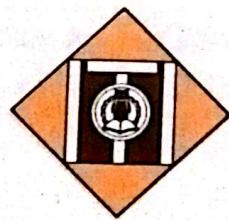


**USULAN PERANCANGAN SISTEM KERJA DENGAN
PENDEKATAN ERGONOMI PADA WORKSHOP
PT. POLESTA ANGGRADIANI**

*Tugas Sarjana
d diajukan untuk memenuhi persyaratan Sarjana Strata Satu*

Oleh :

**WIYANTI PURWANINGSIH
(013950108)**



**JURUSAN TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
SERPONG
1999**

Jakarta, 22 April 1999

Kepada Yth.

Ketua Jurusan Teknik dan Manajemen Industri.

Bersama ini saya sampaikan Tugas Sarjana dengan Judul :

**USULAN PERANCANGAN SISTEM KERJA
DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI PADA
WORKSHOP PT.POLESTA ANGGRADIANI**

Oleh : Wiyanti Purwaningsih (013950108)

Tugas Sarjana ini telah saya baca dan setujui untuk memenuhi persyaratan
Sidang Sarjana, Program Strata Satu Jurusan Teknik dan Manajemen Industri.

Ir. Benjamin C.H. Nendissa, MSIE
Dosen Pembimbing

**USULAN PERANCANGAN SISTEM KERJA DENGAN
PENDEKATAN ERGONOMI PADA WORKSHOP
PT. POLESTA ANGGRADIANI**

Oleh :

**WIYANTI PURWANINGSIH
(013950108)**

Disetujui dan diterima sebagai Tugas Sarjana pada Jurusan Teknik dan Manajemen
Industri Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Indonesia



Ir. Benjamin C.H. Nendissa, MSIE
Ketua Jurusan Teknik dan Manajemen Industri

Untuk orang - orang yang kusayang : Bapak, Ibu, Kakak, Adik,

Saudara - Saudara serta Mas-Ku

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas sarjana ini dengan baik. Tugas sarjana ini dengan judul “Usulan Perancangan Sistem Kerja Dengan Pendekatan Ergonomi Pada Workshop PT. Polesta Anggradiani”.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada **kedua orang tua** penulis yang dengan ikhlas dan sepenuh hati membesar dan memberikan doa kepada penulis semoga ananda tetap menjadi anak yang selalu berbakti dan menyenangkan kedua orang tua, juga kepada kakakku **mas Teguh** dan adikku **Yudi** atas dukungan dan bantuannya selama penyelesaian tugas akhir ini.

Kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuannya sehingga dapat melancarkan tugas akhir ini, maka penulis juga mengucapkan terima kasih kepada sedalam-dalamnya kepada :

1. **Bapak Ir. Bendjamin CH. Nendissa, MSIE** selaku Dosen Pembimbing Tugas Sarjana sekaligus Ketua Jurusan Teknik dan Manajemen Industri, Institut Teknologi Indonesia.
2. **Bapak Pimpinan, seluruh staf dan karyawan PT. Polesta Anggradiani** yang telah memberikan kesempatan untuk mengadakan penelitian dan membantu jalannya penelitian hingga berjalan dengan baik.

3. **Bapak Imam Utomo** yang telah memberikan pengarahan dan bimbingannya.
4. Seluruh staf yang ada di Jurusan Teknik dan Manajemen Industri yang telah dengan sabar dan baik membantu penulis dalam urusan kemahasiswaan.
5. Teman baikku **Ayi Sudibyo**, terima kasih atas persahabatan yang telah diberikan selama ini dan semua bantuannya yang mungkin penulis tidak dapat membalasnya.
6. Seluruh penghuni ‘Pink House’ **mas Kris, Kika, mas Ieus** (thank’s for everything) **mas Faldi-mbak Shinta, Nayank, Ori-Andri, Kiki-Berto** yang selalu menemani sehari-hari penulis dan memberikan banyak cerita yang tidak terlupakan, juga **Anom** dan **Muiz** atas semua bantuannya.
7. Teman-teman di Batan blok H/17 **Medi (Dian), Joyce (Jo)-Alex, Mary, Leni**, yang telah menjalani bersama awal perkuliahan dan hari-hari yang singkat selama disana.
8. Teman-teman seperjuanganku **Benk-benk (bengki)** makasih atas perhatian dan bantuannya, **Faisal, Yayan (keder)** makasih atas bukunya, **Christon, Nayank** makasih boleh ngeprint, ori temanku ‘asistensi’, **Rohim**.
9. Anak-anak Long Jhon **Obbie, Nizar, Dodi-Resa, Wenda, Ajie, Mustari, Michell, David, Rama, Teguh, Febriman, Aji (benga), Aldi** makasih atas segala bantuannya baik yang langsung maupun yang tidak langsung dan pertemanan selama ini.
10. Anak-anak Ax 4 **Afrie, Rini, Nitha ‘Nyit-nyit’ , Nitha Asrina** (temanku PLO dan ~~tuhan~~ perjalanan pulang), **Komang, Sherly** yang paling lama

menghabiskan hidupnya di Ax 4 dan semua yang telah dilakukan bersama-sama.

11. Teman-temanku **Ira, Artha** makasih buat curhat-curhatnya dan semua yang udah dilakukan bersama.
12. Seluruh anak-anak TI'95 **Leila** makasih untuk tumpangannya untuk telepon-teleponnya untuk cerita-ceritanya untuk yang direncanakan tetapi selalu gagal dsg deh, **Melani** makasih buat bantuan sertifikatnya, **Santy, Indra (Gepeng)** temanku **APK , Ferdinand** temanku membuat tugas, **Sari, Eko, Anca, Ela** makasih buat tugas SIMnya maaf nggak bisa banyak bantu, **Putri, Riki** kiriman kuenya lagi dong, **Nana, Ratna, Fitri, Jarot, Ade 'ceper'** makasih buat kartu perpustnya sama printernya choy, **Andhika, Pandu, Aan, Ilman , Yudi (silk), Fauzi, Gomfie, Mahendra** yang selalu kompak dalam menjalani kuliah dan semua orang yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Jakarta, 21 April 1999

Penulis

ABSTRAKSI

Dalam suatu usaha disain interior dan furniture keberadaan workshop atau bengkel kerja sebagai fasilitas pembuatan barang atau produk hasil penuangan ide rancangan disain adalah sangat penting. Dari bengkel kerja tersebut diharapkan menghasilkan suatu produk yang mempunyai kualitas yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan oleh perancang disain, sehingga dapat memuaskan para konsumennya. Agar dapat menghasilkan produk yang baik maka sistem kerja dari workshop atau bengkel kerja harus mempunyai kinerja yang baik, untuk mencapai tujuan yang demikian perlu dilakukan perancangan dan perbaikan sistem kerja (workshop).

Di bengkel kerja PT. POLESTA ANGGRADIANI sebagai tempat penelitian, akan dikumpulkan data-data dari komponen-komponen sistem kerja yang kemudian dianalisa untuk mengetahui bagian-bagian dari sistem kerja yang perlu diperbaiki dengan menggunakan pendekatan Ergonomi secara kualitatif, sehingga dapat dibuat suatu rancangan sistem kerja yang lebih baik. Diharapkan hasil rancangan sistem kerja yang baru dapat memberikan hasil kinerja yang lebih baik dari pada sistem kerja yang lama.

Rancangan sistem kerja yang baru bersifat usulan untuk memberi gambaran dan pandangan baru kepada pihak perusahaan tentang sistem kerja workshop yang dianggap baik secara teoritis.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

i

DAFTAR ISI

iv

DAFTAR GAMBAR

viii

DAFTAR TABEL

x

ABSTRAKSI

BAB I PENDAHULUAN

I.1.	Latar Belakang Masalah	I - 1
I.2.	Pokok Permasalahan	I - 2
I.3.	Pentingnya Permasalahan	I - 3
I.4.	Tujuan Penelitian	I - 3
I.5.	Pembatasan Masalah	I - 3
I.6.	Sistematika Penulisan	I - 4

BAB II LANDASAN TEORI

II.1.	Sistem Kerja	II - 1
II.1.1	Komponen Sistem Kerja	II - 2
II.1.2	Pengukuran Sistem Kerja	II - 4
II.1.3	Kualitas Hasil Kerja	II - 8
II.2	Perancangan Stasiun Kerja	II - 10
II.2.1	Penggunaan Ergonomi dalam Merancang Stasiun Kerja	II - 10
II.2.2	Tata Letak Tempat Kerja	II - 14

II.2.3	Penggunaan Data Anthropometri dalam Perancangan Stasiun Kerja	II - 19
II.2.4	Penyesuaian Data Anthropometri	II - 20
II.2.5	Rancangan Tata Letak Tempat Kerja Industri untuk Operator Duduk	II - 23
II.2.6	Penentuan Dimensi Tempat Kerja untuk Operator Duduk	II - 24
II.3	Kondisi Lingkungan Kerja	II - 29
II.3.1	Temperatur	II - 30
II.3.2	Kelembaban	II - 32
II.3.3	Sirkulasi Udara	II - 32
II.3.4	Penerangan	II - 33
II.3.5	Kebisingan	II - 36
II.3.6	Warna	II - 38
II.4	Uji Keseragaman dan Kecukupan Data	II - 39
II.4.1	Menghitung Keseragaman Data	II - 39
II.4.2	Menghitung Kecukupan Data	II - 41
II.4.3	Menghitung Persentil	II - 42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1	Penelitian Pendahuluan	III - 1
III.2	Identifikasi Permasalahan dan Penetapan Tujuan	III - 3
III.2.1	Identifikasi Permasalahan	III - 3
III.2.2	Penetapan Tujuan	III - 3
III.3	Studi Pustaka	III - 3
III.4	Pengumpulan dan Pengolahan Data	III - 4
III.5	Analisa dan Perancangan Kerja	III - 4

III.6. Usulan Perancangan	III - 5
III.7 Kesimpulan dan Saran	III - 5

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

IV.1 Data Umum Perusahaan	IV - 1
IV.2 Proses Pengerjaan	IV - 3
IV.3 Sistem Kerja	IV - 5
IV.4 Dimensi Sistem Kerja	IV - 6
IV.5 Data Anthropometri	IV - 13
IV.6 Data Faal Kerja	IV - 14

BAB V ANALISA DAN PERANCANGAN

V.1 Analisa secara Keseluruhan dari Sistem Kerja Lama	V - 1
V.2 Analisa Ergonomi	V - 2
V.2.1 Analisa Anthropometri	V - 3
V.2.2 Analisa Faal Kerja	V - 5
V.2.3. Analisa Biomekanika	V - 7
V.2.4 Analisa Penginderaan	V - 10
V.2.5 Analisa Psikologi Kerja	V - 11
V.3 Analisa Lingkungan Sistem Kerja	V - 12
V.4 Perancangan Sistem Kerja	V - 13
V.4.1 Perancangan Mesin dan Peralatan	V - 13
V.4.2 Perancangan Tata Letak Areal Pengerjaan	V - 23

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan	VI - 1
VI.2 Saran	VI - 2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Identifikasi Dimensi dan Karakteristik Tubuh	II - 22
Gambar 2.2.	Daerah Kerja dan Kelonggaran Normal dan Maksimum dalam Arah Horisontal untuk Operator Pria dan Wanita dalam Posisi Duduk/Berdiri	II - 24
Gambar 2.3.	Daerah Kerja dan Kelonggaran Normal dan Maksimum dalam Arah Vertikal untuk Operator Pria dan Wanita dalam Posisi Duduk	II - 25
Gambar 2.4.	Notasi untuk Perhitungan Ketinggian Stasiun Kerja	II - 28
Gambar 3.1.	Kerangka Pemecahan Masalah	III - 2
Gambar 4.1.	Denah Letak Workshop	IV - 2
Gambar 4.2.	Aliran Proses Penggeraan Berdasarkan Tata Letak Workshop	IV - 4
Gambar 4.3.	Tata Letak Ruang dan Peralatan	IV - 7
Gambar 4.4.	Mesin Potong Plat Manual	IV - 8
Gambar 4.5.	Mesin Potong Listrik	IV - 8
Gambar 4.6.	Alat Pelintir Manual	IV - 9
Gambar 4.7.	Alat Tekuk Manual	IV - 10
Gambar 4.8.	Mesin Gerinda Listrik	IV - 10
Gambar 4.9.	Mesin Bor Listrik	IV - 11
Gambar 4.10.	Mesin Las Listrik	IV - 11
Gambar 4.11.	Generator Diesel	IV - 12
Gambar 4.12.	Mesin Kompresor	IV - 12

Gambar 5.1	Tik Berat pada Posisi Singkir	V - 9
Gambar 5.2	Posisi Kepala dengan Tindik Bergerak	V - 7
Gambar 5.3	Mata Mengikuti	V - 18
Gambar 5.4	Centrik Model Kunci Operator Mengikuti	V - 17
Gambar 5.5	Ranjangan Mata Atas Posisi	V - 39
Gambar 5.6	Aksi Tindik Manual	V - 22
Gambar 5.7	Tujuan dan Workshop yang Rencana	V - 24

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Penerangan Ruangan Tempat Kerja	II - 35
Tabel 2.2.	Pedoman Intensitas Penerangan	II - 35
Tabel 2.3.	Refleksi Permukaan	II - 36
Tabel 2.4.	Skala Intensitas Kebisingan	II - 37
Tabel 4.1.	Data Anthropometri Tenaga Kerja Pria	IV - 13
Tabel 4.2.	Pemakaian Energi Berdasarkan Sikap Badan Saat Bekerja	IV - 14
Tabel 4.3.	Pemakaian Energi Berdasarkan Jenis Pekerjaan	IV - 15

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah

Sektor industri saat ini sedang tumbuh dengan cepat menjelang era pasar bebas yang akan menimbulkan persaingan industri dalam menghasilkan produk berkualitas maupun produk yang benar-benar diperlukan oleh masyarakat. Bersamaan dengan semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan barang konsumsi kerena semakin banyaknya jumlah penduduk dan semakin tingginya taraf hidup, timbul suatu masalah mengenai semakin terbatasnya tempat tinggal yang nyaman dan aman. Dengan adanya masalah ini memaksa para pemilik rumah untuk melakukan suatu renovasi dari areal tempat tinggalnya yang terbatas menjadi terasa luas dan nyaman.

Dengan adanya gejala yang tersebut di atas maka sektor industri dalam bidang disain interior dan funiture menjadi bersemangat dan akan semakin berkembang di masa-masa yang akan datang. Seiring dengan semakin bertambahnya kebutuhan dalam bidang disain interior dan funiture ini, perlu ditingkatkan kinerja dari workshop atau bengkel kerja yang menjadi fasilitas untuk merealisasikan ide dan kreatifitas dari perancang disain interior dan funiture. Dengan adanya peningkatan kinerja dari workshop ini diharapkan kualitas produk yang dihasilkan menjadi baik dan sesuai dengan yang diharapkan oleh perancang disain maupun konsumen.

Dengan berlandaskan pandangan tersebut, maka dipilih workshop dari PT. POLESTA AGRADIANI yang bergerak dibidang disain interior dan pembuatan funiture sebagai tempat pengamatan dan penelitian sistem kerja untuk dianalisa mengenai kondisi dan keadaannya agar dapat diketahui apakah sistem kerja dari workshop tersebut sudah baik atau masih perlu dilakukan perbaikan, dengan harapan dapat memberikan gambaran dan masukan mengenai analisa dan perbaikan sistem kerja dari suatu workshop atau bengkel kerja, khususnya di bidang barang interior dan funiture.

I.2 Pokok Permasalahan

Karena sebagian besar proses produksi dilakukan oleh tenaga manusia maka perlu diperhatikan kenyamanan dan keamanan para pekerja dalam melakukan aktivitas, sehingga para pekerja tidak mengalami kelelahan yang berlebihan pada bagian tertentu, menimbulkan rasa bosan pada pekerja sehingga dapat mempengaruhi produktivitas pekerja dan kualitas produk. Untuk itu perlu dilakukan analisa dan perancangan sistem kerja yang baik serta penggunaan alat yang ergonomis bagi para pekerja. Perancangan sistem kerja dan peralatan kerja dapat dilakukan dengan cara mengukur dimensi tubuh manusia sehingga diperoleh peralatan kerja yang ergonomis. Sedangkan untuk merancang suatu sistem kerja perlu diamati proses penggerjaan pada sistem kerja, pengukuran dimensi peralatan kerja dan kondisi kerja.

I.3 Pentingnya Permasalahan

Dalam tugas akhir ini penulis akan mengemukakan analisa dan perancangan sistem kerja dengan memperhatikan segi ergonomi dari peralatan, kondisi dan lingkungan kerja sehingga para pekerja dapat bekerja dengan aman dan nyaman.

Dengan pengaturan peralatan dan sistem kerja yang baik, maka dapat diharapkan akan memberikan manfaat kepada para pekerja berupa rasa aman, nyaman dan tidak cepat lelah dalam bekerja.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah memberikan gambaran dan masukan tentang analisa dan perbaikan terhadap sistem kerja, dengan harapan sistem kerja yang baik akan diperoleh peningkatan hasil kerja sehingga dapat dihasilkan produk yang berkualitas tinggi.

I.5 Pembatasan Masalah

Melihat permasalahan yang luas dan kompleks, untuk dapat dianalisa secara kuantitatif dan mendalam maka studi ini tidak dapat mencakup semua hal yang terkait. Dalam penulisan tugas akhir ini terdapat beberapa pembatas yang perlu diperhatikan agar dalam penyelasaian masalah ini dapat diperoleh.

Beberapa batasan masalah dan pendekatan masalah yang dikemukakan antara lain :

1. Analisa dan perancangan sistem kerja dan peralatan
2. Luas lantai area produksi bersifat tetap
3. Kondisi lingkungan kerja yang diamati adalah temperatur, sirkulasi, penerangan dan kebisingan
4. Sebagai data Antropometri menggunakan data sekunder yang diperoleh dari ITI yang merupakan data Antropometri tenaga kerja Jawa Barat

Keseluruhan batasan masalah dan pendekatan masalah ditujukan kepada areal workshop dari PT. POLESTA ANGGRADIANI.

I.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan ini penulis berpedoman pada kriteria penyusunan laporan yang telah diperoleh dalam mata kuliah Metodologi Penelitian dengan membagi menjadi 6 (enam) bab yang saling berkaitan antara satu dengan yang lain.

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini mengemukakan latar belakang permasalahan, pokok permasalahan, pentingnya permasalahan, pembatasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bagian ini akan dikemukakan beberapa teori yang mendukung penyelesaian permasalahan yang ada, dengan menguraikan berbagai rumus teoritis yang berhubungan dengan tujuan, metodologi serta analisis terhadap studi ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi dan landasan teori yang menunjang pemecahan masalah. Dalam bab ini akan dikembangkan beberapa teori yang mendasari pemecahan masalah serta menunjukkan beberapa langkah pelaksanaan penelitian.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan pengumpulan data dan informasi yang bertujuan untuk mempermudah penulis dalam menganalisa permasalahan. Data tersebut merupakan data penunjang dan masih berupa data mentah yang kemudian dilakukan pengolahan data terebut.

BAB V : ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM KERJA

Bab ini merupakan inti dari penulisan tugas akhir, dimana disajikan hasil pengolahan data yang kemudian dianalisa, dilakukan pembahasan dan perancangan terhadap sistem kerja. Bab ini juga akan menjadi dasar untuk kesimpulan dan saran.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab yang terakhir ini berisikan kesimpulan yang dapat ditarik dari seluruh rangkaian penelitian yang dilakukan, serta saran yang bermanfaat bagi perusahaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

Salah satu bidang kajian teknik industri adalah perancangan sistem kerja yang bertujuan untuk mendapatkan sistem kerja yang terbaik (atau lebih baik). Suatu sistem kerja dikatakan baik jika sistem kerja tersebut memiliki efisiensi dan produktifitas yang tinggi. Efisiensi diartikan sebagai penghematan input sistem kerja, sedangkan produktifitas dimaksudkan sebagai perbandingan antara output yang dihasilkan dengan input yang masuk ke dalam sistem kerja.

II.1 Sistem Kerja

Untuk mendapatkan menganalisa dan rancangan sistem kerja yang baik maka perlu ditinjau komponen-komponen membentuk sistem kerja. Setiap komponen yang terlibat dalam sistem kerja akan diteliti kondisinya, sehingga segala kekurangan dan kelemahan yang ada pada setiap komponen bisa dianalisis dan dicari penyebabnya untuk kemudian diperbaiki. Setelah dapat diidentifikasi tentang komponen-komponen sistem kerja kita dapat melakukan pengukuran sistem kerja untuk mengetahui tingkat keberhasilan suatu sistem kerja berdasarkan kriteria pengukuran sistem kerja tertentu. Untuk mengetahui keberhasilan dari suatu sistem kerja dapat juga dinilai dari kualitas hasil kerja dari sistem kerja yang hendak dinilai

II.1.1 Komponen Sistem Kerja

Dalam setiap sistem kerja terdapat empat komponen, yaitu manusia, bahan, mesin atau peralatan, serta lingkungan kerja. Perbaikan dan perancangan terhadap suatu sistem kerja harus memperhatikan keempat komponen tersebut.

(I) *Manusia*

Peranan manusia dalam sistem kerja adalah sebagai perancang, pelaksana dan pengevaluasi. Manusia sebagai pekerja merupakan variabel hidup dengan berbagai sifat dan kemampuannya memberi pengaruh yang sangat besar atas keberhasilan sistem kerja. Dalam merancang sistem kerja perlu diketahui segala kelebihan dan keterbatasan manusia dalam melakukan pekerjaannya. Diharapkan dari hasil rancangan sistem kerja akan diperoleh suatu kesatuan antara manusia dengan pekerjaannya. Untuk itu harus dicapai suatu kondisi yang memungkinkan manusia merasakan kenyamanan dan keamanan dalam bekerja agar manusia bisa bekerja secara efisien, dalam artibeban (fisik, mental dan sosial) yang dia keluarkan sekecil mungkin, dengan tingkat produktifitas yang tinggi. Kesesuaian antara manusia dengan komponen sistem kerja lain akan sangat penting untuk diperhatikan. Karena dalam melakukan pekerjaannya manusia tidak terlepas dari komponen-komponen tersebut.

(2) *Bahan*

Pengertian bahan disini adalah segala sesuatu yang akan diproses dalam suatu sistem kerja. Bahan bisa dikatakan input yang masuk ke dalam sistem kerja dan setelah dikerjakan oleh manusia, baik secara manual maupun dengan bantuan mesin dan peralatan, maka akan menjadi output sistem kerja. Untuk diperoleh output yang baik maka harus ada kesesuaian antara bahan dengan manusia dan peralatan yang berlaku sebagai pemroses. Penyesuaian yang dilakukan terhadap bahan meliputi ukuran atau dimensi, bentuk, warna dan faktor-faktor lain berpengaruh terhadap proses dalam sistem kerja.

(3) *Mesin dan Peralatan*

Komponen ini berupa segala sesuatu yang membantu manusia dalam memproses input sistem kerja. Manusia sebagai komponen yang akan menangani mesin dan peralatan harus bisa mengontrol jalannya mesin dan penanganan alat. Mesin dan peralatan yang baik harus mudah digunakan oleh manusia dengan aman dan nyaman. Agar dapat dicapai keadaan tersebut maka harus dirancang mesin dan peralatan dengan ukuran, bentuk serta faktor-faktor lain yang sesuai dengan kondisi pemakainya dan bahan yang diproses

(4) Lingkungan Kerja

Dalam melakukan pekerjaannya manusia tidak bisa terlepas dari kondisi lingkungan kerjanya. Manusia bisa bekerja dengan baik jika lingkungan tempat dia bekerja dirasakan nyaman untuk bekerja. Kondisi lingkungan kerja yang biasanya berpengaruh terhadap hasil kerja manusia adalah : temperatur, kelembaban, penerangan, kebisingan dan getaran. Walaupun kondisi tersebut bersifat fisik tetapi pengaruhnya bukan hanya terhadap beban fisik saja, melainkan juga akan berpengaruh terhadap beban mental yang dialami manusia. Perancangan sistem kerja akan menyesuaikan lingkungan fisik dengan kondisi yang diinginkan oleh manusia.

