup besar untuk menolak Ho pada level of significance tertentu, dimana D = maksimum selisih $F_1 - F_2$
.10	$1.22 \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$
.05	$1.36 \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$
.025	$1.48 \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$
.01	$1.63 \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$
.005	$1.73 \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$
.001	$1.95 \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$