II.1.2 Pengukuran Sistem Kerja

Tujuan perancangan sistem kerja adalah untuk mendapatkan sistem kerja yang memiliki efisiensi dan produktifitas yang tinggi. Ada beberapa macam kriteria yang digunakan untuk mengukur keberhasilan suatu sistem kerja sehingga suatu sistem kerja bisa dikatakan efisien dan produktif. Kriteria tersebut adalah : kriteria hasil kerja, kriteria fisiologis, kriteria psikologis dan kriteria sosiologis.

(a) Kriteria Hasil Kerja

Kerja yang dilakukan manusia terhadap bahan atau input suatu sistem kerja diharapkan mempunyai hasil yang optimum. Hasil kerja bisa diukur dari segi

kuantitas dan kualitasnya. Kuantitas diartikan sebagai jumlah satuan output yang telah diproses dan dihasilkan dalam suatu sistem kerja. Untuk mengukur besarnya kuantitas ini bisa dilakukan secara langsung dengan menghitung jumlah output per satuan waktu tertentu atau bisa juga dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk menghasilkan atau memperoleh satu output, dalam hal ini disebut sebagai waktu baku. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu output maka kuantitas yang dihasilkan sistem kerja tersebut berarti semakin besar. Kriteria lain untuk mengukur hasil suatu sistem kerja adalah berdasarkan kualitas output yang dihasilkan sistem kerja. Semakin sedikit cacat yang dihasilkan maka kualitas outputnya semakin tinggi. Terdapat kecenderungan bahwa untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang tinggi biasanya memerlukan waktu baku yang lama, atau sebaliknya pekerjaan yang dilakukan dengan waktu yang singkat akan menghasilkan produk dengan kualitas yang rendah. Melalui perancangan sistem kerja akan dicoba meningkatkan hasil kerja, baik dari segi kuantitas maupun kualitas sehingga bisa dihasilkan produk yang berkualitas tinggi dengan waktu baku yang singkat.

(b) Kriteria Fisiologis

Kerja fisik akan mengakibatkan perubahan pada fungsi alat-alat tubuh, yang dapat dideteksi melalui : konsumsi oksigen, denyut jantung, peredaran udara

dalam paru-paru, temperatur tubuh, konsentrasi asam laktat dalam darah, komposisi kimia dalam darah dan air seni, tingkat penguapan dan faktor lainnya

Kerja fisik mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung, yaitu dengan pengukuran kecepatan denyut jantung dan konsumsi oksigen. Semakin tinggi kecepatan denyut jantung, maka konsumsi oksigen semakin besar dan semakin besar pula konsumsi energi.

Sistem kerja dikatakan baik berdasarkan kriteria fisiologis jika manusia atau pekerja yang terlibat didalamnya menerima beban fisik yang masih dalam batas kemampuannya. Sistem kerja yang mengharuskan pekerjanya menerima beban fisik secara berlebihan pada akhirnya justru akan menurunkan produktifitas sistem kerja tersebut. Karena beban fisik yang melebihi kemampuan tubuh manusia akan merusak organ tubuh sehingga kemampuan fisiknya akan mengalami degradasi.

(c) *Kriteria Psikologis*

Kriteria ini berkaitan dengan beban mental yang dialami pekerja dalam suatu sistem kerja. Semakin tinggi tingkat teknologi maka usaha fisik digantikan

oleh usaha mental. Pengukuran beban mental biasanya lebih sulit dilakukan daripada pengukuran beban fisik.

Tiga teknik yang biasa dipakai untuk mengukur beban mental adalah penilaian subyektif, behavioral timesharing, dan indeks psikologi. Penilaian subyektif dilakukan dengan menanyakan pada pekerja berdasarkan pengalamannya untuk dinyatakan dalam bentuk angka. Behavioral timesharing memerlukan performansi satu sisi tugas yang simultan, selama berlangsungnya tugas utama. Tingkat penurunan pada tugas sampingan dinyatakan sebagai indeks beban mental. Teknik psikologi membutuhkan pengukuran denyut jantung dan gelombang otak yang simultan, yang kemudian diinterpretasikan sebagai indeks beban mental. Kedua teknik terakhir membutuhkan peralatan dan teknik pengumpulan data yang rumit. Karena itu biasanya para peneliti lebih sering memakai penilaian subyektif, walaupun interpretasi mereka tidak jelas.

Cara termudah untuk mendapatkan penilaian subyektif dari beban mental adalah dengan menanyakan operator untuk memperkirakan beban mental pada pekerjaan khusus dengan memberikan angka pada skala tertentu. Penting untuk mendapatkan penilaian dari pekerja yang telah berpengalaman yang melakukan pekerjaan sesuai dengan nilai yang dicapai atau yang memberikan penilaian berdasarkan ingatannya.

(d) *Kriteria Sosiologis*

Hubungan antara seorang pekerja dengan para pekerja lainnya atau para pekerja dengan pengawasnya ataupun hubungan antara para pekerja dengan pihak manajemen bisa dijadikan tolok ukur keberhasilan suatu sistem kerja. Sistem kerja yang baik akan mengkondisikan suatu hubungan yang harmonis antara para pekerja, pengawas dan pihak manajemen sehingga bisa diperoleh tingkat produktifitas yang tinggi dari sistem kerja tersebut.

II.1.3 Kualitas Hasil Kerja

Salah satu cara untuk mengukur keberhasilan sistem kerja berdasarkan kriteria hasil adalah dengan meneliti kualitas hasil kerja sistem tersebut. Kegagalan sistem yang utama sebagian besar disebabkan oleh cacat produksi yang antara lain disebabkan oleh kesalahan manusia dalam menggunakan mesin ataupun peralatan pada sistem kerja.

Kesalahan yang dilakukan oleh operator pada suatu sistem kerja akan mengakibatkan kegagalan produksi yang diharapkan sesuai dengan spesifikasi standar. Cacat dalam produksi dapat disebabkan oleh dua sumber utama, yaitu :

- (1) Operator mengubah ketentuan standar yang standar yang digariskan.
- (2) Petugas pemeriksaan kurang teliti dalam menguji hasil produksi.

Faktor Kesalahan yang ditimbulkan oleh operator antara lain disebabkan oleh program pelatihan yang kurang memadai, kurangnya motivasi kerja, dan akibat

situasi di luar pekerja yang memungkinkan pekerja membuat kesalahan. Situasi tersebut adalah :

- (1) Stasiun kerja yang kurang baik atau kurang cocok dengan operator (ruang kerja dan tata letak buruk)
- (2) Kondisi lingkungan yang buruk sehingga operator tidak bisa bekerja dengan nyaman. Misalnya temperatur terlalu tinggi atau terlalu rendah, suara terlalu bising, penerangan kurang atau berlebihan dan adanya getaran yang mengganggu. Kondisi tersebut lama kelamaan akan mengakibatkan kerusakan pada organ tubuh manusia.
- (3) Rancangan human engineering yang tidak memadai, seperti mesin-mesin, perkakas tangan, dan peralatan uji yang tidak sesuai dengan operator. Faktor ini dapat mempengaruhi sistem kerja dan hasilnya, sebagai akibat dari kesulitan-kesulitan yang ditimbulkan oleh peralatan atau perkakas yang tidak sesuai dengan manusia.
- (4) Metode-metode penanganan, pengangkutan, penyimpanan dan pemeriksaan yang tidak memadai.
- (5) Informasi rencana kerja tidak tersedia.
- (6) Pengawasan kerja yang buruk.

Jika sumber penyebab kesalahan tersebut bisa dihilangkan maka akan didapatkan situasi kerja yang menguntungkan dalam upaya menanggulangi kesalahan yang dilakukan oleh operator.

II.2 Perancangan Stasiun Kerja

Perancangan sistem kerja tak lepas dari suatu konsep dasar berupa konsep perancangan rekayasa (*Engineering design*) bahwa walaupun bentuk suatu sistem itu adalah kompleks maupun sederhana namun selalu dihubungkan dan disesuaikan dengan manusia.

Morris Asimow mendefinisikan bahwa kegiatan perancangan rekayasa berguna untuk tujuan pemenuhan kebutuhan manusia dengan menggunakan faktor-faktor teknologi yang terdapat pada masyarakat (N.L. Svenson, *Introduction to Engineering Design*, hal.19. 1979)

Berdasarkan definisi tersebut suatu sistem kerja dapat bersifat kompleks maupun sederhana, untuk melakukan rancangan sistem kerja dapat dilakukan pendekatan secara partis dengan melakukan perancangan stasiun kerja karena dapat dikatakan stasiun kerja merupakan bentuk sistem kerja yang sederhana.

Dalam perancangan sistem kerja dapat digunakan beberapa pendekatan pada hal-hal yang ada atau terkait dalam sistem kerja, yang akan diuraikan lebih jauh pada penjabaran di bawah ini.

II.2.1 Penggunaan Ergonomi dalam Merancang Stasiun Kerja

Tujuan umum ergonomi atau faktor-faktor manusia dalam merancang stasiun kerja adalah menyesuaikan kebutuhan kerja dan kemampuan operator sehingga stasiun kerja tersebut dapat memaksimalkan performansi kerja operator dan seluruh

sistem, kepuasan fisik dan mental serta keamanan operator. Penelitian-penelitian ergonomi telah menghasilkan data yang luas, teori, prinsip dan metode yang berhubungan dengan tujuan perancangan di atas. Berikut ini prinsip-prinsip umum perancangan stasiun kerja :

1. Meminimasi beban statis, karena beban statis ini akan menyebabkan ketegangan otot, tendon, sendi dan tulang belakang. Contoh beban statis : (a) memegang, mengangkat dan membawa dengan tangan lebih-lebih jika lengan terlalu diregangakan, (b) berdiri pada satu posisi pada waktu yang lama, (c) melakukan pekerjaan tangan dengan lengan teregang atau terangkat, (d) duduk tanpa sandaran, (e) menarik atau mendorong benda yang berat, (f) membengkokkan badan ke depan, ke belakang atau ke samping secara berlebihan, (g) memakai peralatan tangan dengan pemegang yang tidak alami, (h) menundukkan atau menengadahkan kepala secara berlebihan.
2. Menggunakan kursi yang bisa disesuaikan atau diatur.
3. Tinggi tempat kerja ± 5 cm di bawah siku.
4. Pekerja dapat memilih antara posisi duduk ataupun berdiri.
5. Kedua lengan dan kaki seharusnya dapat digunakan.
6. Kedua lengan bergerak simultan dengan gerakan : simetris dan berlawanan arah jika perhatian mata tidak dibutuhkan selama gerakan berlangsung dan paralel jika kontrol mata diperlukan

7. Gerakan lengan kontinyu dan membentuk lengkung. Gerakan lurus dengan arah dan kecepatan yang tiba-tiba berubah menyebabkan tidak efisien dan kelelahan.
 8. Gerakan lengan berada pada daerah normal, yaitu pada busur yang ditarik oleh tangan jika sudut antara lengan atas dan garis horizontal 65° .
 9. Gerakan lengan berporos pada siku
 10. Tangan yang biasa dipakai (kanan atau kiri) seharusnya digunakan karena biasanya lebih cepat, lebih kuat dan bisa menangani pekerjaan dengan lebih teliti daripada tangan yang tidak biasa dipakai.
 11. Gerakan memutar dilakukan dengan membengkokkan siku untuk menghindari tegangan yang berlebihan pada otot dan tendon.
 12. Untuk stasiun kerja yang membutuhkan perulangan gerakan yang tinggi maka perlu dianalisis dengan seksama.
 13. Alat, material dan kontrol ditempatkan pada tempat yang tetap, sehingga pekerjaan mencari dan memilih dapat dihilangkan.
 14. Stasiun kerja dirancang sebisa mungkin dapat dipakai oleh kebanyakan operator.
 15. Diperlukan gesekan yang cukup antara sol sepatu dan lantai untuk menghindari kecelakaan (jatuh karena terpeleset).
 16. Tiap alat yang dioperasikan dengan tangan dibuat agar sesuai dengan tangan dan dapat digunakan pada posisi tangan netral, dapat digunakan baik oleh tangan kiri maupun tangan kanan, ada pegangan tangannya, dan menggunakan otot yang sesuai serta dihindarkan dari gerakan satu jari yang berulang
-

17. Hilangkan atau kurangi pengaruh kondisi lingkungan yang tidak diinginkan, seperti suara bising, penerangan yang kurang memadai, dan temperatur yang terlalu tinggi atau terlalu rendah

Berdasarkan tujuan ergonomi dalam melakukan perancangan sistem kerja, maka ergonomi dapat digolongkan dalam 4 bidang penyelidikan yaitu :

1. Penyelidikan tentang display

Penyelidikan dalam bidang ini berkaitan erat dengan penginderaan dan psikologi kerja, jadi pada penyelidikan ini akan di analisa tentang masalah pencahayaan, tingkat kebisingan, polusi, dan suhu dari sistem kerja.

2. Penyelidikan tentang kekuatan fisik manusia

Pada bidang penyelidikan ini akan dibahas tentang kemampuan fisik manusia dalam penggunaan peralatan dan saat bekerja, sehingga pada bidang ini segi biomekanika dan faal kerja menjadi hal yang akan di analisa.

3. Penyelidikan tentang ukuran / dimensi dari tempat kerja

Penyelidikan ini dilakukan untuk merancang peralatan yang sesuai dengan dimensi tubuh manusia dengan segala keterbatasan geraknya, dalam penyelidikan ini

digunakan anthropometri sebagai alat bantu dalam mengukur dimensi tubuh manusia untuk membuat dimensi dari peralatan

4. Penyelidikan tentang lingkungan fisik

Penyelidikan ini berhubungan dengan kondisi lingkungan kerja yang berkaitan dengan cahaya, suara, warna, kelembaban, bau-bauan, getaran, dan sebagainya

II.2.2 Tata Letak Tempat Kerja

Tata letak tempat kerja yang baik harus sesuai dengan performansi sistem yang dibutuhkan dan pemakai tempat kerja tersebut. Rancangan yang ideal harus memperhatikan kemampuan dan keterbatasan pemakai serta harus dipastikan bahwa pekerja dapat melihat daerah kerja dengan jelas. Postur tubuh pekerja harus ditopang dan nyaman, dan kontrol harus dalam jangkauan untuk meminimasi kesalahan. Untuk itu harus dipertimbangkan aspek fisiologi, psikologi, lingkungan dan faktor-faktor dimensional yang akan berpengaruh pada performansi operator. Rancangan keseluruhan tergantung pada interaksi antara faktor-faktor tersebut.

Untuk memberikan kenyamanan pada operator maka sebuah tempat kerja yang optimum harus memberikan dukungan yang cukup pada postur tubuh, distribusi berat badan dan anggota badan yang seimbang, posisi badan yang alami dan membutuhkan sedikit usaha dan tenaga untuk mencapai daerah maksimum. Secara psikologi rancangan yang dapat menimbulkan motivasi kerja dapat dicapai jika

tempat kerja sederhana, menyenangkan, rapi, menarik, andal dan nyaman. Juga harus dipertimbangkan faktor lingkungan seperti pencahayaan, suhu, ventilasi, kebisingan dan getaran. Dimensi tempat kerja harus sesuai dengan karakteristik anthropometri pemakainya. Faktor dimensional yang berpengaruh terhadap tempat kerja adalah sebagai berikut :

- (1) Kontrol tubuh /postur dan distribusi berat badan
- (2) Lingkup jangkauan tangan
- (3) posisi mata menurut daerah displai

Tujuan dari perancangan stasiun kerja adalah :

- (i) mengukur dan memperbaiki produktifitas
- (ii) meningkatkan kepuasan dan kemampuan pekerja
- (iii) mengurangi kelelahan yang dialami operator
- (iv) memperbaiki lingkungan kerja
- (v) meminimasi kecelakaan kerja

Perancang dapat memperbaiki efisiensi operator dan mengurangi kelelahan pada pekerjaan manual dengan mengikuti prinsip ekonomi gerakan yang dihubungkan dengan susunan dan kondisi tempat kerja. Menentukan waktu baku diperlukan sebagai prosedur yang sistematis untuk mengembangkan tempat kerja baru dan memperbaiki metode yang berhubungan dengan pusat kerja sekarang.

Maynard (1934) mengajukan dua konsep umum untuk rancangan tata letak tempat kerja industri. Konsep pertama adalah untuk mengurangi semua gerakan yang

digunakan pada performansi tertentu sehingga menjadi kelas terendah Lima kelas gerakan yang umum adalah sebagai berikut :

- (1) jari;
- (2) jari dan pergelangan;
- (3) jari, pergelangan dan lengan bawah;
- (4) jari, pergelangan, lengan bawah dan lengan atas;
- (5) jari, pergelangan, lengan bawah, lengan atas dan tubuh.

Penggunaan gerakan jari semata-mata kadang praktis. Pada kebanyakan tata letak tempat kerja, tujuan utama adalah untuk menghilangkan gerakan tubuh, untuk mengurangi gerakan kelas keempat menjadi kelas ketiga dan untuk mengurangi panjang alur gerakan. Konsep kedua adalah daerah kerja normal dan maksimum pada arah vertikal dan horizontal. Secara logika tempat kerja seharusnya berada pada daerah minimum, sehingga kelas gerakan yang digunakan berada pada kelas yang lebih rendah.

Dalam merancang tempat kerja industri, Woodson dan Conover (1964) merekomendasikan bahwa dimensi pekerja yang lebih besar seharusnya digunakan untuk menentukan kelonggaran, sedangkan pekerja yang lebih kecil digunakan untuk menentukan batas jangkauan. Juga harus diperhatikan ketebalan pakaian yang akan menambah kelonggaran yang dibutuhkan dan mungkin akan membatasi gerakan.

Setelah mempertimbangkan ukuran statis dan dinamis dalam mengembangkan sebuah tempat kerja industri, perancang seharusnya menghitung ketinggian stasiun

kerja. Barnes (1940) merekomendasikan bahwa tangan berada 2,5 – 7,6 cm di bawah siku. Konz (1967) menyimpulkan bahwa ketinggian tempat kerja terbaik untuk operator yang berdiri adalah 2,5 cm di bawah siku, walaupun demikian ketinggian tempat kerja dapat bervariasi beberapa sentimeter ke atas atau ke bawah tanpa akibat yang berarti. Untuk menentukan ketinggian tempat kerja yang sesuai, Konz (1979) merekomendasikan tiga pendekatan dasar sebagai berikut:

- (1) membuat beberapa ketinggian permukaan tempat kerja yang bisa digunakan;
- (2) menyesuaikan siku operator lebih baik daripada tempat kerja. Ini bisa dilakukan dengan menggunakan kursi yang bisa diubah ketinggiannya atau menggunakan pengganjal;
- (3) sesuaikan ketinggian tempat kerja pada bangku kerja.

Untuk merancang tata letak tempat kerja yang baik, Khalil (1972) mengajukan empat aturan dasar perancangan :

- (a) Operator diperlukan sebagai pusat perancangan sehingga struktur anatomi operator dipertimbangkan dan dimensi anthropometri yang akurat bisa tercapai untuk menyesuaikan pekerjaan dengan operator.
 - (b) Gunakan prinsip kinesiologi dalam merancang dan hindarkan gerakan yang tidak kompatibel.
 - (c) Amati kapasitas psikologi operator dan gunakan respon psikologi sebagai kriteria perancangan.
 - (d) Terapkan prinsip-prinsip psikologi untuk memperbaiki moral dan kepuasan.
-

Untuk mencapai efisiensi operator maksimum dan kenyamanan fisik dari rancangan tata letak tempat kerja industri, Tichauer (1975) merekomendasikan petunjuk untuk menentukan dimensi tempat kerja sebagai berikut :

- (i) Pertimbangkan ukuran tubuh untuk menentukan jangkauan dan kekuatan gerakan elemen kinetik yang terlibat dalam pekerjaan.
- (ii) Hitung jangkauan penuh ukuran tubuh dari populasi kerja spesifik yang terlibat dalam performansi kerja.
- (iii) Kenali perbedaan jenis kelamin, suku, pendidikan atau latar belakang sosial karena itu akan berpengaruh pada jenis keahlian.
- (iv) Tentukan dengan analisis biomekanik posisi optimal operator berdasarkan kontrol alat.
- (v) Berikan kebebasan postur yang maksimum dalam rancangan kerja, khususnya untuk situasi kerja yang berulang.
- (vi) Hindari berdiri dengan ibu jari kaki dan memuntir atau membengkokkan batang tubuh.
- (vii) Hindari pekerjaan pada jalur yang lebarnya 7,6 cm dari batas bangku yang terdekat dengan operator.

Perlu diketahui bahwa merancang tempat kerja agar sesuai dengan rata-rata manusia adalah sebuah kesalahan besar karena ini berarti menghindari fakta bahwa tidak ada orang yang rata-rata dalam semua hal (Hertzberg 1972). Untuk maksud

perancangan tempat kerja individu, Herzberg menyarankan bahwa perancang seharusnya memberikan khusus terhadap apa yang harus dilihat, didengar, dijangkau, dan dimanipulasi operator serta juga untuk kelonggaran tubuh

II.2.3 Penggunaan Data Anthropometri dalam Perancangan Stasiun Kerja

Anthropometri adalah teknologi pengukuran sifat fisik manusia yang beraneka ragam, terutama faktor-faktor ukuran (tubuh), mobilitas dan kekuatan. Anthropologi teknik usaha penerapan data-data tersebut untuk merancang tempat kerja, peralatan dan pakaian untuk mencapai efisiensi, keamanan dan kenyamanan operator (Hertzberg 1972).

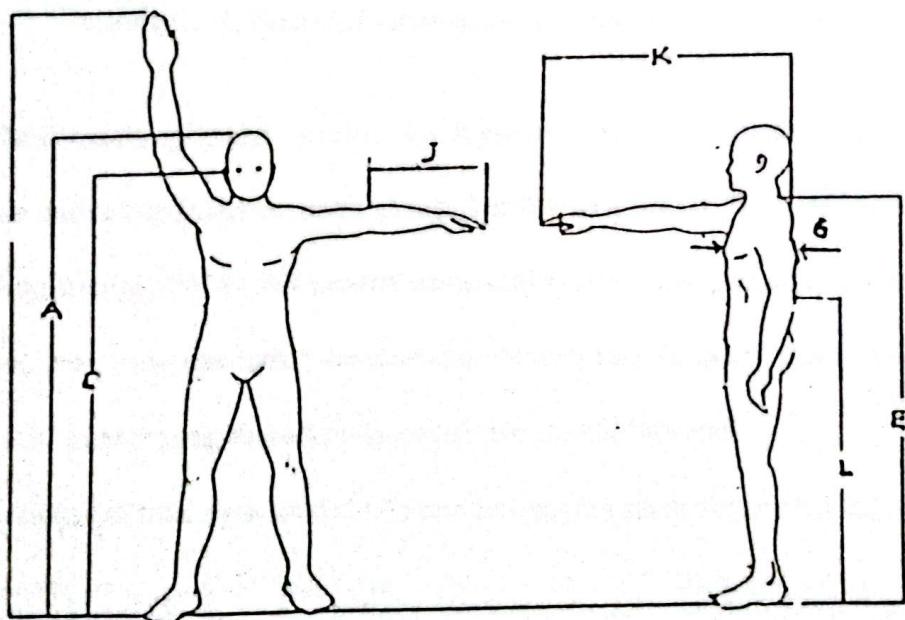
Dalam tata letak tempat kerja industri, kebutuhan utama adalah semua kontrol atau pekerjaan yang membutuhkan pengoperasian manual ditempatkan pada daerah yang dapat dijangkau dan dioperasikan dengan efisien. Ini dapat dicapai dengan memilih sampel yang representatif, menentukan jangkauan tangan fungsional dan menentukan lingkup tempat kerja yang spesifik dengan daerah normal atau maksimum yang masih dibolehkan atau pada batasnya, sehingga hal-hal yang berhubungan dengan kerja seperti kontrol, alat dan perlengkapan dapat ditempatkan dalam ruang kerja. Prosedur yang ideal jarang digunakan dalam kehidupan nyata atau dalam sebuah stasiun kerja industri. Bagaimanapun, masalah ini dapat dihilangkan dengan menggunakan data anthropometri yang relevan untuk mengembangkan panduan perancangan tata letak tempat kerja.

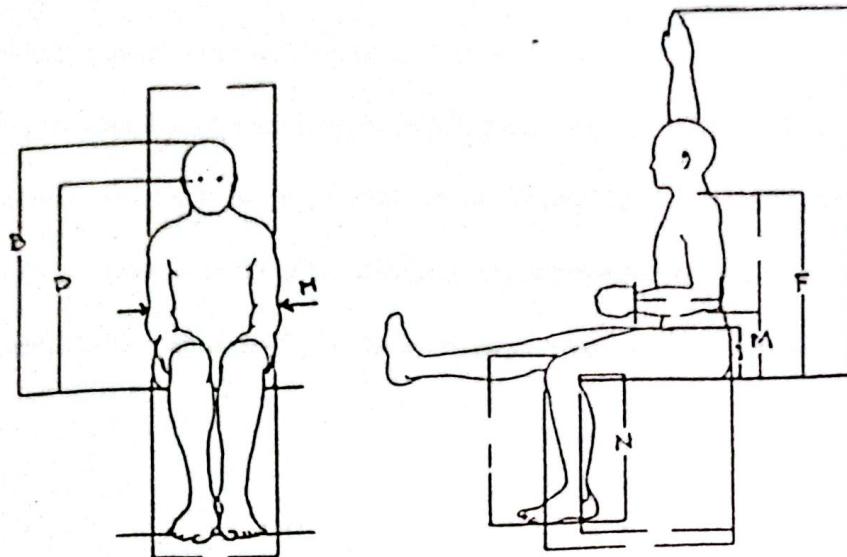
II.2.4 Penyesuaian Data Anthropometri

Pengukuran anthropometri yang digunakan untuk menentukan parameter atau dimensi perancangan adalah sebagai berikut :

- (A) Ketinggian total – jarak vertikal dari permukaan tanah sampai ujung kepala
 - (B) Ketinggian badan (duduk) – jarak vertikal dari permukaan duduk sampai ujung kepala dalam keadaan duduk.
 - (C) Ketinggian mata (berdiri) – jarak vertikal dari lantai sampai mata.
 - (D) Ketinggian mata (duduk) – jarak vertikal dari permukaan duduk sampai mata dalam keadaan duduk tegak.
 - (E) Ketinggian bahu (berdiri) – jarak vertikal dari lantai sampai titik paling atas dari bahu dalam keadaan berdiri tegak.
 - (F) Ketinggian bahu (duduk) – jarak vertikal dari permukaan duduk sampai titik paling atas dari bahu dalam keadaan duduk tegak.
 - (G) Tebal badan – jarak horisontal maksimum antara bagian paling depan dengan bagian paling belakang dari tubuh.
 - (H) Lebar siku ke siku – jarak horisontal maksimum melalui permukaan samping dari siku
 - (I) Tebal paha – jarak vertikal dari permukaan duduk sampai titik paling atas dari paha pada perpotongannya dengan perut
 - (J) Panjang lengan bawah – jarak horisontal dari ujung siku sampai ujung jari terpanjang.
-

- (K) Jangkauan tangan – jarak horisontal dari bagian belakang bahu sampai ujung jari tengah.
- (L) Ketinggian siku (berdiri) – jarak vertikal dari lantai sampai siku
- (M) Ketinggian siku (duduk) – jarak vertikal dari permukaan duduk sampai siku
- (N) Tinggi popliteal (duduk) – jarak vertikal sampai sisi bawah dari paha





Gambar 2.1 Identifikasi dimensi dan karakteristik tubuh
(sumber : *Industrial Ergonomics, A. Practitioner's guide*)

Data anthropometri untuk ketinggian berdiri, ketinggian duduk, dan ketinggian mata berdasarkan pada posisi berdiri dan duduk. Para pekerja industri jarang yang mengambil posisi berdiri pada saat bekerja maupun pada saat istirahat. Akibatnya, data yang ada harus disesuaikan, dengan cara berikut : untuk menghitung ‘penyusutan’ postur yang terjadi pada posisi dan duduk ‘normal’.

Ketinggian total atau berdiri (A) dan ketinggian mata berdiri (C) kurangi 1,9 cm.

Ketinggian duduk atau tubuh (B) dan ketinggian mata duduk kurangi 4,4 cm.
Dengan mengikuti panjang lengan bawah (J), penyesuaian ini dibuat untuk :

- (1) ujung jari penyentuh kontrol, kurangi 1,3 untuk menjentik dan 2,5 untuk menekan.

- (2) menggunakan ibu jari dan telunjuk , kurangi 7,6 cm
- (3) memegang dengan seluruh tangan, kurangi 12,7 cm.

Penyesuaian yang sama dibuat untuk ujung jari, ibu jari dan telunjuk, berdasarkan jangkauan tangan (K). Pengukuran anthropometri yang pokok dicapai untuk persentil ke 5, 50, dan 95. Berikut ini adalah penyesuaian untuk pakaian dan sepatu :

II.2.5 Rancangan Tata Letak Tempat Kerja Industri Untuk Operator Duduk

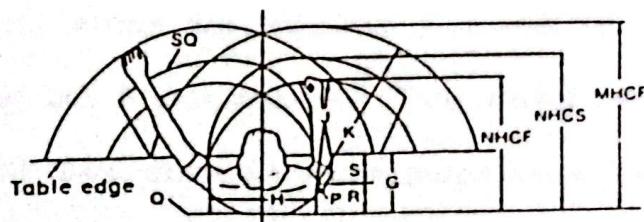
Sebuah operasi industri seharusnya dirancang agar operator bekerja dalam posisi duduk untuk maksud memperbaiki produktivitas pekerja dengan memaksimalkan gerakan-gerakan yang efektif, mengurangi kelelahan operator dan meningkatkan keseimbangan dan kestabilan operator. Dalam merancang tempat kerja operator duduk harus dipertimbangkan keragaman operator yang akan bekerja pada stasiun kerja khusus, kursi, sandaran kaki, bangku dan meja kerja.

Kursi yang dapat diatur ketinggiannya lebih disarankan dalam situasi kerja industri. Dengan kursi seperti itu, perancang akan mampu menentukan sebuah ketinggian bangku kerja standar yang tergantung pada jenis pekerjaannya. Kursi seharusnya bisa disesuaikan sehingga ketinggian kerja optimum tetap terjaga. Ketinggian kerja seharusnya ditunjukkan oleh ketinggian siku bukan jarak dari lantai. Ketinggian tempat kerja disarankan sekitar 2,5 cm dibawah siku (Konz 1979) dan kriteria ini seharusnya digunakan jika mungkin dalam pengembangan tata letak

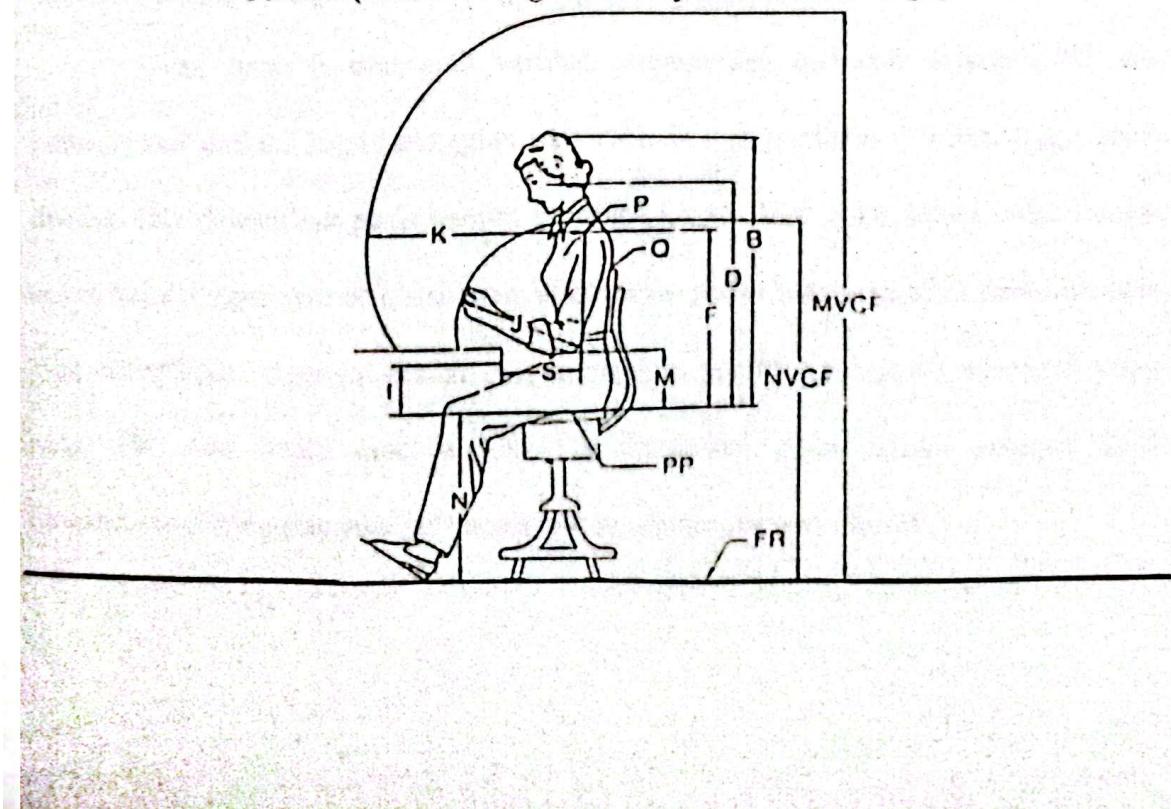
tempat kerja industri. Ketinggian bangku bisa bervariasi turun atau naik dari siku tanpa berakibat pada performansi kerja.

II.2.6 Penentuan Dimensi Tempat Kerja untuk Operator Duduk

Daerah tempat kerja secara vertikal dan horisontal diperlihatkan pada gambar di bawah ini :



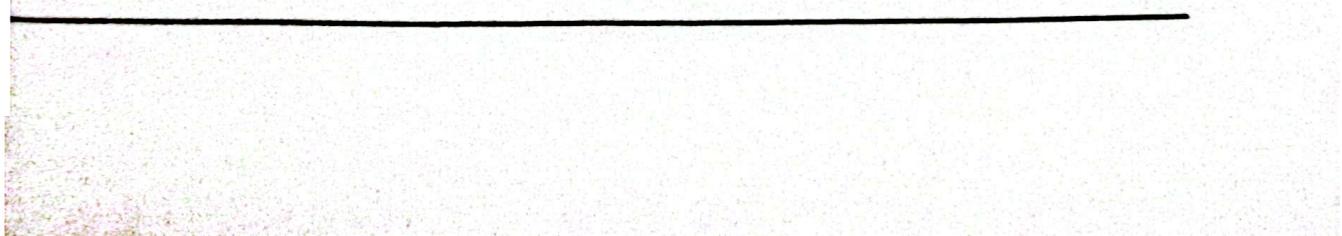
Gambar 2.2 Daerah kerja dan kelonggaran normal dan maksimum dalam arah horisontal untuk operator pria dan wanita dalam posisi duduk atau berdiri. (Sumber : *Ergonomics of workstation design*)



Gambar 2.3 Daerah kerja dan kelonggaran normal dan maksimum dalam arah vertikal untuk operator pria dan wanita dalam posisi duduk
(Sumber : *Ergonomics of workstation design*)

Daerah kerja normal dan maksimum pada arah vertikal dan horisontal diproyeksikan dari titik P pada arah bahu. Titik tersebut dalam arah horisontal ditentukan dari titik Q atau dari tempat persinggungan antara tubuh bagian belakang operator dengan sandaran kursi.Ukuran tebal tubuh pada persentil Ke-95 (G) digunakan untuk menentukan tempat titik referensi Q. Jarak R atau jarak antara P dan Q sama dengan setengah kali tebal tubuh. Panjang S menunjukkan jarak dari titik bahu ke pinggir bangku kerja, dengan demikian panjang S sama dengan panjang R.

Titik bahu P dari arah vertikal ditempatkan dari titik referensi PP atau permukaan duduk. Juga ketinggian siku (M), Tinggi popliteal (N) dan tinggi badan duduk (B) didasarkan pada ukuran persentil ke-95. Jika jarak antara dasar bangku kerja dan tempat duduk kursi telah ditetapkan, maka lokasi vertikal dari titik bahu bisa ditentukan. Agar jangkauan dan pandangan operator yangkecil memadai, tinggi bahu (F) dan tinggi mata duduk (D) didasarkan pada ukuran persentil ke-5 sedangkan ketinggian siku (M) berdasarkan ukuran persentil ke-95.



Daerah kerja normal dan maksimum dari arah vertikal dan horisontal ditentukan dari ukuran persentil ke-5 panjang lengan bawah (J), jangkauan tangan (K) dan lebar siku ke siku (H).

Jika dimensi rancangan dan daerah kerja diketahui, maka dimensi ruang (jangkauan) vertikal dan horisontal yang normal dan maksimum dapat ditentukan. Untuk menentukan ruang horisontal normal berdasarkan konsep Farley (Normal Horizontal Clearance Farley / NHCF), diperoleh dengan mengurangi jarak antara titik bahu dengan pinggir meja (S) dari panjang lengan bawah (J) dan menambah tebal tubuh (G). Jadi $NHCF = J - S + G$. Sedangkan ruang horisontal maksimum berdasarkan konsep Farley (Maximum Horizontal Clearance Farley / MHCF) ditentukan dengan mengurangkan jarak antara titik bahu dengan pinggir meja (S) dari panjang jangkauan tangan (K) dan menambah tebal tubuh (G). Jadi $MHCF = K - S + G$. Ruang vertikal normal berdasarkan konsep Farley (NVCF) diperoleh dengan menggabungkan ketinggian popliteal duduk (N), ketinggian siku duduk (M) dan panjang lengan bawah (J), jadi $NVCF = N + M + J$. Ruang vertikal maksimum Farley (MVCF) ditentukan dengan menggabungkan tinggi popliteal duduk (N), tinggi bahu duduk (F) dan jangkauan tangan (K), sehingga :

$$MVCF = N + F + K.$$

Penyesuaian dimensi stasiun kerja dengan dimensi pemakainya adalah berdasarkan premis berikut ini :

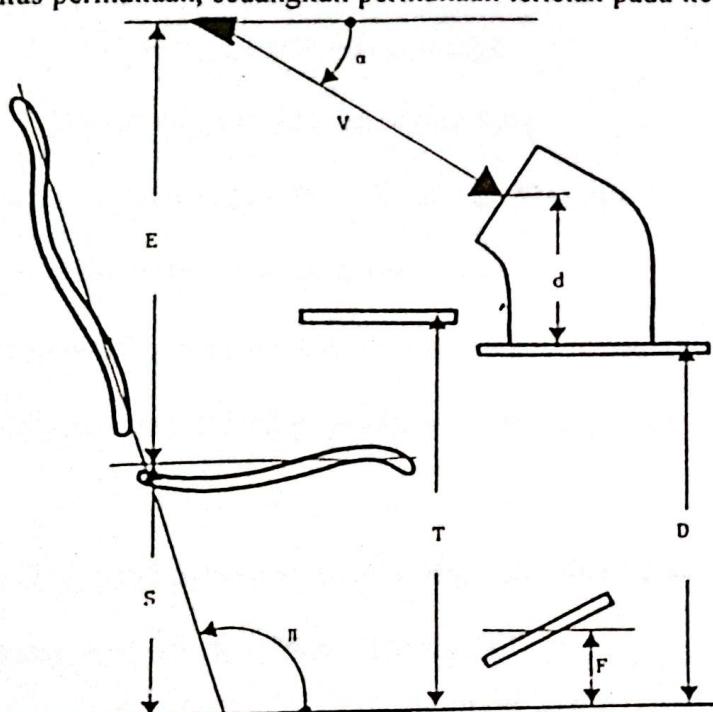
1. Ketinggian tempat duduk ditentukan oleh tinggi popliteal (ditambah tinggi tumit). Sebagai acuan permukaannya adalah lantai.
2. Ruangan untuk kaki harus memberikan keleluasaan pada paha.
3. Ketinggian target visual ditentukan oleh ketinggian mata dengan merujuk sudut pandangan ke depan (atas atau bawah horisontal) dan dengan merujuk pada jarak pandangan.

Berdasarkan ketentuan di atas, data anthropometri utama untuk rancangan stasiun kerja adalah : jarak kaki bawah dari lantai (tinggi popliteal), tebal paha, dan ketinggian mata dari tempat duduk.

Dimensi ruang kerja utama dan anthropometri ditentukan :

- a. Ketinggian duduk S adalah tinggi popliteal ditambah tinggi tumit
- b. Ketinggian meja T adalah ketinggian duduk ditambah tebal paha ditambah ketebalan bagian atas meja
- c. Ketinggian pedal F adalah tinggi tempat duduk S dikurangi tinggi popliteal dikurangi tinggi tumit
- d. Ketinggian mata E adalah tinggi tempat duduk S ditambah tinggi mata (duduk) dikurangi penyusutan.

- e. Ketinggian displri ditentukan oleh tinggi mata E, sudut pandangan dari arah horisontal, jarak pandangan V. Target visual (pusat displai) terletak pada ketinggian d di atas permukaan, sedangkan permukaan terletak pada ketinggian D di atas lantai.



Gambar 2.4 Notasi untuk Perhitungan ketinggian stasiun kerja (Sumber : *Industrial Ergonomics, A. Practitioner's Guide*, Alexander & Pulat)

Persamaan di bawah ini dapat digunakan untuk menghitung variabel-variabel yang telah disebutkan di atas :

$$\text{Ketinggian duduk } S = \text{Tinggi Popliteal} + \text{Tinggi Tumit} \quad (1)$$

Tinggi tunit diasumsikan sekitar 2 cm

$$\text{Ketinggian meja } T = S + \text{Tebal Paha} + \text{Tebal Atas meja} \quad (2)$$

Tebal Atas meja diasumsikan sekitar 2 cm

$$\text{Ketinggian Pedal } F = S - \text{Tinggi Popliteal} - \text{Tinggi Tumit} \quad (3)$$

$$\text{Ketinggian Mata E} = \text{Tinggi Mata} \times \sin \pi - \text{penyusutan} \quad (4)$$

$\pi = 90^\circ$ untuk duduk tegak

$\pi = 105^\circ$ untuk duduk miring

Penyusutan diasumsikan sekitar 2 cm

$$\text{Ketinggian penyangga displai D} = \text{S} + \text{E} - \text{d} - \text{V} \times \sin \alpha \quad (5)$$

d adalah tinggi pusat displai di atas D

V adalah jarak pandangan, diasumsikan sekitar 40 cm

α adalah sudut pandangan, atas (+) atau bawah (-) horisontal, pada pandangan mendatar.

Berdasarkan hasil penelitian (Kroemer 1984), sudut pandangan ditentukan :

Untuk duduk tegak, $\pi = 90^\circ$; $\alpha = -28,6^\circ$; SD = 11,62°

Untuk duduk miring, $\pi = 105^\circ$; $\alpha = -19,58^\circ$; SD = 11,66°

I.3 Kondisi Lingkungan Kerja

Kondisi lingkungan kerja adalah salah satu faktor yang mempengaruhi hasil kerja manusia yang berasal dari luar. Manusia akan mampu melaksanakan kegiatannya dengan baik, sehingga dicapai suatu hasil yang optimal, jika diantaranya ditunjang oleh suatu kondisi lingkungan yang baik. Sebaliknya bisa dikatakan bahwa suatu kondisi lingkungan dikatakan baik jika dalam kondisi tersebut manusia bisa

melaksanakan kerja dengan optimal, dengan sehat, aman dan selamat. Keadaan lingkungan yang kurang baik dapat menuntut tenaga dan waktu yang lebih banyak yang tentunya tidak mendukung diperolehnya rancangan sistem kerja yang efisien dan produktif.

Berikut ini akan diuraikan masing-masing kondisi lingkungan yang berpengaruh terhadap kemampuan manusia :

II.3.1 Temperatur

Dalam keadaan normal, tiap tubuh anggota manusia mempunyai temperatur yang berbeda-beda, sebagai berikut (Sutalaksana, h.85) :

- mulut : 37°C
- dada (kulit) : $34,5^{\circ} - 35^{\circ}\text{C}$
- garis pinggang kulit (kulit) : $35^{\circ} - 36^{\circ}\text{C}$
- rectum : $37,5^{\circ}\text{C}$
- betis dan kaki (kulit) : $26,5^{\circ} - 28,5^{\circ}\text{C}$

Tubuh manusia selalu berusaha untuk mempertahankan kadaan normal ini dengan suatu sistem tubuh yang sangat sempurna sehingga dapat menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan yang terjadi di luar tubuhnya. Tetapi kemampuan menyesuaikan diri inipun ada batasnya, yaitu jika perubahan temperatur luar tubuh ini tidak melebihi 20% untuk kondisi panas dan 35% untuk kondisi dingin, semuanya dari keadaan normal tubuh.

Menurut penelitian untuk berbagai tingkatan temperatur akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda sebagai berikut (Sutalaksana, h 86)

- **temperatur 49°C** : dapat ditahan sekitar satu jam tetapi jauh di atas kemampuan fisik dan mental.
- **temperatur 29,5°C** : aktifitas mental dan daya tanggap menurun dan mulai membuat kesalahan dalam pekerjaan. Timbul kelelahan fisik.
- **temperatur 24°C** : kondisi optimum.
- **temperatur 10°C** : kekakuan fisik yang ekstrim mulai muncul.

Harga-harga di atas tidak mutlak berlaku untuk semua orang karena **kemampuan beradaptasi** setiap orang berbeda-beda, tergantung didaerah dimana dia hidup. Tichauer telah menyelidiki pengaruh temperatur terhadap para pekerja **penenunan kapas**, yang menyimpulkan bahwa tingkat produksi paling tinggi dicapai pada kondisi temperatur antara 75° – 80°F (24° – 27°C).

Menurut ketentuan yang ditetapkan oleh pemerintah yang berkaitan dengan **temperatur ruang kerja**, yaitu Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja 1978 tentang Nilai Ambang Batas untuk Iklim Kerja dan Nilai Ambang Batas untuk kebisingan di Tempat kerja ditetapkan :

Nilai Ambang Batas (NAB) untuk iklim kerja adalah situasi kerja yang masih dapat dihadapi oleh tenaga kerja dalam pekerjaan sehari-hari yang tidak mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan untuk waktu kerja terus-menerus

tidak lebih dari 8 (delapan) jam sehari dan 40 (empat puluh) jam seminggu NAB terendah untuk temperatur ruang kerja adalah 21oC dan NAB tertinggi adalah 30oC pada kelembaban nisbi udara antara 65% - 95%.

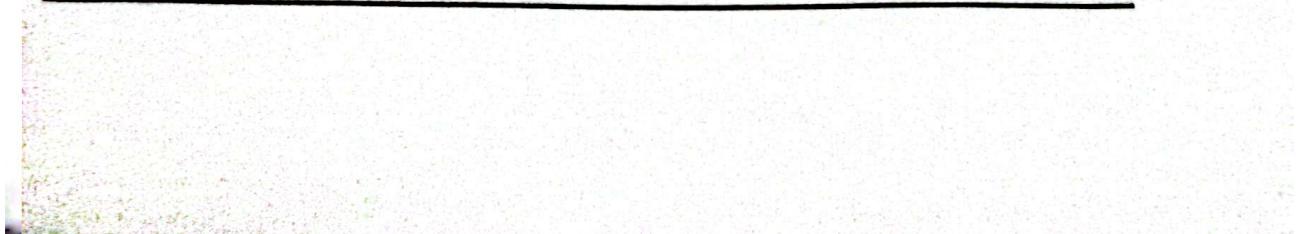
II.3.2 Kelembaban

Kelembaban adalah banyaknya air yang terkandung dalam udara, biasanya dinyatakan dalam persentase. Kelembaban ini sangat berhubungan atau dipengaruhi temperatur udaranya, dan memang secara bersama-sama antara temperatur, kelembaban, kecepatan bergerak udara dan radiasi panas dari udara tersebut akan mempengaruhi keadaan tubuh manusia pada saat menerima atau melepaskan panas dari tubuhnya.

Suatu keadaan yang temperatur udaranya sangat panas dan kelembabannya tinggi akan menimbulkan pengurangan panas dari tubuh secara besar-besaran, karena sistem penguapan, dan pengaruh lain ialah makin cepatnya denyut jantung karena makin aktifnya peredaran darah untuk memenuhi kebutuhan oksigen.

II.3.3 Sirkulasi Udara

Sebagai mana kita ketahui bahwa disekitar kita mengandung 21% oksigen, 78% nitrogen, 0.03% karbondioksida dan 0.97% gas lain (campuran) Oksigen (O_2) merupakan gas yang sangat dinutuhkan oleh makhluk hidup terutama untuk menjaga kelangsungan hidup kita, yaitu untuk proses metabolisme. Udara disekitar kita



dikatakan kotor apabila kadar oksigen dalam udara tersebut telah berkurang dan telah tercampur gas lain atau bau-bauan yang berbahaya bagi kesehatan tubuh. Kotornya udara disekitar kita dapat dirasakan dengan gejala sesak napas, dan ini tidak boleh dibiarkan berlangsung terlalu lama, karena akan mempercepat proses kelelahan.

Untuk menjaga agar udara disekitar tempat kerja tetap sehat dalam arti kata cukup mengandung oksigen dan bebas dari segala zat yang dapat mengganggu kesehatan, harus dipikirkan tentang sirkulasi udara yang baik, sehingga udara kotor dapat diganti dengan udara segar dan bersih, yang biasa dilakukan dengan ventilasi.

Sumber utama penghasil udara segar adalah tanaman disekitar tempat kerja. Pada siang hari, dimana manusia biasa melakukan sebagian besar kegiatan, pepohonan merupakan penghasil oksigen yang dibutuhkan oleh pernapasan kita. Dengan cukup oksigen disekitar kita, ditambah dengan pengaruh secara psikologis akibat tanam-tanaman disekitar tempat kerja, akan memberikan kesejukan dan kesegaran pada jasmani kita. Rasa sejuk dan segar selama bekerja sangat membantu untuk mempercepat pemulihan tubuh akibat lelah setelah bekerja. [Sutalaksana, hal 88]

II.3.4 Penerangan

Penerangan merupakan elemen dari kondisi lingkungan yang penting karena sangat mempengaruhi kemampuan manusia untuk melihat obyek-obyek secara jelas, cepat, tanpa menimbulkan kesalahan. Kebutuhan akan penerangan yang baik makin

diperlukan jika pekerjaan yang dilakukan memerlukan ketelitian karena penglihatan. Pencahayaan yang terlalu suram mengakibatkan mata menjadi cepat lelah karena mata berusaha untuk melihat. Kelelahan mata ini akan mengakibatkan lelah mental dan lebih jauh lagi keadaan tersebut bisa menimbulkan rusaknya mata karena cahaya sangat terang bisa menyilaukan.

Kemampuan mata untuk dapat melihat obyek dengan jelas ditentukan oleh ukuran obyek, derajat kontras di antara obyek dan sekelilingnya, luminensi (brightness) dan lamanya melihat. Yang dimaksud dengan derajat kontras adalah perbedaan derajat terang relatif antara obyek dengan sekelilingnya, sedangkan luminensi adalah arus cahaya yang dipantulkan oleh obyek.

Besarnya intensitas cahaya dinyatakan dalam satuan candela (cd) atau lilit. Untuk menyatakan flux cahaya yang merupakan ukuran kecepatan aliran cahaya digunakan satuan lumen (lm). Yang dimaksud 1 lumen adalah cahaya sebesar 1 lilit berasal dari suatu sumber cahaya yang jatuh pada permukaan seluas 1 ft^2 , dengan jarak 1 feet dari sumber cahaya. Foot-candles (fc) merupakan satuan pencahayaan pada permukaan seluas 1 ft^2 yang terdapat aliran cahaya yang berdistribusi seragam dengan kecepatan sebesar 1 lumen.

Kondisi lingkungan kerja yang berkaitan dengan tingkat penerangan ruang tempat kerja juga telah diatur oleh pemerintah melalui Peraturan Menteri Perburuhan No. 7 Tahun 1964 tentang Syarat Kesehatan, Kebersihan serta Penerangan dalam

Tempat Kerja Secara garis besar ketentuan-ketentuan yang berkaitan dengan ruang kerja adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1
Penerangan ruangan tempat kerja

Kegiatan	Penerangan Minimum
a. Penerangan darurat	0,5 fc
b. Penerangan halaman / lingkungan perusahaan	2 fc
c. Pekerjaan yang hanya membedakan barang kasar	5 fc
d. Pekerjaan yang hanya membedakan barang kecil yang dilakukan secara sepintas	10 fc
e. Pekerjaan yang hanya membedakan barang kecil yang dilakukan agak teliti	20 fc
f. Pekerjaan yang hanya membedakan barang kecil dan halus	30 fc
g. Pekerjaan yang hanya membedakan barang halus dan dengan kontras yang sedang	50 – 100 fc
h. Pekerjaan yang hanya membedakan barang-barang yang sangat halus dengan kontras sangat kurang	100 fc

Sumber : Peraturan Menteri Perburuhan No. 7 / 1964

Tabel 2.2
Pedoman intensitas penerangan

Pekerjaan	Contoh	Tingkat Penerangan Yang Perlu (Lux)
Tidak teliti	Penimbunan barang	80 – 170
Agak teliti	Pemasangan (tidak teliti)	170 – 350
Teliti	Membaca, menggambar	350 – 700
Sangat teliti	Pemasangan (teliti)	700 – 10.000

Sumber : Suma'mur, hal 94

Angka pedoman ini masih dipengaruhi oleh tingkat refleksi permukaan dari unit kerja, dimana yang dimaksud dengan tingkat refleksi permukaan adalah berapa bagian cahaya yang dipantulkan oleh suatu permukaan.

Tabel 2.3
Refleksi permukaan

Jenis Permukaan	Refleksi Permukaan (%)
Langit-langit	80 – 90
Dinding	40 – 60
Perkakas (mebel)	25 – 45
Mesin dan perlengkapannya	30 – 50
Langit	20 – 40

Sumber : Suma'mur, hal 94

I.3.5 Kebisingan

Kebisingan dalam suatu lingkungan dapat menimbulkan berbagai masalah. Alat pendengaran akan rusak oleh suara yang keras dalam periode yang lama, atau oleh suara yang sangat keras pada periode yang singkat. Kebisingan sangat berpengaruh terhadap kenyamanan dan keamanan pekerja serta performansi kerja atau outputnya. Adalah suatu kenyataan, walaupun kontradiktif, bahwa kebisingan dapat juga menimbulkan respon psikologis yang mempengaruhi kesehatan dan menimbulkan stres pada tempat kerja.

Komponen fisik dari suara yang penting adalah frekuensi dan intensitas suara atau tekanan suara. Frekuensi diukur dalam putaran perdetik atau Hertz dan dirasakan sebagai tinggi rendahnya suara, sedangkan intensitas suara diukur dalam desibel (dB) dan dirasakan oleh telinga sebagai kekerasan (volume) suara. Intensitas suara menunjukkan besarnya arus energi per satuan luas. Berikut ini ditunjukkan skala intensitas yang biasa terjadi disuatu tempat atau akibat suatu alat/keadaan:

Tabel 2.4
Skala Intensitas Kebisingan

Keterangan	Desibel	Batas dengar tertinggi
Menulikan	120 – 100	Halilintar Meriam Mesin uap
Sangat hiruk	100 – 90	Jalan hiruk pikuk Perusahaan sangat gaduh Peluit
Kuat	80 – 60	Kantor gaduh Jalan pada umumnya Radio
Sedang	60 - 40	Rumah gaduh Kantor umumnya Percakapan kuat Radio perlahan
Tenang	40 – 20	Rumah tenang Kantor perorangan auditorium percakapan
Sangat tenang	20 - 0	Suara daun-daun Berbisik Batas dengar terendah

Sumber : Teknik Tata Cara Kerja, Jurusan Teknik Industri ITB, 1979

Kebisingan dalam jangka waktu tertentu dapat mempengaruhi manusia dalam pekerjaannya, terutama dalam bentuk :

- (a) Gangguan komunikasi. Kebisingan dapat menimbulkan kesalahan komunikasi.
- (b) Efek psikologis. Kebisingan dapat mengganggu ketenangan dalam bekerja, mengganggu konsentrasi, mempengaruhi emosi pendengarnya dan sebagainya.
- (c) Efek fisiologis. Kebisingan dalam jangka waktu yang lama dapat merusak fungsi pendengaran. Kebisingan menyebabkan hilangnya daya pendengaran seseorang, baik sebagian maupun keseluruhan.

II.3.6 Warna

Warna yang dimaksud di sini adalah tembok ruang tempat kerja. Warna selain berpengaruh terhadap kemampuan mata untuk melihat obyek juga berpengaruh secara psikologis terhadap para pekerja. Menurut penyelidikan tiap warna berpengaruh terhadap psikologis yang berbeda-beda terhadap manusia. Misalkan warna merah bersifat merangsang, warna kuning memberikan kesan luas dan lega, warna biru atau hijau memberikan kesan sejuk, aman dan menyegarkan. Warna gelap memberikan kesan sempit dan warna terang memberikan kesan leluasa. Pada keadaan yang terasa sempit ruangannya, warna yang sesuai dapat menghilangkan kesan tersebut, hal ini

secara psikologis menguntungkan karena kesan sempit cenderung menimbulkan ketegangan.

II.4 UJI KESERAGAMAN DAN KECUKUPAN DATA

Pengujian ini dilakukan terhadap data yang didapat dari hasil penelitian, uji ini bertujuan untuk menguji apakah data telah seragam dan cukup mewakili suatu populasi. Sehingga data yang didapat dan akan dolah dalam perancangan adalah *valid* atau dapat layak untuk digunakan.

II.4.1 Menghitung Keseragaman Data

Rumus yang digunakan untuk uji keseragaman data didapat dengan cara :

1. Lakukan pengukuran tahap pertama dengan menghasilkan data sebanyak N data.
2. Kelompokkan N data itu dibagi ke dalam k sub grup yang masing-masing berisi n data, dan hitung harga rata-ratanya dengan rumus :

$$\bar{x}_i = \frac{\sum x_i}{k}$$

dimana :

X_i = harga rata-rata dari subgrup ke i

k = banyak subgrup

\bar{X} = harga rata-rata pengukuran

3. Hitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dengan persamaan

$$\delta = \frac{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2}}{n-1}$$

keterangan :

n = Jumlah pengamatan yang dilakukan

X_i = Ukuran yang teramati selama pengukuran

\bar{X} = Harga rata-rata.

4. Hitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgrup :

$$\delta_x = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

n = banyak data dalam satu subgrup

5. Tentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) :

Sebagai contoh untuk tingkat keyakinan 99% :

$$\Rightarrow 100\%-99\% = 0.01$$

$$\Rightarrow 0.01/2 = 0.005$$

$$\Rightarrow 0.99 + 0.005 = 0.995$$

Dari tabel distribusi normal $Z_{0.995} = 2.57$

$$BKA = X + 2.57 \delta,$$

$$BKB = X - 2.57 \delta,$$

Batas kontrol inilah yang merupakan batas apakah suatu data subgrup seragam atau tidak. Hal ini disebut sebagai uji keseragaman data. Apabila ada satu subgrup yang keluar batas maka subgrup tersebut dibuang dan dilakukan perhitungan ulang balik ke tahap semula.

II.4.2 Menghitung Kecukupan Data

Dalam hal ini, sebagai contoh tingkat ketelitian 10% mengingat kondisi pengamatan dan tingkat kepercayaan 99%. Dengan rumus :

$$0,1 X = 2,57 \delta_x$$

$$\delta_x = \frac{\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sqrt{N}}$$

$$0,1 \frac{\sum x_i}{N} = \frac{2,57 \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sqrt{N'}}$$

$$N' = \frac{[2,57 \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}]^2}{\sum x_i}$$

Jika pengukuran telah selesai, yaitu semua data yang didapat telah seragam dengan tingkat keyakinan dan ketelitian yang diinginkan, maka kita dapat kita lanjutkan ke pengolahan data itu sehingga akan memberikan data persentil yang berguna dalam perancangan.

J.4.3 Menghitung Persentil

Persentil (P) adalah nilai yang membagi data hasil suatu pengukuran ke dalam 100 (seratus) bagian yang sama besar. Dalam perancangan nilai persentil yang digunakan adalah P5, P50 dan P95.

Rumus untuk mendapatkan nilai persentil yaitu :

• Berdasar letak :

$$P5 = 5\% \times \text{jumlah data}$$

$$P50 = 50\% \times \text{jumlah data}$$

$$P95 = 95\% \times \text{jumlah data}$$

Berdasar nilai :

$$P5 = \frac{(5\% \times \text{jumlah data} - F \text{ kelas atas}) \times I}{\text{frekuensi}} + BK$$

$$P50 = \frac{(50\% \times \text{jumlah data} - F \text{ kelas atas}) \times I}{\text{frekuensi}} + BK$$

$$P_{95} = \frac{(95\% \times \text{jumlah data} - F \text{ kelas atas}) \times I}{\text{frekuensi}} + BK$$

dimana :

F = Frekuensi kumulatif kelas di atasnya

I = Interval kelas

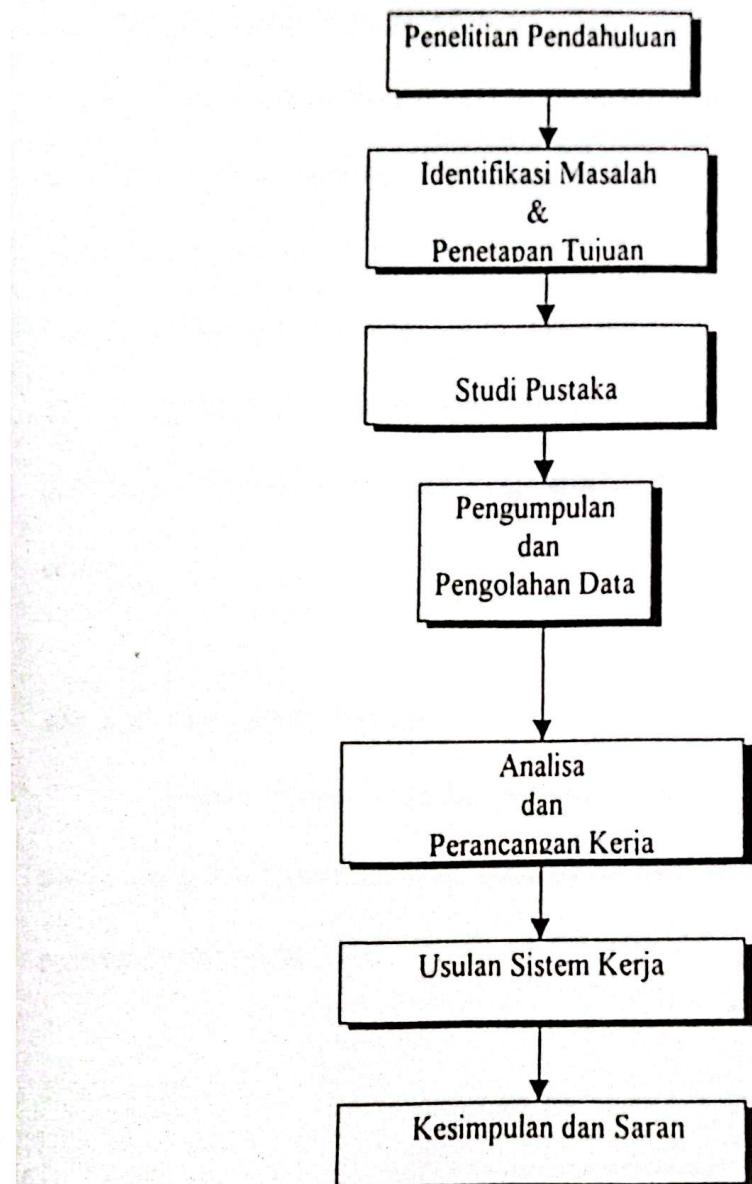
BK = Batas kelas

BAB III**METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam metodologi penelitian dilakukan beberapa langkah pemecahan masalah yang sistematis sehingga masalah dapat diselesaikan dengan jelas, terarah dan mudah diikuti. Dalam bab ini akan diuraikan beberapa langkah yang harus dilakukan dalam pemecahan masalah yang secara garis besar dapat dilihat dalam gambar 3.1

III.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui keadaan perusahaan secara garis besar. Dengan penelitian pendahuluan, peneliti dapat melihat permasalahan yang terjadi di perusahaan yang memerlukan suatu pemecahan masalah. Pemecahan masalah ini diharapkan dapat membantu perusahaan agar tercapai tujuan yang diinginkan. Ini dilakukan dengan mengadakan kunjungan ke perusahaan.



Gambar 3.1 . Kerangka Pemecahan Masalah

III.2 Identifikasi Permasalahan dan Penetapan Tujuan

III.2.1 Identifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah disusun agar lebih dapat memperjelas permasalahan apa yang ada dari kondisi penelitian. Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap masalah-masalah yang timbul pada sistem kerja di bagian work shop, sehingga dapat diketahui komponen-komponen apa saja yang perlu dilakukan perancangan ulang. Di samping untuk mengetahui komponen yang perlu dirancang, juga dapat diketahui data-data apa saja yang diperlukan untuk mengadakan perancangan ulang.

III.2.2 Penetapan Tujuan

Tujuan penelitian adalah perbaikan terhadap sistem kerja, dengan sistem kerja yang baik akan diperoleh peningkatan hasil kerja sehingga dapat dihasilkan produk yang berkualitas.

III.3 Studi Pustaka

Dalam studi pustaka dicari teori yang menunjang landasan berpikir bagi penelitian yang akan dilakukan. Studi pustaka ini merupakan studi pendahuluan yang bertujuan mencari data tentang masalah penelitian. Tahap ini sangat penting karena merupakan dasar penyusunan kerangka teoritis yang berguna untuk

pemecahan masalah. Dalam studi pustaka penulis melakukan dengan mempelajari berbagai buku yang berhubungan dengan masalah teknik tata cara kerja

III.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Untuk memenuhi kebutuhan data dilakukan survey terhadap kondisi lingkungan tempat kerja dan sistem kerja yang ada. Sedangkan data anthropometri diambil dari referensi yang sudah ada. Data yang telah didapat akan diuji melalui keseragaman data dan kecukupan data sehingga data benar-benar dapat mewakili suatu populasi yang diamati data yang didapat dari pengolahan akan digunakan dalam perancangan.

III.5 Analisa dan Perancangan Kerja

Pada dasarnya pada langkah ini, peneliti berusaha untuk menafsirkan kondisi yang ada sekarang untuk dibandingkan dengan kondisi yang seharusnya (menurut landasan teori). Analisis ini didasarkan pada perbedaan-perbedaan yang terjadi antara teori yang ada dengan memperhatikan tujuan yang dilakukan. Dengan demikian pada proses perbaikan dapat dilakukan perancangan untuk mencapai kondisi yang seharusnya.

III.6 Usulan Perancangan

Dari analisis, maka dapat dilakukan perancangan sistem kerja yang tujuannya untuk menutupi kelemahan sistem kerja yang ada sekarang menuju kondisi yang seharusnya. Penggunaan prinsip-prinsip perancangan sistem kerja menjadi penting untuk memfokuskan hasil rancangan yang optimal. Hasil akhir dari rancangan ini diharapkan dapat berupa suatu sistem kerja yang lebih baik dan dapat meningkatkan kinerja dari sistem kerja tersebut.

III.7 Kesimpulan dan Saran

Dari serangkaian penelitian yang dilakukan akan didapat hasil berupa kesimpulan yang kemudian akan dapat diajukan saran yang dapat berguna bagi perusahaan.

BAB IV

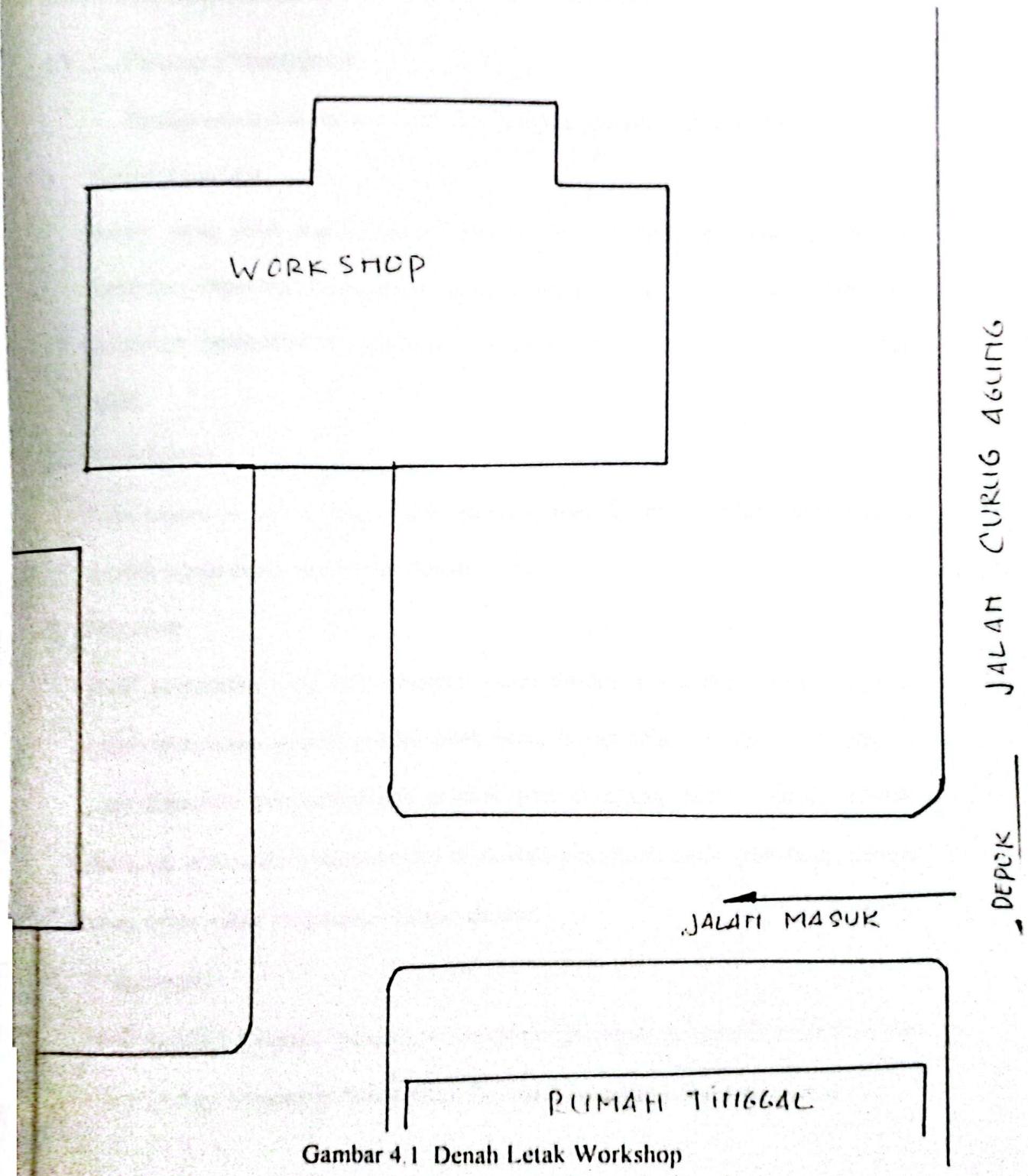
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dilakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk pengolahan data atau pemecahan masalah berdasarkan metodologi yang telah dijelaskan pada bab terdahulu yang berhubungan dengan proses pengukuran kerja untuk perbaikan sistem kerja di PT. POLESTA ANGRADIANI.

IV. 1 Data Umum Perusahaan

PT. POLESTA ANGGRADIANI merupakan perusahaan yang bergerak dibidang desain interior yang juga membuat produk dari desain yang dipesan. Perusahaan ini berlokasi di sisi jalan Curug Agung daerah Depok-Jawa Barat dan merupakan usaha berskala kecil. Hasil produksi berupa furniture dan aksesoris ruangan yang mempergunakan besi dan kayu sebagai bahan dasarnya. Produksi dilakukan berdasarkan pesanan.

Workshop atau bengkel kerja yang menjadi pusat penelitian terletak dalam hal PT. POLESTA ANGGRADIANI, namun terpisah dari kantor utama atau berada dalam bangunan tersendiri. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Denah Letak Workshop

IV.2 Proses Pengerjaan

Proses pembuatan sebuah furniture meliputi beberapa tahap, yaitu

1. Pemotongan besi

Bahan yang telah dipilih sesuai dengan yang dibutuhkan untuk pembuatan furniture, dipotong berdasarkan ukuran pola. Pada bagian ini kadangkala dilakukan pembentukan. Misalnya : lengkungan, tekukan, atau pembentukan relief.

2. Pengelasan

Pada bagian ini bahan yang sudah dipotong atau dibentuk di las menjadi suatu produk sesuai desain yang telah dibuat.

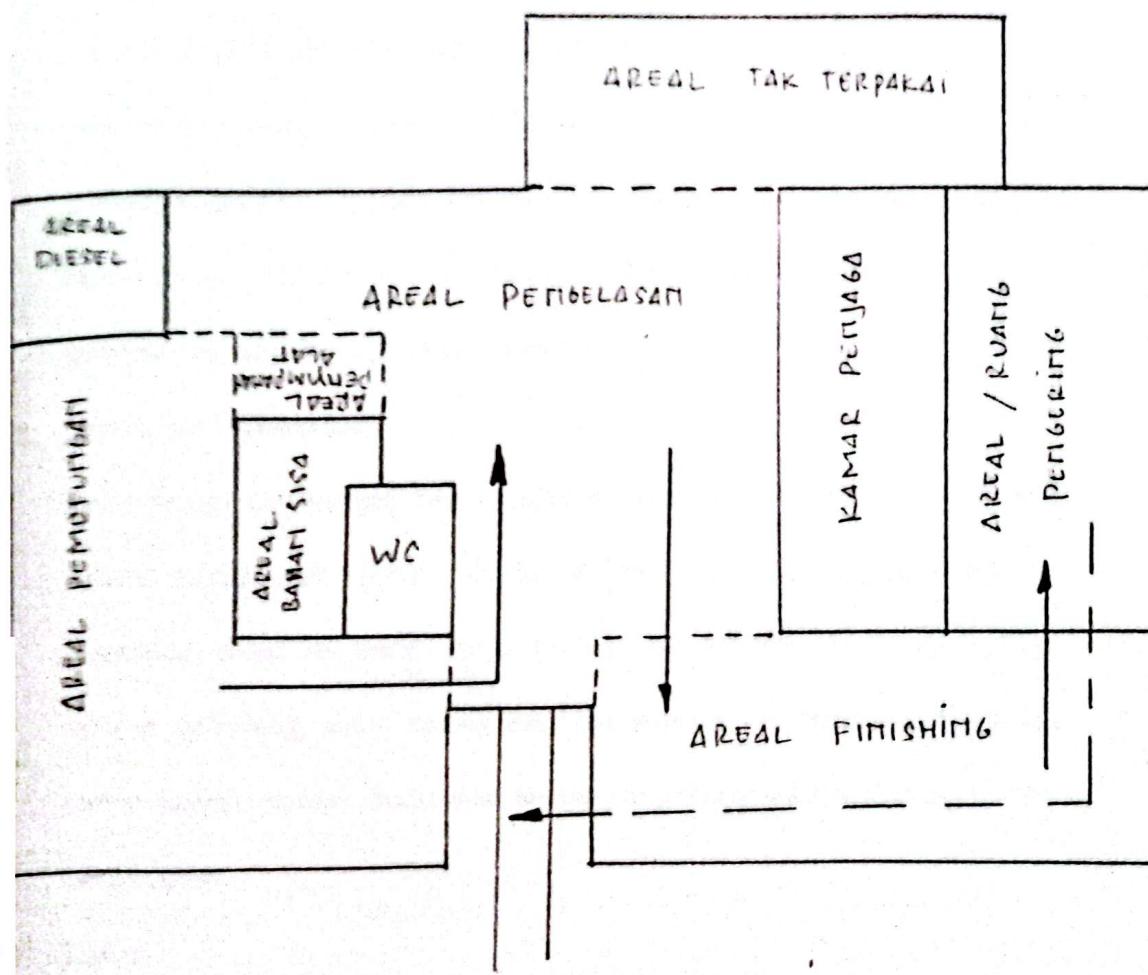
3. Finishing

Hasil pengelasan yang telah menjadi suatu produk mengalami proses inspeksi untuk mengetahui apakah produk telah benar-benar baik hasilnya. Di bagian ini juga dilakukan penyempurnaan produk jika dianggap perlu. Setelah produk dianggap memenuhi kriteria desain dilakukan pekerjaan akhir (*finishing*) berupa pengecatan warna yang sesuai dengan desain.

4. Pengeringan

Hasil *finishing* biasanya mengalami proses pengeringan dengan dijemur atau jika cuaca kurang mendukung dimasukkan ke dalam ruangan pengering (oven)

Pada workshop yang menjadi sistem kerja tempat penelitian, alur atau aliran proses berdasarkan tata letak areal proses penggerjaan dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Aliran Proses Penggerjaan Berdasarkan Tata Letak Workshop

IV.3 Sistem Kerja

Beberapa komponen yang terlibat dalam sistem kerja adalah sebagai berikut

1. Operator

Semua bagian pekerjaan diatas dilakukan oleh pria. Operator yang tetap berjumlah 4 orang. Apabila pesanan yang datang banyak maka akan ditambah beberapa operator. Operator bekerja selama 6 hari dalam seminggu mulai dari pukul 09.00 – 16.30 dengan istirahat selama 1 jam. Operator pada saat melakukan pengecatan harus menggunakan masker.

2. Mesin dan Perlengkapan

Pada proses pemotongan besi, pengelasan serta penyelesaian akhir dilakukan secara manual oleh operator, dengan mempergunakan perlengkapan berupa generator, mesin las listrik, mesin potong, alat gerinda, alat potong manual, masker pelindung, mesin potong gas, alat semprot cat, compresor listrik dan mesin pelintir manual. Sedangkan proses pengeringan dilakukan dengan mesin berupa oven.

3. Bahan

Bahan yang dipergunakan adalah besi dengan berbagai macam bentuk serta cat dengan berbagai macam warna seperti yang diinginkan.

4. Lingkungan kerja

Kondisi lingkungan kerja meliputi

Temperatur rata-rata merupakan suhu ruangan 27°C

Penerangan : 900 - 1200 Lux

Kebisingan : 90 - 100 dB

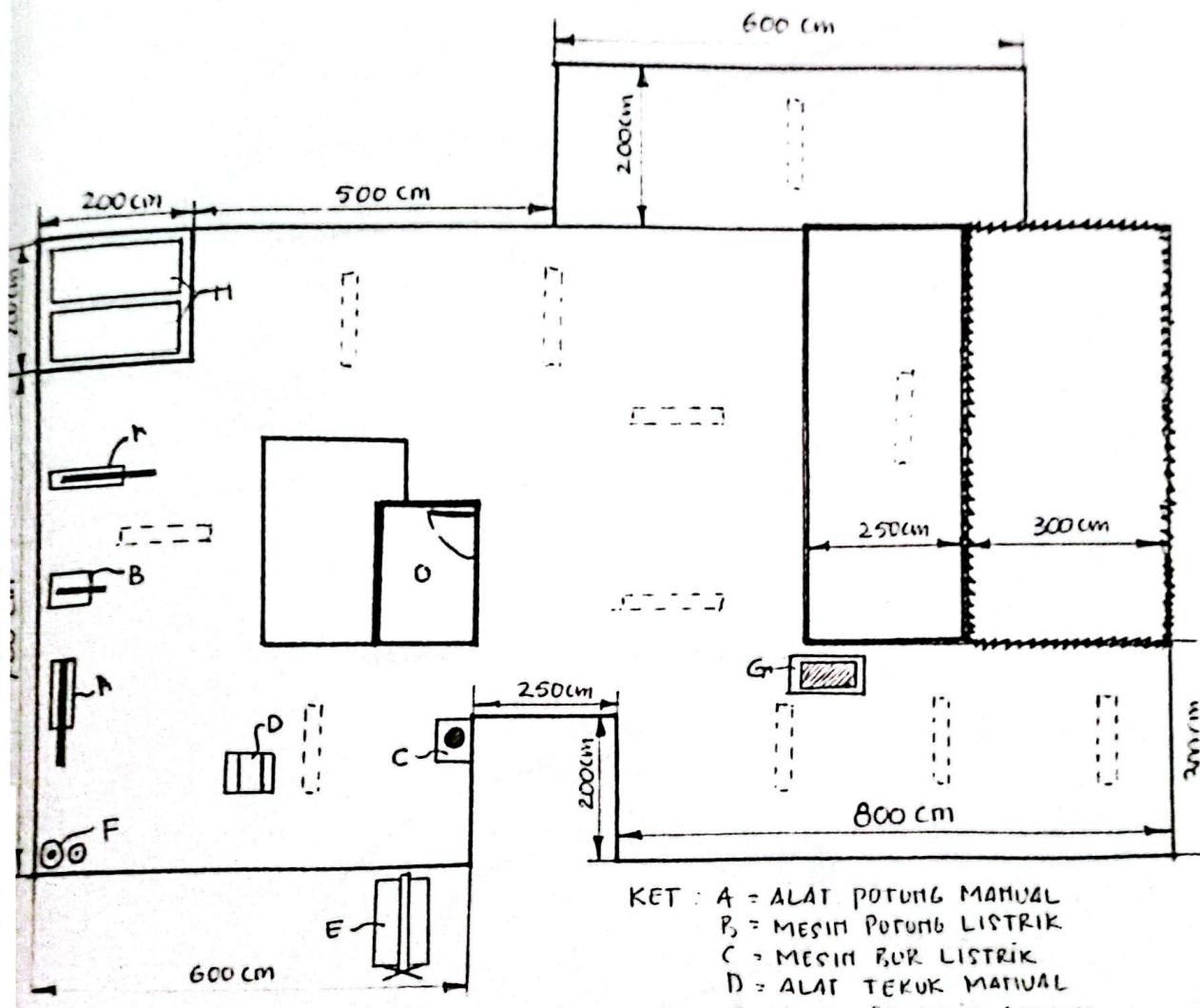
Sirkulasi udara : ruang terbuka tanpa dinding sehingga sirkulasi udara dapat berjalan dengan baik setiap saat.

IV.4 Dimensi Sistem Kerja

Luas ruang kerja atau dimensi sistem kerja yang menjadi pokok bahasan secara keseluruhan adalah 9 m x 16,5 m yang terbagi dalam beberapa areal menurut tahap penggeraan dan fasilitas pendukung, dengan ukuran-ukuran sebagai berikut :

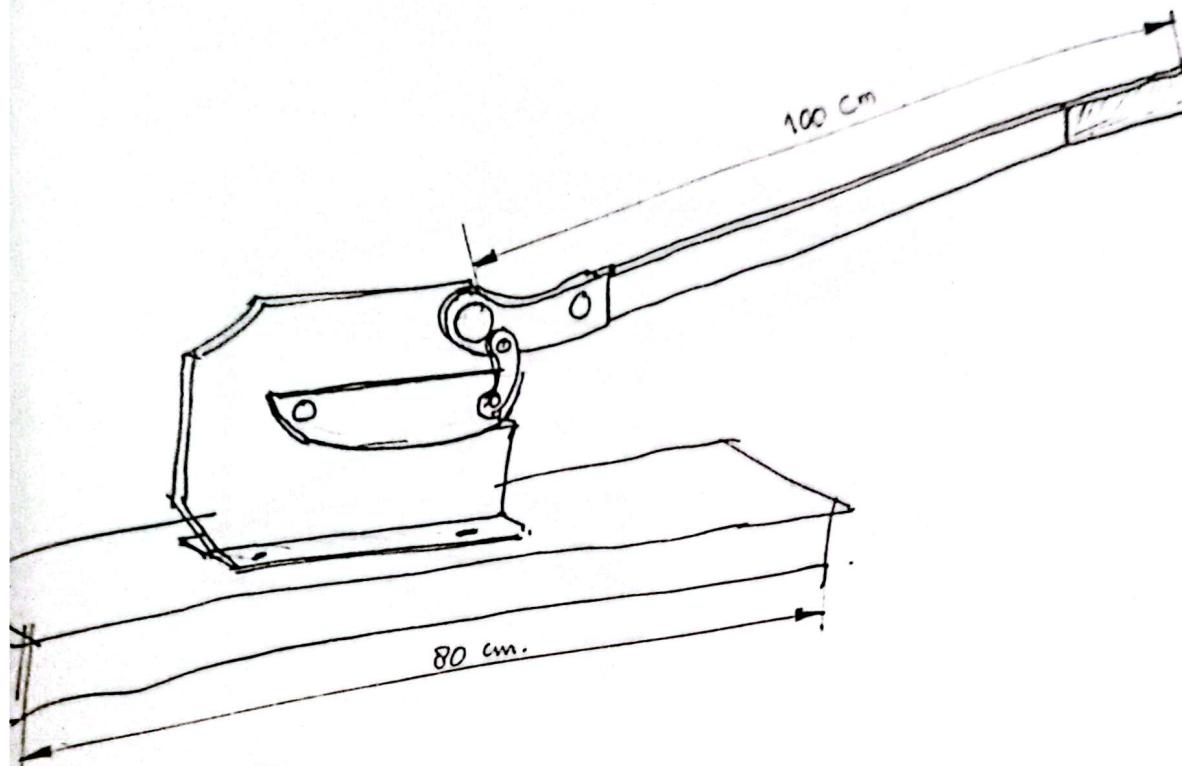
1. Areal pemotongan mempunyai ukuran \pm 4,5m x 6m
2. Areal pengelasan mempunyai ukuran \pm 6m x 6m
3. Areal *finishing* mempunyai ukuran \pm 3m x 8m
4. Ruang oven \pm 3m x 4m
5. ruang generator \pm 2m x 2m

Gambar dimensi dan tataletak dari workshop dapat dilihat pada gambar 4.3., dan untuk gambar bentuk dan dimensi peralatan ditunjukan pada gambar 4.4 – 4.12

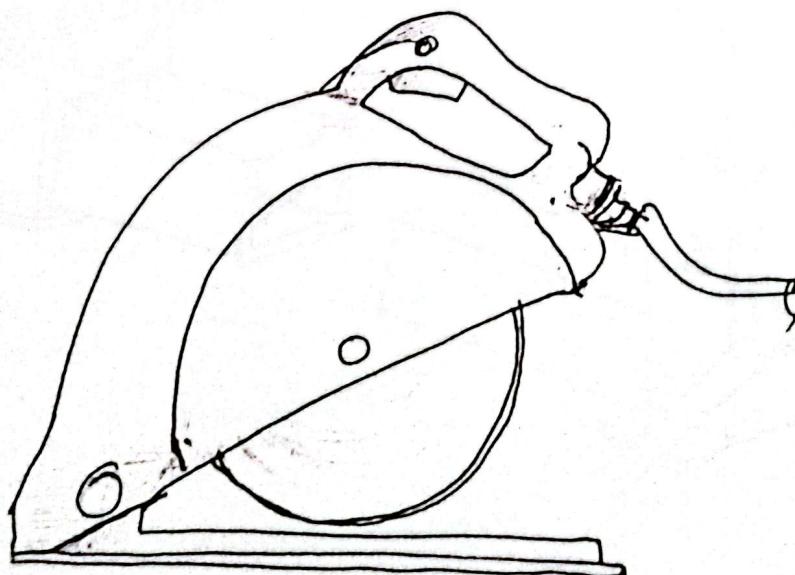


KET :
A = ALAT POTONG MANUAL
B = MESIN POTONG LISTRIK
C = MESIN BUR LISTRIK
D = ALAT TEKUK MANUAL
E = ALAT PELINTIR MANUAL
F = TABUNG GAS
G = KOMPRESOR
H = GENERATOR
---- = LAMPU NEONI

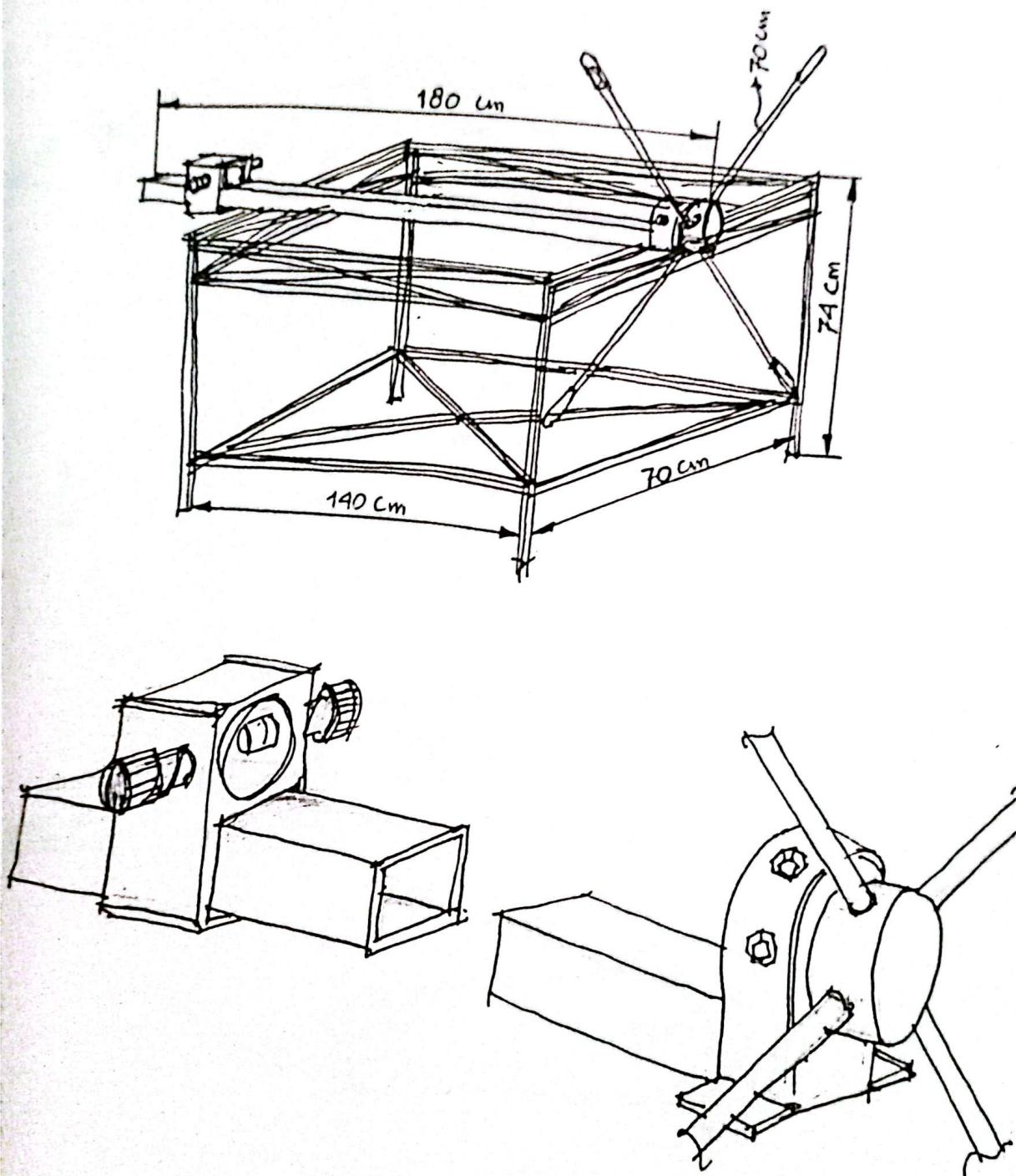
Gambar 4.3 Tata Letak Ruang dan Peralatan



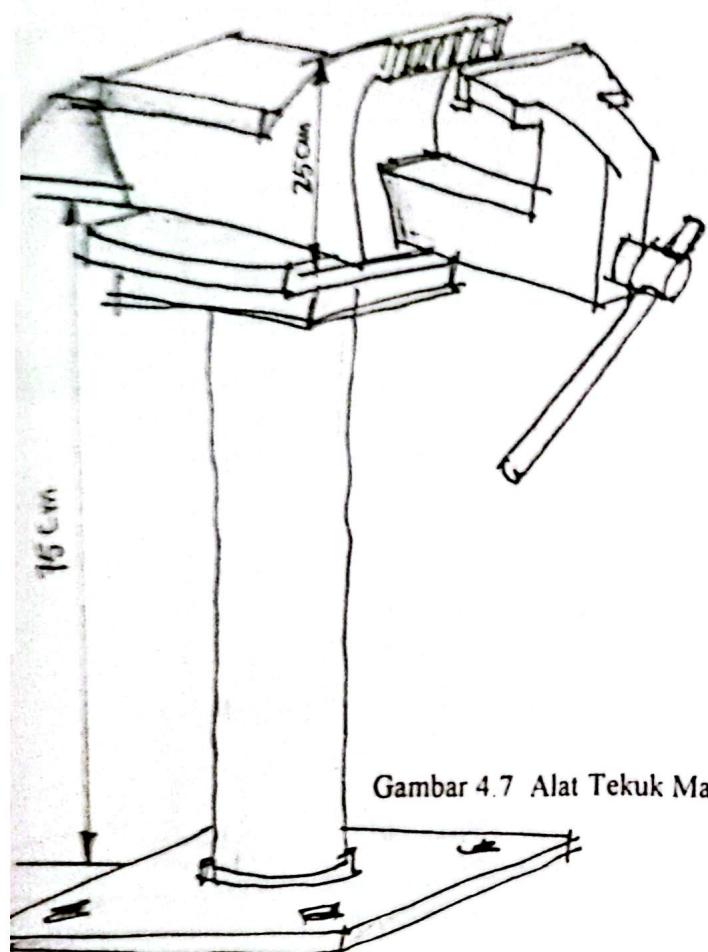
Gambar 4.4 Mesin Potong Plat Manual



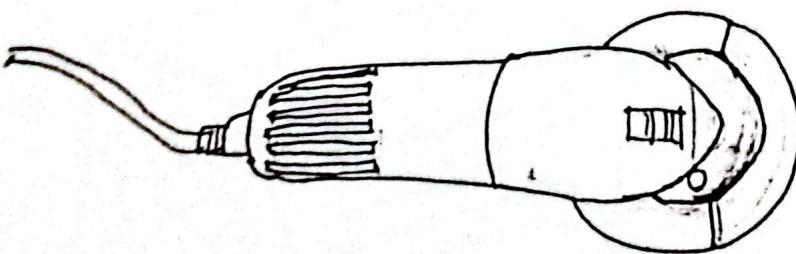
Gambar 4.5 Mesin Potong Listrik



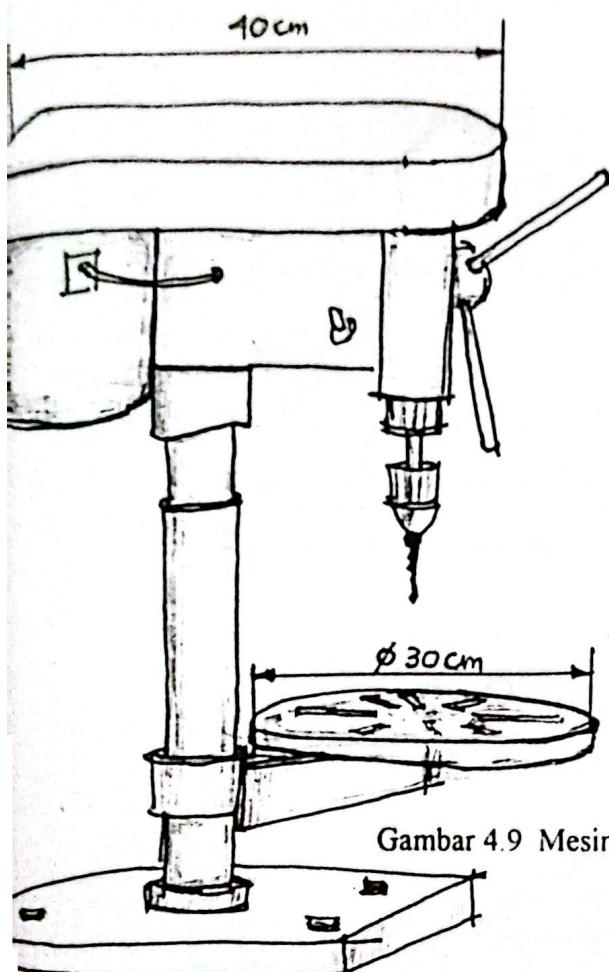
Gambar 4.6 Alat Pelintir Manual



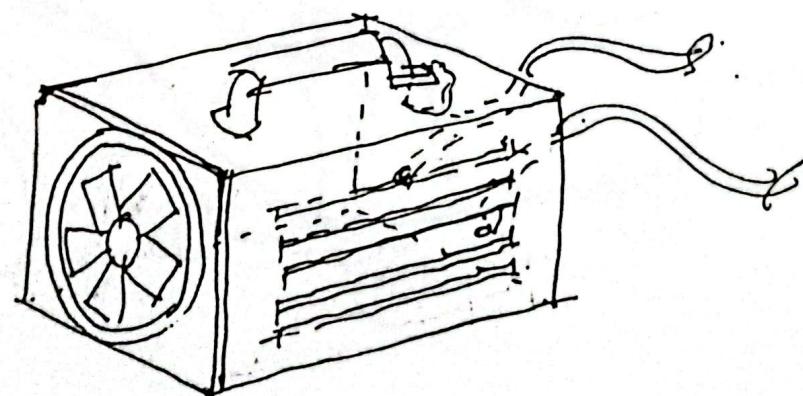
Gambar 4.7 Alat Tekuk Manual



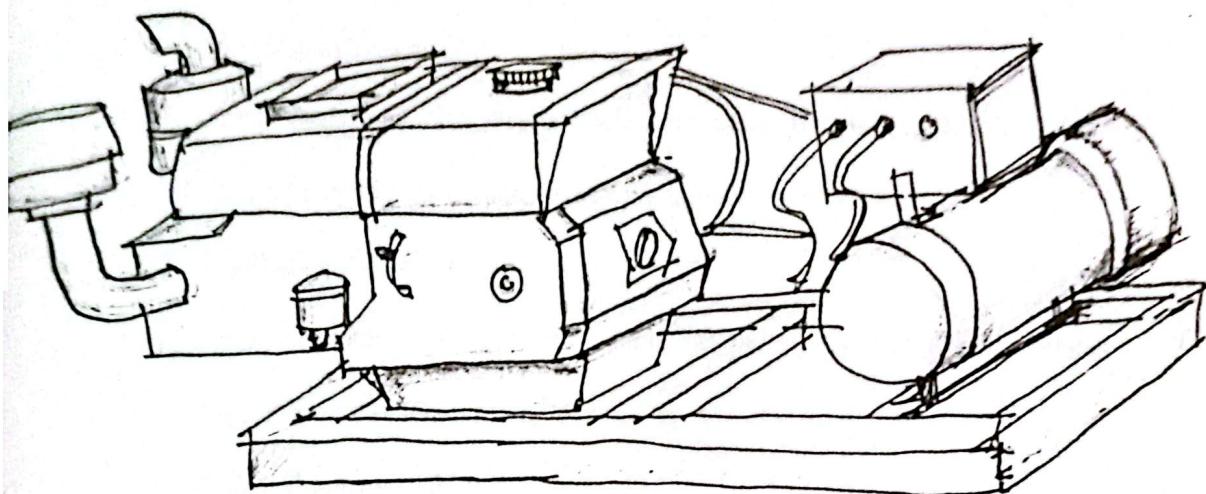
Gambar 4.8 Mesin Gerinda Listrik



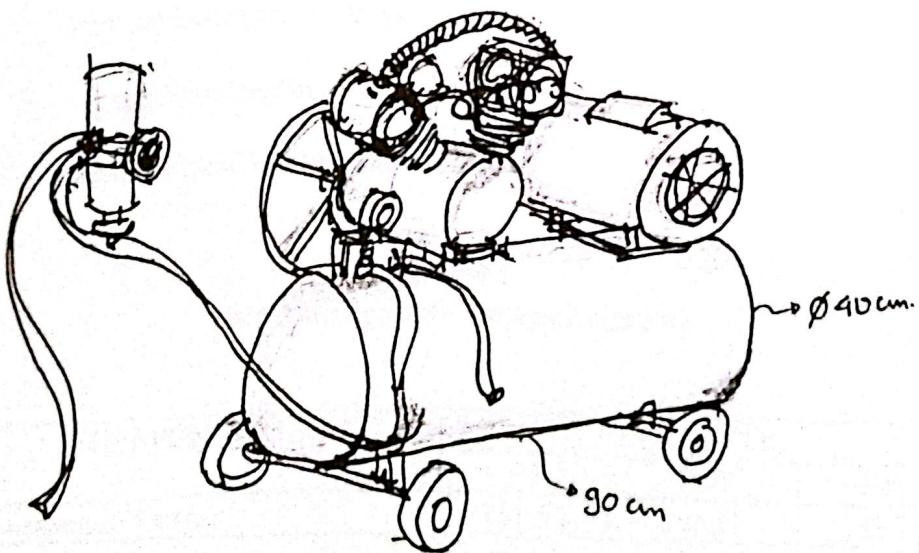
Gambar 4.9 Mesin Bor Listrik



Gambar 4.10 Mesin Las Listrik



Gambar 4.11 Generator Diesel



Gambar 4.12 Mesin Kompresor

IV.5 Data Anthropometri

1. Rentangan Tangan (RT)

Jarak horizontal dari bagian belakang bahu sampai ujung jari tengah dengan tangan dalam keadaan teregang penuh (maksimal)

2. Jangkauan Tangan (JT)

Jarak horizontal dari belakang bahu sampai ujung jari tengah dengan tangan dalam keadaan sewajarnya.

3. Tinggi Popliteal (TPL)

Jarak vertikal dari lantai sampai sisi bawah paha

4. Tebal Paha (TPH)

Jarak vertikal dari permukaan duduk hingga titik paling atas dari paha pada perpotongannya dengan perut

5. Tinggi Siku Berdiri

Jarak vertikal dari lantai sampai siku

Tabel 4.1
Data Anthropometri Tenaga Kerja Pria

NO.	JENIS PENGUKURAN	PERSENTIL		
		P5	P50	P95
1	Rentangan Tangan	151,59	168,65	183,25
2	Jangkauan Tangan	63,62	73,05	82,81
3	Tinggi Popliteal	32,65	44,84	49,55
4	Tebal Paha	11,21	13,31	16,81
5	Tinggi Siku Berdiri	89,86	98,05	108,27

IV. 6 Data Faal Kerja

Data faal kerja merupakan perincian dari pengeluaran energi dalam bekerja, dengan satuan kilo kalori (Kkal) yang dapat dilihat pada tabel di bawah

Tabel 4.2
Pemakaian Energi berdasarkan sikap badan saat bekerja

Sikap/gerak badan	Kerja Kkal/mnt	Kerja Kkal/jam
Duduk	0.3	20
Jongkok	0.5	30
Merangkak	0.5	30
Berdiri	0.6	35
Berdiri membongkok	0.8	50
Berjalan	1.7 - 3.5	100 - 200
Mendaki pada 100 tanjakan tanpa beban	0.75 per m naik	x 400

Tabel 4.3
Pemakaian energi berdasarkan jenis pekerjaan

Tipe pekerjaan	Kategori	Kerja Kkal/mnt	Kerja Kkal/jam
Kerja tangan	ringan	0.3 - 0.6	15 - 35
	sedang	0.6 - 0.9	35 - 50
	berat	0.9 - 1.2	50 - 60
Kerja satu lengan	ringan	0.7 - 1.2	40 - 65
	sedang	1.2 - 1.7	65 - 90
	berat	1.7 - 2.2	90 - 120
Kerja dua lengan	ringan	1.5 - 2.0	80 - 110
	sedang	2.0 - 2.5	110 - 135
	berat	2.5 - 3.0	135 - 160
Kerja seluruh badan	ringan	2.5 - 4.0	160 - 220
	sedang	4.0 - 6.0	220 - 325
	berat	6.0 - 8.5	325 - 450
	sangat berat	8.5 - 11.5	450 - 600

BAB V

ANALISA DAN PERANCANGAN

Pada bab ini memuat tentang analisa dari sistem kerja workshop lama secara keseluruhan dan perbagian yang disertai dengan analisa dari perancangan sistem kerja workshop baru dan diikuti usulan rancangan sistem kerja secara keseluruhan dari workshop

V.1 Analisa Secara Keseluruhan Dari Sistem Kerja Lama

Workshop dari PT. POLESTA ANGGRADIANI sekarang ini secara keseluruhan atau sebagai suatu sistem kerja dinilai mempunyai kinerja yang cukup baik, dilihat dari produk yang dihasilkan rata-rata baik dan sesuai dengan keinginan pemesan dan sesuai dengan desaign, begitu juga dengan jarangnya keluhan tentang keterlambatan waktu penyelesaian. Namun jika dilihat dibalik hasil yang didapat ini, sering terdapat keluhan tentang kenyamanan dan kelelahan, ~~sema~~ gangguan lainnya disaat penyelesaian suatu produk. Keletihan yang sering ~~imbul~~ menyangkut kebisingan, radiasi cahaya las, kelelahan karena bolak-balik ~~untuk~~ satu areal ke areal lain secara berulang dan kesulitan dalam memakai ~~berapa~~ peralatan seperti mesin boralat pelintir manual alat tekuk

Keluhan-keluhan tersebut dapat diatasi atau dikurangi jika dilihat dari penyebab timbulnya keluhan, seperti kebisingan dapat dikurangi dengan mengisolasi sumber kebisingan atau memakai penutup telinga saat bekerja. Kelelahan karena berjalan bolak-balik dengan membawa beban antar areal dapat dikurangi dengan menyusun tata letak peralatan dan areal yang lebih baik. Dan masalah kesulitan memakai peralatan seperti yang disebutkan di atas disebabkan oleh ukuran atau posisi saat pemakaian yang menyulitkan operator, maka untuk mengatasinya dibuat alat bantu atau ukuran peralatannya disesuaikan dengan kondisi operatornya.

Untuk lebih jelasnya kondisi sistem kerja pada workshop akan dianalisa dengan pendekatan ergonomi secara perbagian agar dapat mendekati pokok permasalahan yang menyebabkan timbulnya keluhan-keluhan tersebut

V.2 Analisa Ergonomi

Sistem kerja (workshop) dianalisa dalam beberapa pendekatan yang termasuk bidang ergonomi seperti anthropometri, faal kerja, biomekanika, penginderaan dan psikologi kerja, baik itu secara keseluruhan sistem maupun peralatan yang menimbulkan keluhan dari operator atau pekerja.

V.2.1 Analisa Anthropometri

Peralatan yang sering menimbulkan keluhan disaat pemakaiannya adalah mesin bor, alat pelintir manual dan alat tekuk. Maka analisa anthropometri ini dibagi menurut peralatan :

I. Mesin Bor

Letak mesin bor yang berada di lantai menyebabkan operator yang dalam menggunakannya harus jongkok dalam waktu relatif lama, sedangkan pengeboran membutuhkan konsentrasi cukup untuk mendapatkan tingkat akurasi yang baik, walau tidak terlalu tinggi namun hal ini menambah beban kerja. Dengan punggung yang cenderung membungkuk dan kepala menunduk menyebabkan kelelahan yang cepat pada punggung dan leher. Kaki yang menjadi tumpuan dengan posisi seperti itu akan mendapatkan beban lebih yang mengakibatkan cepat lelah. Hal ini merupakan suatu bentuk keterbatasan manusia sehingga untuk mengatasinya diperlukan alat bantu untuk memungkinkan manusia bekerja pada posisi optimal untuk kondisi kerja dalam waktu lama dengan konsentrasi mata yang cukup stabil, yaitu posisi duduk. Dengan demikian perlu dirancang meja kerja untuk meletakan mesin bor. Ukuran meja kerja yang dirancang berdasarkan data-data anthropometri persentil 95 dari tinggi popliteal, tebal paha, rentangan tangan dan jangkauan tangan. Yang mengandung arti 95% ukuran tubuh manusia dari terkecil hingga terbesar dalam posisi duduk dapat dengan nyaman memakai meja dengan peralatan mesin bornya.

Ukuran detail dari rancangan meja kerja dapat dilihat pada bagian perancangan (gambar 5.3 hal V - 16) Sedangkan model kursi disesuaikan dengan ukuran meja dan jenis pekerjaan untuk aktivitas tinggi (duduk, berdiri, berjalan), yaitu berupa kursi tanpa sandaran dan mempunyai roda serta dapat diatur tinggi rendahnya (gambar 5.4 hal. V - 17)

2. Alat Pelintir Manual

Alat bantu ini digunakan untuk membuat bentuk pelintiran besi padat dengan diameter maksimal 2cm. Kerja ini menggunakan tenaga manusia dengan memutar pegangan pada alat pelintir. Untuk meringankan beban pada saat memutar, pegangan dirancang dengan panjang yang sesuai sehingga ketinggian meja pun harus disesuaikan (gambar 4.6 hal IV - 9). Berdasarkan dimensi meja dan peralatan dapat dianalisa bahwa operator yang memakainya mempunyai beban cukup besar saat memutar pegangan, hal ini masih dapat dikurangi karena ukuran meja masih dapat diperbesar sehingga panjang pegangan dapat ditambah. Data anthropometri untuk rancangan meja seperti meja mesin bor, panjang pegangan menggunakan persentil 95 dari jangkauan tangan yang hasilnya dapat dilihat pada bagian perancangan (gambar 5.5 hal. V - 20)

Alat Tekuk

Fungsi sebenarnya alat ini hanya sebagai penjepit dan penahan pada saat di tekuk dengan ditarik atau didorong oleh operator (gambar 4.7 hal IV-10). Namun saat memakai alat ini timbul karena pada saat menarik atau mendorong

operator cenderung terlalu membungkuk, sehingga beban bertambah dibagian punggung yang mengakibatkan operator cenderung menekan atau mengangkat, dengan daya tarik atau daya dorong berkurang. Hal ini juga mengakibatkan operator menjadi cepat lelah.

Untuk mengatasi keluhan ini dapat dibuat rancangan ketinggian alat dengan menggunakan data anthropometri persentil 95 tinggi siku berdiri dengan maksud saat menarik atau mendorong posisi punggung tetap lurus dan posisi tangan berada pada posisi optimal mendorong atau menarik, bukan menekan atau mengangkat. Ukuran rancangan baru alat ini dapat dilihat pada bagian perancangan (gambar 5.6 hal. V - 22).

Sering bahan yang ditekuk berukuran pendek, hal ini menyulitkan operator untuk melakukan tekukan karena semakin pendek bahan, beban untuk menekuk bertambah. Untuk itu perlu alat ada alat agar pegangan operator terhadap bidang tekuk menjadi panjang. Alat ini berupa potongan besi.

Berdasarkan tata letak peralatan dalam satu areal, jarak antara peralatan masih memadai untuk bekerja tanpa gangguan yang diakibatkan letak peralatan.

2.2 Analisa Faal Kerja

Analisa ini membahas tentang penyebab keluhan kelelahan operator saat kerja, karena analisa faal kerja menyangkut pemakaian energi atau tenaga saat kerja dengan beberapa posisi tubuh.

Secara umum pemakaian peralatan di workshop PT. POLESTA GRADIANI mengharuskan posisi tubuh untuk berjongkok yang berarti

membutuhkan energi (32 kkal/jam) (tabel 4.2 hal IV-13). Hal ini lebih ringan dibandingkan dengan duduk (35 kkal/jam) atau berdiri membungkuk (36 kkal/jam). posisi yang membutuhkan energi yang terkecil adalah posisi duduk. Namun jika posisi ini dipakai untuk proses pemotongan justru menambah energi untuk memotong bahan (besi) yang rata-rata panjang, begitu juga pada saat penarungan dilakukan dengan posisi duduk berarti operator menarik gagang untuk menentang sejingga energi untuk satu tangan banyak terpakai (90 - 120 kkal/jam) (tabel 4.3 hal IV-14). Sedangkan jika alat potong di lantai berarti penarungan dilakukan dengan memanfaatkan berat tubuh untuk menekan dan bahan tidak perlu diangkat cukup dengan menggeser di lantai. Begitu juga untuk pengelasan posisi duduk dengan menggunakan meja kerja akan menyebabkan pemakaian energi terlalu besar, karena produk yang dilas ukurannya besar dan sejingga menyulitkan untuk bergerak dibandingkan dengan operator yang bekerja dalam posisi jongkok yang memungkinkan bergerak lebih aktif untuk pengelasan pada bagian yang lain.

Kelelahan yang timbul pada pemakaian mesin bor, alat pelintir manual dan teknik adaptif dikurangi, karena pada alat ini timbulnya kelelahan disebabkan oleh rancangan dimensi peralatan lama yang kurang memadai. Pada pemakaian mesin bor dapat dikatakan pemakaian energinya > 30 kkal/jam karena posisinya yang jongkok melainkan posisi jongkok dengan membungkuk sedangkan bahan yang dilas sudah dalam bentuk potongan-potongan kecil sebelum dilas. Dengan hal ini posisi duduk saat membor sangat mungkin dilakukan dan dapat mengurangi beban kelelahan. Dalam pemakaian alat pelintir manual dan alat

kerja yang dilaksanakan pada pembungkuk, berarti konsumsi energinya dapat dikurangi dengan mendekati rancangan dimana peralatan yang baru sehingga pemakaian energinya > 200 kkal/jam.

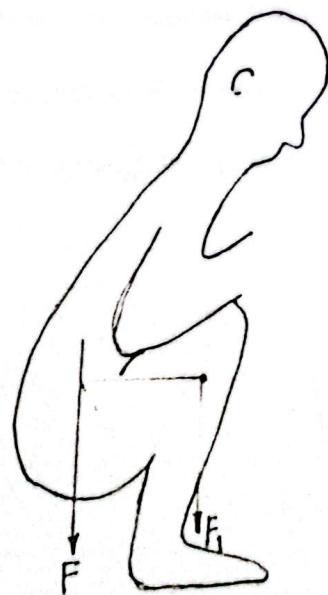
Kekurangan adalah kelelahan karena kerjanya berjalan (tanpa beban maupun dengan beban) bolak-balik yang cukup jauh antar areal pengrajan dapat dikurangi pemakaian energinya > 200 kkal/jam, disebabkan tata letak areal pengrajan yang kurang baik (gambar 4.2 hal. IV - 2). Hal ini dapat dikurangi dengan merancang tata letak areal yang saling berdekatan dan sistematis sehingga mengurangi konsumsi energi untuk jalan jauh dan bolak-balik. Perancangan tata letak dapat dibuat menurut aliran proses pengrajan dan kemungkinan pemakaian ~~peralatan~~ yang sama sehingga dapat dibentuk tata letak yang lebih baik ~~perancangan~~ tata letak pada bagian perancangan hal. V - 24 gambar 5.7)

5.3 Analisa Biomekanika

Pada sistem kerja di workshop ini pemakaian kekuatan gerak lebih ~~lebih~~ dibandingkan dengan kecepatan gerak maupun ketelitian gerak ~~lebih~~ sistem kerja ini bekerja dengan bahan berat dan cukup besar sehingga ~~lebih~~ otot lebih dibutuhkan dibandingkan reflek gerak atau kecermatan mata ~~lebih~~. Atas dasar itu analisa untuk mengetahui tentang kekuatan otot dan daya ~~lebih~~ jaringan dalam berbagai kondisi kerja dan posisi tubuh akan dapat ~~menentang~~ suatu kondisi dan posisi tubuh yang optimal bagi operator untuk ~~lakukan~~ pekerjaannya.

Kondisi kerja di workshop ini, yang memaksa operator bekerja dalam posisi jongkok, berdiri dan berjalan menimbulkan kerja jaringan otot yang maksimal sehingga cepat lelah, hal ini dapat dikurangi dengan merancang suatu alat bantu atau memperbaiki ukuran peralatan sesuai dengan faktor keterbatasan manusia.

Untuk kondisi bekerja yang memaksa tetap jongkok seperti pada pemotongan bahan dan pengelasan, berarti jaringan otot yang bekerja maksimal pada daerah otot paha, betis serta tumit dikarenakan menahan beban tubuh pada titik berat daerah pantat (gambar 5.1). Untuk mengatasi beban tersebut dapat dibuat bangku atau dudukan atau operator yang bekerja dapat duduk pada potongan balok.

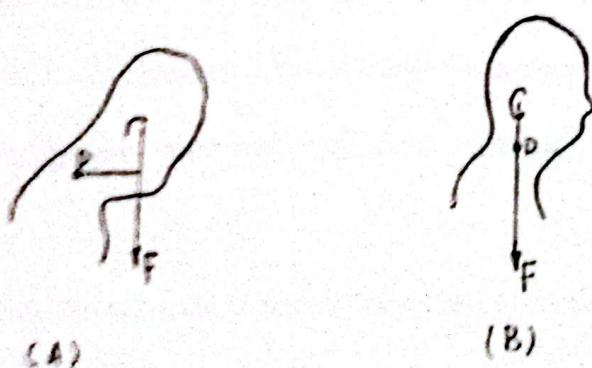


Gambar 5.1 Titik Berat Pada Posisi Jongkok

Pemakaian peralatan yang membutuhkan kekuatan gerak terbesar yaitu pada alat pelintir dan alat tekuk, baik itu kekuatan jaringan otot tangan serta

punggung. Pada penelitian teleskop hal ini disebabkan oleh kondisi kerja yang sedikit membebangkan dan menarik maupun mendorong, untuk mengurangi beban tersebut posisi tubuh harus mendekati tegak. Sedangkan pada alat pelintir kerja otot tangan dapat dikurangi dengan memperbesar radius putar (panjang pegangan), maka maka kerja otot lebih ringan dan daya tahan jaringan otot lebih lama

Operator mesin ber pada saat bekerja sering menundukkan kepala, ini dimaksudkan agar mata bot tepat titik yang diinginkan Hal ini menyebabkan sumbu leher bekerja maksimal untuk menahan titik berat kepala yang bergeser dari tulang leher sehingga leher sering pegal lelah (gambar 5.2a). Untuk mencegah lelahnya leher maka dibuat kondisi bekerja dengan posisi kepala tegak sehingga titik berat tetap pada tulang leher (gambar 5.2b). Dengan demikian jaringan sumbu leher akan berkurang bebananya. Posisi ini dapat dicapai dengan bekerja memukai meja kerja dengan ketinggian optimal untuk mata melihat tanpa menundukkan kepala



Gambar 5.2 Posisi Kepala dengan Titik Beratnya

V.2.4 Analisa Penginderaan

Analisa ini membahas tentang tingkat kebisingan, pencahayaan dan tingkat polusi (bau-bauan) dari sistem kerja workshop. Kebisingan yang timbul disebabkan oleh suara mesin generator yang berjumlah 2 buah, suara mesin potong listrik, mesin bor, mesin gerinda dan mesin kompresor serta kadang-kadang suara palu. Untuk pencahayaan yang menjadi keluhan adalah tingkat radiasi cahaya las. Sedangkan tingkat polusi lebih besar pada areal penggerjaan finishing.

Tingkat kebisingan di workshop yang menyerupai perusahaan gaduh dengan tingkat kebisingan 90 – 100 dB merupakan akumulasi dari suara mesin-mesin yang ada, hal ini untuk suatu workshop masih termasuk dapat diterima. Namun ada baiknya jika kebisingan tersebut dapat dikurangi. Misalnya generator diberi sekat yang cukup memadai dalam mengurangi suara yang terdengar, atau untuk mengurangi beban suara pada operator tata letak areal diatur menjauhi tempat generator. Uraian perancangan tersebut dapat dilihat pada bahasan perancangan (hal. V- 24, gambar 5.7). Operator yang memakai peralatan yang menimbulkan kebisingan memakai pelindung telinga untuk mengurangi kebisingan.

Dilihat dari penerangan untuk bekerja di workshop termasuk baik dikarenakan workshop dirancang terbuka (tanpa dinding) sehingga kalau siang matahari dapat menerangi areal penggerjaan. Untuk kondisi tertentu (mendung atau malam) lampu neon yang ada sangat menunjang (gambar 4.3 hal. IV- 7). Dengan berpedoman pada intensitas penerangan pekerjaan pemasangan tidak teliti (170 –

194 (dari total 22 kali) atau 87,3% masih lebih baik intensitas penerangan workshop DEI Proses Penggantian (W/W = 1200 Jux). Namun keluhan timbul pada proses penggantian dengan alatnya adalah cuaca tinggi yang mengakibatkan mata sakit dan air tenggorokan. Hal ini dapat terjadi karena pada saat pengelasan operator menggunakan hanya memakai kacamata hitam biasa bukannya masker las, alasannya merupakan untuk selalu memegang masker las. Untuk mengatasi hal ini pihak manajemen cukup mendisiplinkan dan mengharuskan operator menggunakan masker las.

Workshop yang terluar tanpa dinding mempunyai keuntungan berupa suhu udara yang baik dan suhu sesuai dengan cuaca. Dengan sirkulasi udara yang baik seterusnya tingkat polusi di workshop rendah, namun untuk area finishing yang berhubungan langsung dengan penyemprotan cat bertekanan tinggi terkena mendapat polusi udara yang tinggi sehingga operator yang bekerja di area finishing haruslah memakai penutup hidung dan mulut sehingga akibat yang ditimbulkan oleh polusi udara dapat dikurangi atau diminimalkan.

V.2.5 Analisa Psikologi Kerja

Yang dimaksud psikologi kerja salah perasaan kejiwaan saat bekerja, suatu hal yang dipengaruhi rasa aman, nyaman dan optimal bekerja. Kondisi ini merupakan suatu yang didapat dari keadaan yang baik berdasarkan lingkungan kerja seperti suara, suhu, sirkulasi udara, penerangan dan kondisi tubuh.

Sejauh psikologi kerja, suhu di workshop yang tak terjaga ketebalannya yang artifisial sehingga bergantung suhu udara akan mempengaruhinya

kondisi tubuh operator. Namun jika dilihat letak workshop berada di areal tanah kosong dengan banyak pepohonan yang cukup besar dapat dikatakan tingkat kestabilan suhu udara di workshop dapat lebih terjaga walaupun tidak sebaik ruang AC. Dengan letak di antara pepohonan dapat memberikan rasa nyaman, tenang dan segar bagi operator yang bekerja sehingga perasaan kejiwaan operator selalu terjaga.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dikatakan psikologi kerja dari sistem kerja workshop belumlah baik berdasarkan analisa-analisa sebelumnya, maka untuk itulah diperlukan perancangan sistem kerja baru dengan pendekatan ergonomi sehingga psikologi kerja dapat diperbaiki dengan maksud tercapainya kondisi optimal. Hal ini mempengaruhi keoptimalan kerja para operator sehingga kinerja dari workshop sebagai suatu sistem kerja menjadi lebih baik dari sebelumnya.

V.3 Analisa Lingkungan Sistem Kerja

Berdasarkan letak workshop yang terpisah dari kantor utama, menghasilkan suatu manfaat berupa berkurangnya gangguan suara, polusi pada kegiatan kantor utama (gambar 4.1 hal. IV- 4). Sedangkan letak workshop yang berada di antara pohon-pohon dan tanah kosong menyebabkan kebisingan dan polusi udara dapat terisolasi sehingga mengurangi gangguan pada lingkungan sekitarnya.

Dalam merancang meja mesin bor diperlukan data anthropometri yang disesuaikan dengan kebutuhan ukuran dimensi yang dirancang. hasil penentuan ukuran merupakan ukuran persentil yang mempertimbangkan faktor kelonggaran dan penyesuaian sesuai teori yang ada

a. Penentuan Tinggi Meja

Tinggi maja mesin bor merupakan hasil data anthropometri dari Tinggi Popliteal + Tinggi Tumit + Tebal Paha + Tebal Atas Meja dengan asumsi tinggi tumit dan tebal alasnya 2 cm (Bab II hal II-27) Kemudian ditambah 10% dari total ukuran sebagai kelonggaran.

Data untuk tinggi popliteal dan tebal paha digunakan persentil 95, hal ini dilakukan karena dengan menggunakan persentil 95 berarti 95% dari ukuran yang diambil dari terkecil hingga terbesar akan dapat menggunakan meja tersebut, serta merasa nyaman menempatkan kaki /duduk tanpa merasa kerendahanatau terganggu karena ruang yang sempit.

$$\text{Tinggi Popliteal (TPL)} = 49,55 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal Paha (TPH)} = 16,81 \text{ cm} \quad (\text{tabel 4.1 hal. IV-12})$$

Sehingga tinggi meja mesin bor :

$$= 49,55 \text{ cm} + 2 \text{ cm} + 16,81 \text{ cm} + 2 \text{ cm} + 10\%$$

$$= 70,36 \text{ cm} + 10\%(70,36 \text{ cm})$$

$$= 70,36 \text{ cm} + 7,036 \text{ cm}$$

$$= 77,39 \text{ cm} \approx 77 \text{ cm}$$

b. Penentuan Panjang Meja

Dalam penentuan panjang meja perlu diperhatikan gerak jangkauan tangan kiri maupun kanan, yang dalam proses kegiatan di meja tersebut akan banyak bergerak mencapai, menjangkau atau menarik dari kedua tangan

Berdasarkan penilaian di atas maka panjang meja kerja mesin bor diambil dari data anthropometri untuk rentangan tangan dengan persentil 95 dikurangi dengan kelonggaran 10% untuk kelonggaran mengepal, dengan maksud 95% orang yang diasumsikan untuk rata-rata orang dapat meletakan, mengambil di areal meja kerja tanpa menggerakkan badan secara berlebihan.

$$\text{Panjang Rentangan Tangan (RT)} = 182,25 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang Meja} = 182,25 \text{ cm} - 10\%(182,25)$$

$$= 182,25 \text{ cm} - 18,22 \text{ cm}$$

$$= 164,03 \text{ cm} \approx 164 \text{ cm}$$

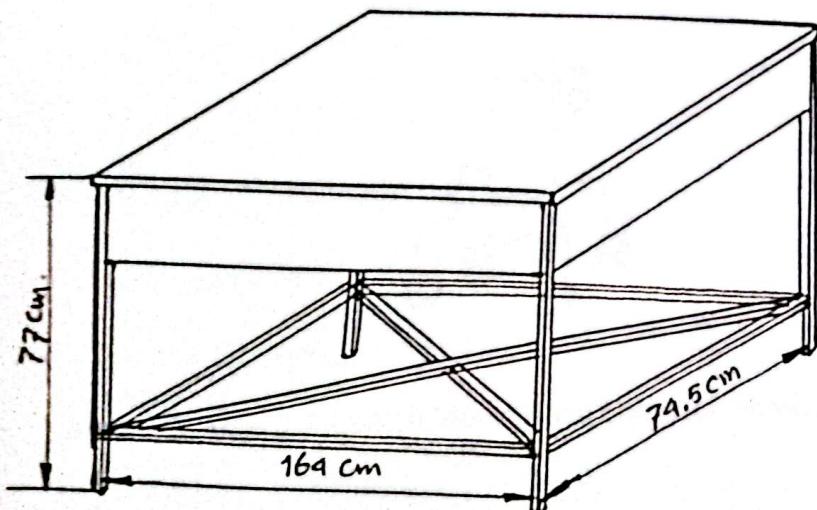
c. Penentuan Lebar Meja

Untuk lebar meja diambil ukuran data anthropometri dengan persentil 95 dikurangi 10% sebagai kelonggaran untuk memegang/mengepal, dengan maksud jarak maksimal menjangkau ke depan tanpa membungkukkan badan untuk 95% jumlah orang

Panjang Jangkauan Tangan (JT) = 82,81 cm

$$\begin{aligned}\text{Lebar Meja} &= 82,81 \text{ cm} - 10\%(82,81) \\ &= 82,81 \text{ cm} - 8,28 \text{ cm} \\ &= 74,53 \text{ cm} \approx 74,5 \text{ cm}\end{aligned}$$

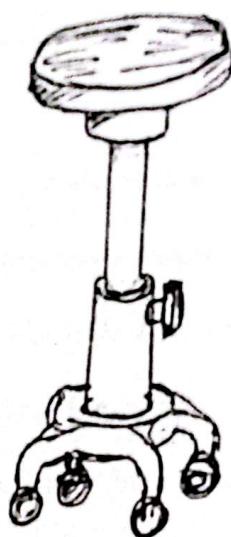
Dengan demikian dapat dibuat gambar rancangan meja mesin bor seperti pada gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.3 Meja Mesin Bor

Sedangkan untuk kursi operator mesin bor mengenai ukurannya dapat disesuaikan, dengan kata lain tinggi rendahnya kursi dapat diatur dengan menaik turunkan, kursi ini tanpa sandaran dan beroda. Tujuannya agar tidak menghalangi

gerak operator yang harus aktif. Kursi ini dimensinya tidak dirancang, cukup membeli kursi tanpa sandaran dan beroda yang tinggi rendah diperlukan dapat diatur. Untuk jelasnya dapat dilihat contoh kursi seperti gambar 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.4 Contoh Model Kursi Operator Mesin Bor

2. Perancangan Meja Alat Pelintir dan Gagang Pelintir

Pada perancangan ii hanya berupa besar ukuran meja dan panjang gagang pelintir. Karena sebelumnya sudah ada meja dan gagang pelintir yang dalam penggunaannya kurang nyaman. Rancangan meja lama mempunyai dimensi tinggi = 70 cm, lebar = 74 cm dan panjang = 140 cm. Berdasarkan data tersebut terjadi sedikit perbedaan dengan hasil rancangan meja mesin bor yang

memakai data anthropometri orang dewasa sekarang Patokan perancangan meja alat pelintir secara prinsip sama dengan meja mesin bor

a. Penentuan Tinggi Meja Alat Pelintir

Untuk menentukan tinggi meja alat pelintir masih memakai ukuran yang sama dengan meja mesin bor, yaitu tinggi popliteal, tebal paha dan asumsi lainnya (lihat bahasan rancangan meja mesin bor hal V- 14) dengan hasil ukuran tinggi rancangan meja = 77 cm.

b. Penentuan Lebar Meja Alat Pelintir

Penentuan lebar meja ini berkaitan erat dengan rancangan panjang gagang pelintir, karena jika lebar meja yang dirancang lebih kecil jarak ujung gagang satu ke ujung gagang yang lain maka ujung gagang akan melebihi tepi meja dan hal ini bisa membahayakan orang yang lewat melalui pinggir meja. Untuk itu penentuan lebar meja merupakan jumlah panjang gagang pelintir, ini disebabkan karena alat pelintir terletak di tengah lebar meja ditambah 10% kelonggaran untuk lebar alat pelintir.

Penjang gagang diambil berdasarkan ukuran anthropometri dengan persentil 95 dari data Jangkauan Tangan dikurangi 10% kelonggaran untuk posisi memegang.

$$\text{Jangkauan Tangan (JT)} = 82,81 \text{ cm}$$

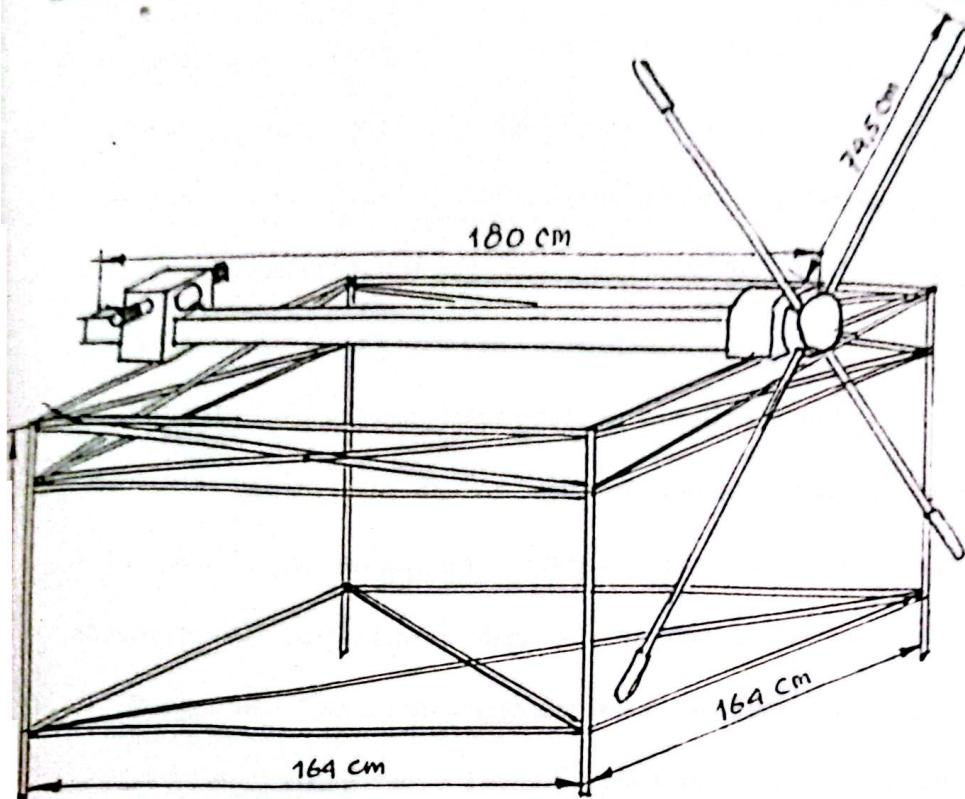
$$\begin{aligned}\text{Panjang Gagang} &= 82,81 \text{ cm} - 10\%(82,81) \\ &= 82,81 \text{ cm} - 8,28 \text{ cm} \\ &= 74,53 \text{ cm} \approx 74,5 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka Lebar Meja} &= (2 \times 74,5) \text{ cm} + 10\% \\ &= 149 \text{ cm} + 10\%(149 \text{ cm}) \\ &= 149 \text{ cm} + 14,9 \text{ cm} = 163,9 \text{ cm} \approx 164 \text{ cm}\end{aligned}$$

c. Penentuan Panjang Meja Alat Pelintir

Untuk panjang meja faktor yang berpengaruh sebenarnya adalah panjang alat pelintir yang berhubungan dengan panjang maksimal bahan yang hendak dipelintir. Berdasarkan data ukuran panjang alat pelintir (gambar 4.6 hal. IV - 9) adalah 170 cm, maka panjang meja rancangan dapat mengambil patokan yang sama dengan penentuan panjang meja mesin bor (perancangan meja mesin bor hal V - 15) yang mempunyai ukuran 164 cm.

Untuk lebih jelasnya tentang hasil rancangan dimensi meja alat peintir dan panjanggagang pelintir, dapat dilihat pada gambar 5.5 di bawah ini :



Gambar 5.5 Rancangan Meja Alat Pelintir

Dengan dimensi rancangan ini maka pada saat operator memutar gagang, pegangan tangan berada pada daerah maksimal yang bisa dicapai oleh kedua tangan, dengan jarak yang lebih jauh dari pegangan lama (70 cm) maka beban putaran menjadi berkurang. Operator juga tidak harus membungkuk untuk memutar karena ketinggian meja lebih tinggi ditambah panjang gagang yang lebih panjang , sehingga posisi operator dapat senyaman mungkin untuk memutar

3. Perancangan Alat Tekuk

Pada perancangan ini mengusahakan untuk mendapatkan posisi mendorong dan menarik dalam keadaan berdiri tanpa membungkuk. Jadi untuk mendapatkan tinggi alat tekuk yang lebih baik dari tinggi rancangan lama yang sudah kurang memadai.

Penentuan tinggi alat tekuk berdasarkan data anthropometri dengan mengambil ukuran tinggi siku berdiri dengan asumsi bahwa mendorong yang ideal ialah lengan bawah lurus ke depan sedang lengan membentuk sudut mendekati 90° / tangan lurus ke depan segaris perut atau segaris dada.

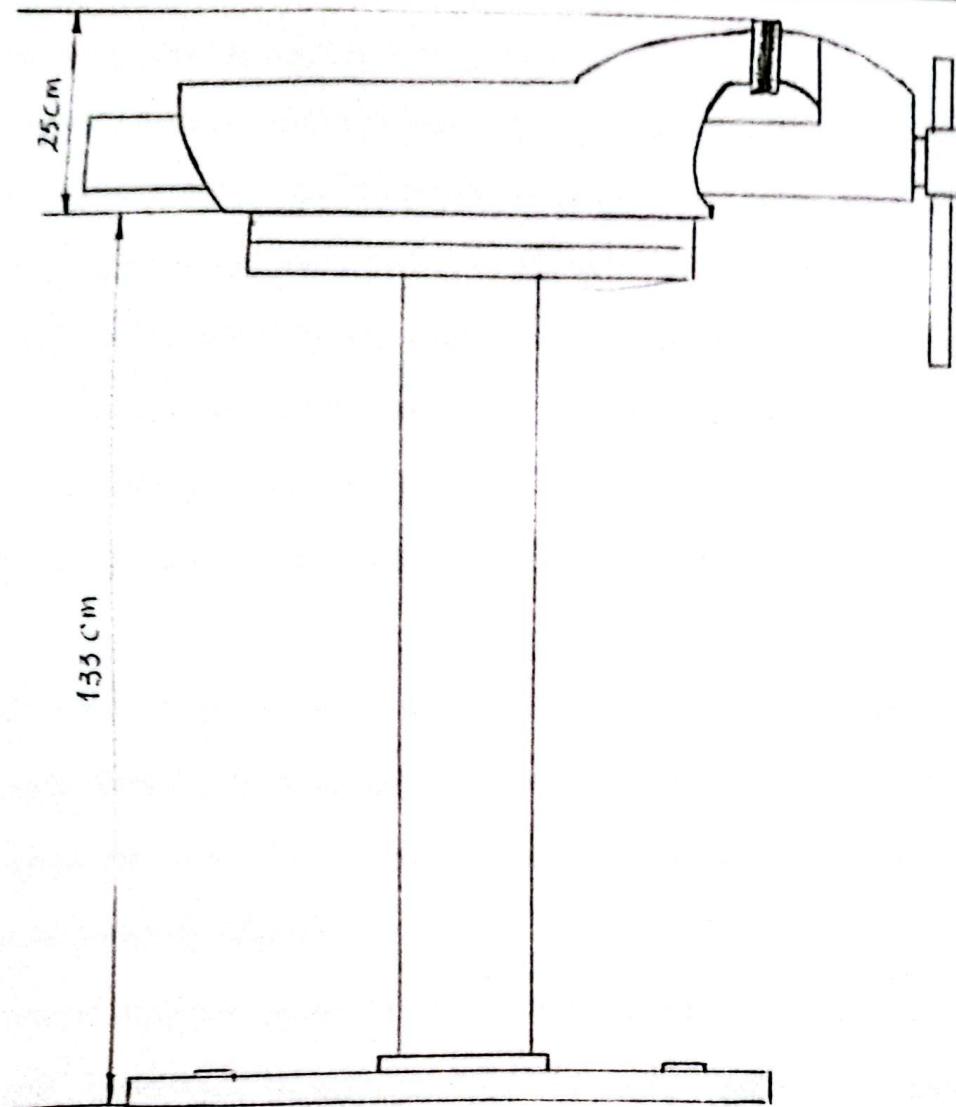
Dengan demikian berarti tinggi alat tekuk dari lantai hingga titik dorong adalah : Tinggi Siku Berdiri + Tinggi Kepala Alat Tekuk (25 cm) (gambar 4.7 hal IV-10).

$$\text{Tinggi Siku Berdiri (TSB)} = 108,27 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi Alat Tekuk} = 108,27 \text{ cm} + 25 \text{ cm}$$

$$= 133,27 \text{ cm} \approx 133 \text{ cm}$$

Gambar rancangan alat tekuk dapat dilihat pada gambar 5.6 di bawah ini :



Gambar 5.6 Alat Tekuk Manual

Dengan ketinggian ini dapat dikatakan bahwa operator akan bekerja
gan posisi nyaman tanpa membebankan otot punggung secara berlebihan

V.4.2 Perancangan Tata Letak Areal Penggerjaan

Berdasarkan keluhan yang diterima tentang seringnya operator / pekerja bolak-balik antar areal penggerjaan menunjukkan belum optimalnya pengaturan tata letak areal penggerjaan yang lama. Untuk itu ada baiknya dibuat rancangan tata letak areal baru menurut aliran proses penggerjaan dan penempatan peralatan dan areal yang diusahakan berdekatan dan tidak merepotkan, dengan adanya pengaturan ini diusahakan agar mengurangi tingkat kebisingan yang diterima operator dengan menjauhi sumber suara yang cukup mengganggu (2 buah generator).

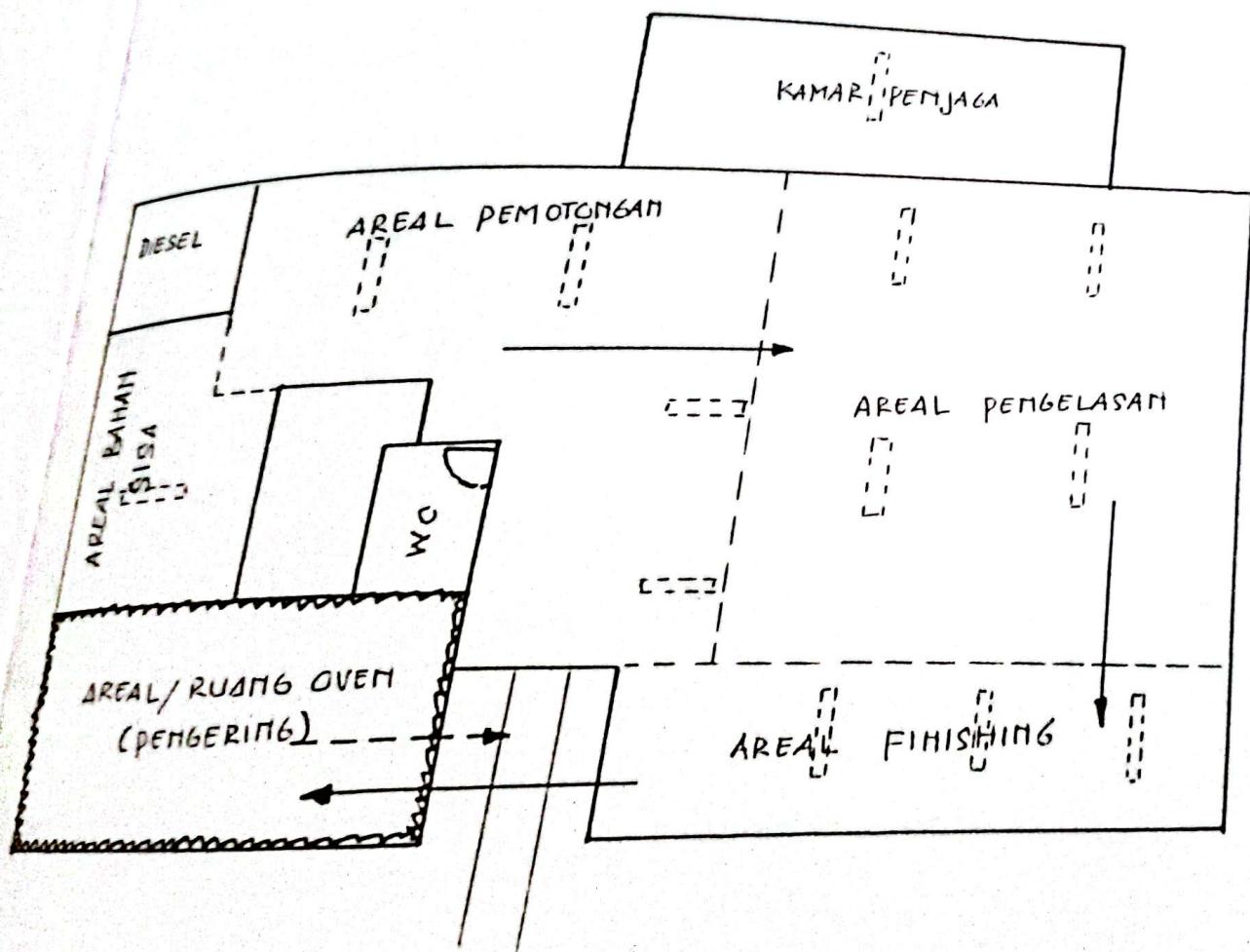
Pada tata letak lama (gambar 4.3 hal. IV- 7) areal pengelasan, pengeboran dan pemotongan letaknya berdampingan dengan areal generator, yang berarti areal ini menerima suara-suara dengan tingkat kebisingan yang cukup mengganggu dan harus dipindahkan.

Menurut alur proses penggerjaan yang sering terjadi di workshop ini hendaknya areal pemotongan, pengeboran, tekuk dan pelintir berdekatan dengan areal pengelasan atau saling berdampingan kemudian areal finishing setelah itu pengeringan

Sesuai alur tersebut dan melihat areal workshop dan areal yang diperlukan, serta areal yang lama maka dapat dibuat suatu rancangan tata letak baru, dengan perubahan yang tidak terlalu merepotkan.

Untuk perancangan tata letak baru, areal pengeringan lama dipindahkan ke areal pemotongan yang berada di dekat jalan mobil pengangkut. Kemudian areal pemotongan, pengeboran, tekuk dan pelintir yang lama dipindahkan ke sisi

belakang workshop. Dengan pemindahan tersebut maka areal pengelasan menjadi luas dan memungkinkan pengaturan atau penempatan alat yang digunakan saat proses pengelasan menjadi lebih baik. Untuk areal finishing tidak perlu dipindahkan, untuk lebih jelasnya lihat gambar 5.7 di bawah ini.



Gambar 5.7 Tata Letak Workshop Yang Baru

Dengan perancangan ini dapat dikatakan adanya penggabungan tiga areal penggerjaan dalam suatu areal yang luas karena tidak ada jarak atau batas pemisah areal sehingga memudahkan operator bergerak antar areal penggerjaan dengan jarak lebih pendek dan pengaturan mesin peralatan lebih mudah. Sedangkan dengan semakin jauhnya letak generator akibat pemindahan tata letak ini, memberikan dampak berkurangnya tingkat kebisingan yang diterima operator yang bekerja.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengumpulan data dan analisa yang dilakukan sehingga dapat dibuat suatu alternatif rancangan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Masalah pada suatu sistem kerja dapat diketahui melalui keluhan-keluhan yang disampaikan oleh para operator atau karyawan yang bekerja dalam sistem tersebut.
2. Dalam rancangan sistem kerja lama dari workshop PT POLESTA ANGGRADIANI terdapat beberapa kelemahan atau kekurangan pada ukuran dimensi peralatan maupun tata letak areal penggerjaan yang menimbulkan keluhan-keluhan tentang ketidaknyamanan dan rasa cepat lelah dari para operator yang bekerja di workshop tersebut.
3. Kondisi atau rancangan sistem kerja bergantung pada proses yang terdapat pada sistem kerja tersebut sehingga suatu perbaikan pada sistem kerja tersebut tidak dapat mencapai kondisi ideal secara teoritis pada semua aspek yang ada.
4. Perancangan dimensi peralatan dilakukan berdasarkan kondisi yang ada saat peralatan tersebut digunakan dengan menggunakan data-data dari manusia yang mewakili operator peralatan tersebut.

5. Perancangan sistem kerja dari workshop PT POLESTA ANGGRADIANI yang dilakukan menghasilkan beberapa perbaikan berupa posisi tubuh yang lebih nyaman saat menggunakan peralatan kerja, berkurangnya penyebab rasa cepat lelah pada tubuh, dan berkurangnya gangguan ketidaknyamanan dari lingkungan kerja.
6. Adanya keluhan ketidaknyamanan saat bekerja kadangkala disebabkan oleh kurang paham dan belum terbiasanya operator menggunakan alat bantu yang dapat mengurangi ketidaknyamanan yang dimaksud.

VI.2 Saran

- 1 Hendaknya pihak manajemen dapat lebih tanggap dalam menerima keluhan-keluhan dari para operator atau karyawan dalam melakukan tugasnya.
- 2 Diharapkan pihak manajemen melakukan perbaikan-perbaikan atau perancangan sistem kerja yang disesuaikan dengan keadaan atau kondisi kerja yang ada sekarang dengan berbagai pendekatan keilmuan atau teori.
- 3 Seharusnya pihak manajemen memberikan pengertian, pelatihan, dan mendisiplinkan penggunaan alat bantu atau pengaman saat bekerja pada para operator atau karyawannya.
- 4 Diharapkan para karyawan atau operator mau membiasakan diri menggunakan alat bantu atau pengaman yang sesuai dengan pekerjaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Barnes, Ralph M, Motion and Time Study, 7st Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1980
- 2 Bullock, I Margaret, Ergonomics The Physiotherapist In The Workplace, Churchill Livingstone, London, 1990.
- 3 Clark.T.S and Corlett.E.N, The Ergonomics of Workspace and Machines A Design Manual, Taylor and Francis Inc., London, 1984.
- 4 Grandjean, E, Ergonomics And Health In Modern Offices, Taylor and Francis Inc., London and Philadelphia, 1984.
- 5 Salvendy, Gavriel, Handbook Of Industrial engineering, John and Wiley and Sons, Inc., 1982.
- 6 Sanders, Mark S., Mc Cormick, Ernest J, Human Factor In engineering Design, Mc Grow-Hill, 1992.
- 7 Sastrowinoto, Suyatno, Meningkatkan Produktivitas Dengan Ergonomi, IPPM, Jakarta, 1985.
- 8 Sutaksono, I Z, Teknik Tata Cara Kerja, Laboratorium Tata Cara Kerja & Ergonomi - Dept. Teknik Industri ITB, Bandung, 1979.
- 9 Sumarmur , PK, Ukuran Anthropometri Tenaga Kerja Indonesia yang Dianggap Untuk Digunakan, Pusat Hiperkes, Departemen Tenaga Kerja
- 10 Team APK&E '91, Diktat Praktikum APK & E, Laboratorium Analisis Perancangan Kerja & ergonomi, Institut Teknologi Indonesia

LAMPIRAN

DATA ANTHROPOMETRI

RENTANGAN TANGAN (RT)

Uji Keseragaman Data

Sub Grup	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Σx_i	Σx_i^2	X̄
1	153.0	167.0	161.0	177.0	186.0	150.5	994.50	165794.25	165.75
2	162.0	164.0	172.0	178.0	153.0	165.0	994.00	165042.00	165.67
3	163.0	174.0	168.0	160.0	175.0	162.0	1002.00	167538.00	167.90
4	153.0	178.0	181.0	164.0	165.0	175.0	1016.00	172660.00	169.33
5	179.0	180.0	175.0	138.0	172.0	155.0	999.00	167719.00	166.50
6	162.0	156.0	174.5	174.5	164.0	164.0	995.00	165272.50	165.83
7	172.0	171.2	167.0	174.0	174.0	165.0	1023.20	174559.44	170.53
8	163.0	169.0	183.0	180.0	174.5	166.0	1035.50	179025.25	172.58
9	191.0	182.0	175.0	160.0	135.4	154.0	997.40	167879.16	166.23
10	168.0	168.0	164.0	168.0	176.0	177.0	1021.00	173873.00	170.17
							10077.60	1699302.60	1679.60

$$\text{Jumlah Data} = N = 60$$

$$\text{Jumlah Sub Grup} = 10$$

$$\text{Besar Sub Grup} = 6$$

$$X\text{rata-rata} = \frac{\sum x_i}{N} = 167.960$$

$$STD = 10.6317$$

$$STD/V6 = 4.34036$$

$$BKA = X + Z d x \\ = 167.960 + (2.05 \cdot 4.34036) = 176.858$$

$$BKB = X - Z d x \\ = 167.960 - (2.05 \cdot 4.34036) = 159.062$$

∴ Data seragam

Uji Kecukupan Data

Tingkat Ketelitian : 5%

Tingkat Keyakinan : 96%

Diperolah persamaan : $0.05 \cdot x = 2.05 dx$

$$N' = \sqrt{\frac{41 \times \sqrt{(N.S(X_i^2) - (\sum x_i)^2)}}{\sum x_i}}$$

$$N' = \sqrt{\frac{41 \times \sqrt{(60 \times 1699303) - (10077.6)^2}}{10077.6}}$$

$$N' = 6.62$$

∴ Data telah cukup ($N' < N$)

Perhitungan Persentil

Jumlah Data	=	60
Nilai Data Minimum	=	135.4
Nilai Data Maksimum	=	191.0
Kelas = 1 + 3.3 Log N	=	6.87
Range	=	55.6
Interval	=	8.10

Kelas	f	F
135.40 - 143.49	2	2
143.50 - 151.59	1	3
151.60 - 159.69	6	9
159.70 - 167.79	19	28
167.80 - 175.89	19	47
175.90 - 183.99	11	58
184.00 - 192.09	2	60

Berdasarkan letak:

$$P5 = (5\% \times 60) = 3 \quad (\text{Pada kelas } 76.0 - 79.1)$$

$$P50 = (50\% \times 60) = 30 \quad (\text{Pada kelas } 82.4 - 85.5)$$

$$P95 = (95\% \times 60) = 57 \quad (\text{Pada kelas } 92.0 - 95.1)$$

Berdasarkan Nilai:

$$P5 = \frac{(5\% \times 60)}{1} - 2 \times 8.10 + 143.495 \\ = 151.59$$

$$P50 = \frac{(50\% \times 60)}{19} - 28 \times 8.10 + 167.795 \\ = 168.65$$

$$P95 = \frac{(95\% \times 60)}{11} - 47 \times 8.10 + 175.895 \\ = 183.25$$

DATA ANTHROPOMETRI

JANGKAUAN TANGAN (JT)

Uji Keseragaman Data

Sub Grup	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Σx_i	Σx_i^2	\bar{x}_j
1	61.0	72.0	65.0	77.0	78.0	62.0	415.00	28987.00	69.17
2	70.0	71.0	69.0	74.0	72.0	66.0	422.00	29718.00	70.33
3	63.0	70.0	72.0	69.0	75.0	69.0	418.00	29200.00	69.67
4	67.0	78.0	76.0	67.0	71.0	75.0	434.00	31504.00	72.33
5	77.0	64.0	79.0	84.0	74.0	66.0	444.00	33154.00	74.00
6	75.0	67.0	72.0	82.0	74.0	75.0	445.00	33123.00	74.17
7	68.5	75.0	76.0	74.0	75.0	75.0	443.50	32819.25	73.92
8	71.0	75.5	85.0	73.0	76.0	75.0	455.50	34696.25	75.92
9	82.0	77.0	77.0	66.0	67.5	65.0	434.50	31719.25	72.42
10	75.0	69.0	71.0	71.0	73.0	73.0	432.00	31126.00	72.00
							4343.50	316046.75	723.92

$$\text{Jumlah Data} = N = 60$$

$$\text{Jumlah Sub Grup} = 10$$

$$\text{Besar Sub Grup} = 6$$

$$X_{\text{rata-rata}} = \frac{\sum x_i}{N} = 72.392$$

$$STD = 5.2296$$

$$STD/V6 = 2.135$$

$$BKA = X + Z d x \\ = 72.392 + (2.05, 2.135) = 76.768$$

$$BKB = X - Z d x \\ = 72.392 - (2.05, 2.135) = 68.015$$

∴ Data seragam

Uji Kecukupan Data

Tingkat Ketelitian : 5%

Tingkat Keyakinan : 96%

Diperoleh persamaan : $0.05 \cdot x = 2.05dx$

$$N' = \left| \frac{41 \times \sqrt{(N.S(X_i^2) - (\Sigma x_i)^2)}}{\Sigma x_i} \right|^2$$

$$N' = \left| \frac{41 \times \sqrt{((60 \cdot 316047) - (4343.5)^2)}}{4343.5} \right|^2$$

$$N' = 8.63$$

∴ Data telah cukup ($N' < N$)

Perhitungan Persentil

Jumlah Data = 60
 Jumlah Data Minimum = 61.0
 Jumlah Data Maksimum = 85.0
 $Ias = 1 + 3.3 \log N = 6.87$
 Range = 24.0
 Interval = 3.49

Kelas	f	F
61.00 - 64.49	4	4
64.49 - 67.98	9	13
67.98 - 71.47	12	25
71.47 - 74.96	11	36
74.96 - 78.45	19	55
78.45 - 81.94	1	56
81.94 - 85.43	4	60

dasarkan letak:

$$P5 = (5\% : 60) = 3 \quad (\text{Pada kelas } 76.0 - 79.1)$$

$$P50 = (50\% : 60) = 30 \quad (\text{Pada kelas } 82.4 - 85.5)$$

$$P95 = (95\% : 60) = 57 \quad (\text{Pada kelas } 92.0 - 95.1)$$

dasarkan Nilai:

$$P5 = \frac{(5\% : 60) - 0}{4} \times 3.49 + 60.995 \\ = 63.62$$

$$P50 = \frac{(50\% : 60) - 25}{11} \times 3.49 + 71.465 \\ = 73.05$$

$$P95 = \frac{(95\% : 60) - 56}{4} \times 3.49 + 81.935 \\ = 82.81$$

DATA ANTHROPOMETRI

TINGGI POPLITEAL (TPL)

Uji Keseragaman Data

Sub Grup	X1	X2	X3	X4	X5	X6	$\sum x_i$	$\sum(x_i)^2$	\bar{x}_i
1	31.3	44.0	31.0	44.0	45.0	42.5	237.80	9643.94	39.63
2	50.0	45.0	50.0	50.0	34.0	44.0	273.00	12617.00	45.50
3	34.0	43.0	44.0	46.0	46.0	45.0	258.00	11198.00	43.00
4	42.0	48.0	47.0	46.0	45.0	38.0	266.00	11862.00	44.33
5	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	43.0	273.00	12429.00	45.50
6	44.4	41.0	43.0	43.4	44.0	45.0	260.80	11345.92	43.47
7	40.0	44.0	44.4	43.5	43.5	43.5	258.90	11184.11	43.15
8	45.0	45.0	45.5	45.6	36.2	36.2	253.50	10820.49	42.25
9	48.0	48.0	48.0	45.0	42.0	45.0	276.00	12726.00	46.00
10	33.6	33.6	33.3	48.0	48.0	48.0	244.50	10278.81	40.75
							#####	114105.27	433.58

$$\text{Jumlah Data} = N = 60$$

$$\text{Jumlah Sub Grup} = 10$$

$$\text{Besar Sub Grup} = 6$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{\sum x_i}{N} = 43.358$$

$$\text{STD} = 4.7095$$

$$\text{STD}/\sqrt{6} = 1.9226$$

$$\text{BKA} = \bar{x} + Z d \bar{x} \\ = 43.358 + (2.05 \cdot 1.9226) = 47.300$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - Z d \bar{x} \\ = 43.358 - (2.05 \cdot 1.9226) = 39.417$$

∴ Data seragam

Uji Kecukupan Data

Tingkat Ketelitian : 5%

Tingkat Keyakinan : 96%

Diperoleh persamaan : $0.05x = 2.05dx$

$$N' = \left| \frac{41 \times \sqrt{(N.S(X_i^2) - (\bar{x})^2)}}{\sum x_i} \right|^2$$

$$N' = \left| \frac{41 \times \sqrt{((60 \cdot 114105) - (2601.5)^2)}}{2601.5} \right|^2$$

$$N' = 19.50$$

∴ Data telah cukup ($N' < N$)

Perhitungan Persentil

Jumlah Data = 60
 Nilai Data Minimum = 31.0
 Nilai Data Maksimum = 50.0
 $Kelas = 1 + 3.3 \log N = 6.87$
 Range : 19.0
 Interval = 2.77

Kelas	f	F
31.00 - 33.77	5	5
33.77 - 36.54	4	9
36.54 - 39.31	1	10
39.31 - 42.08	4	14
42.08 - 44.85	16	30
44.85 - 47.62	20	50
47.62 - 50.38	10	60

Berdasarkan letak:

$$P5 = (5\% \times 60) = 3 \quad (\text{Pada kelas } 76.0 - 79.1)$$

$$P50 = (50\% \times 60) = 30 \quad (\text{Pada kelas } 82.4 - 85.5)$$

$$P95 = (95\% \times 60) = 57 \quad (\text{Pada kelas } 92.0 - 95.1)$$

Berdasarkan Nilai:

$$P5 = \frac{(5\% \times 60) - 0}{5} \times 2.77 + 30.995 \\ = 32.65$$

$$P50 = \frac{(50\% \times 60) - 14}{16} \times 2.77 + 42.075 \\ = 44.84$$

$$P95 = \frac{(95\% \times 60) - 50}{10} \times 2.77 + 47.615 \\ = 49.55$$

DATA ANTHROPOMETRI

TEBAL PAHA (TPH)

Uji Keseragaman Data

Sub Grup	X1	X2	X3	X4	X5	X6	$\Sigma \Xi_1$	$\Sigma(\Xi_1)^2$	\bar{X}_i
1	13.0	12.0	12.5	11.0	15.0	12.0	75.50	959.25	12.58
2	12.0	13.0	15.0	12.0	14.0	13.0	79.00	1047.00	13.17
3	13.0	11.0	13.0	13.0	16.0	15.0	81.00	1109.00	13.50
4	17.0	16.0	12.0	14.0	15.0	14.0	88.00	1306.00	14.67
5	16.0	13.0	16.0	15.0	13.0	12.0	85.00	1219.00	14.17
6	12.0	14.5	12.5	11.5	13.0	12.0	75.50	955.75	12.58
7	15.0	16.2	12.0	15.0	17.0	15.0	90.20	1370.44	15.03
8	15.5	15.0	14.0	15.0	15.0	14.0	88.50	1307.25	14.75
9	13.3	12.5	12.0	13.5	12.5	15.0	78.80	1040.64	13.13
10	11.0	13.0	11.0	14.0	16.8	18.5	84.30	1231.49	14.05
							825.80	11545.82	137.63

Jumlah Data = N = 60

Jumlah Sub Grup = 10

Besar Sub Grup = 6

Rata-rata = $\frac{\sum \Xi_1}{N} = 13.763$

STD = 1.747

STD/V6 = 0.7132

$$\text{BKA} = \bar{X} + Z d \bar{x} \\ = 13.763 + (2.05 \cdot 0.7132) = 15.225$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - Z d \bar{x} \\ = 13.763 - (2.05 \cdot 0.7132) = 12.301$$

∴ Data seragam

Uji Kecukupan Data

Tingkat Ketelitian : 5%

Tingkat Keyakinan : 96%

Diperoleh persamaan : $0.05 \cdot x = 2.05 dx$

$$N' = \left| \frac{41 \times \sqrt{(N.S(X_i^2) - (\bar{X})^2)}}{\sum \Xi_1} \right|^2$$

$$N' = \left| \frac{41 \times \sqrt{((60 \cdot 11546) - (825.8)^2)}}{825.8} \right|^2$$

$$N' = 26.63$$

∴ Data telah cukup ($N' < N$)

Perhitungan Persentil

Jumlah Data	:	60
Nilai Data Minimum	:	11.0
Nilai Data Maksimum	:	18.5
Kelas = 1 + 3.3 Log N	:	6.87
Range	:	7.5
Interval	:	1.09

Kelas	f	F
11.00 - 12.08	15	15
12.09 - 13.17	14	29
13.18 - 14.26	8	37
14.27 - 15.35	13	50
15.36 - 16.44	6	56
16.45 - 17.53	3	59
17.54 - 18.62	1	60

Berdasarkan letak:

$$P5 = (5\% : 60) = 3 \quad (\text{Pada kelas } 76.0 - 79.1)$$

$$P50 = (50\% : 60) = 30 \quad (\text{Pada kelas } 82.4 - 85.5)$$

$$P95 = (95\% : 60) = 57 \quad (\text{Pada kelas } 92.0 - 95.1)$$

Berdasarkan Nilai:

$$P5 = \frac{(5\% : 60) - 0}{15} \times 1.09 + 10.995 \\ = 11.21$$

$$P50 = \frac{(50\% : 60) - 29}{8} \times 1.09 + 13.175 \\ = 13.31$$

$$P95 = \frac{(95\% : 60) - 56}{3} \times 1.09 + 16.445 \\ = 16.81$$

DATA ANTHROPOMETRI

TINGGI SIKU BERDIRI (TSB)

Uji Keseragaman Data

Sub Grup	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Σx_i	$\Sigma(x_i)^2$	\bar{x}_i
1	89.0	95.0	95.0	104.0	107.0	88.0	578.00	55980.00	96.33
2	98.0	98.0	97.0	103.0	93.4	98.0	587.35	57544.22	97.89
3	99.0	98.0	103.0	93.0	96.0	94.0	583.00	56715.00	97.17
4	92.0	96.0	96.0	96.0	95.0	109.0	584.00	57018.00	97.33
5	102.0	97.0	100.0	108.0	94.0	96.0	597.00	59529.00	99.50
6	92.1	88.0	99.3	98.0	97.4	98.0	572.80	54781.66	95.47
7	98.0	99.0	96.5	99.5	109.0	99.5	601.50	60398.75	100.25
8	93.5	95.0	98.2	109.1	106.3	109.4	611.50	62581.35	101.92
9	106.0	99.0	106.0	93.0	90.0	89.0	583.00	56943.00	97.17
10	102.0	98.0	94.0	100.0	101.0	101.0	596.00	59246.00	99.33
							5894.15	580736.98	982.36

$$\text{Jumlah Data} = N = 60$$

$$\text{Jumlah Sub Grup} = 10$$

$$\text{Besar Sub Grup} = 6$$

$$X\text{rata-rata} = \frac{\sum x_i}{N} = 98.236$$

$$STD = 5.3997$$

$$STD/V6 = 2.2044$$

$$BKA = X + Z d x \\ = 98.236 + (2.05 \times 2.2044) = 102.755$$

$$BKB = X - Z d x \\ = 98.236 - (2.05 \times 2.2044) = 93.717$$

∴ Data seragam

Uji Kecukupan Data

Tingkat Ketelitian : 5%

Tingkat Keyakinan : 96%

Diperoleh persamaan : $0.05 \cdot x = 2.05 dx$

$$N' = \left| \frac{41 \times \sqrt{(N \cdot S(X_i^2) - (\bar{X})^2)}}{\sum x_i} \right|^2$$

$$N' = \left| \frac{41 \times \sqrt{((60 \cdot 580737) - (5894.2)^2)}}{5894.2} \right|^2$$

$$N' = 4.99$$

∴ Data telah cukup ($N' < N$)

Perhitungan Persentil

Jumlah Data : 60
 Nilai Data Minimum : 88.0
 Nilai Data Maksimum : 109.4
 $Kelas = 1 + 3.3 \log N$ = 6.87
 Range : 21.4
 Interval : 3.12

Kelas	f	F
88.00 - 91.11	5	5
91.12 - 94.23	9	14
94.24 - 97.35	12	26
97.36 - 100.47	18	44
100.48 - 103.59	6	50
103.60 - 106.71	4	54
106.72 - 109.83	6	60

Berdasarkan letak:

$$P5 = (5\% : 60) = 3 \text{ (Pada kelas } 76.0 - 79.1)$$

$$P50 = (50\% : 60) = 30 \text{ (Pada kelas } 82.4 - 85.5)$$

$$P95 = (95\% : 60) = 57 \text{ (Pada kelas } 92.0 - 95.1)$$

Berdasarkan Nilai:

$$P5 = \frac{(5\% : 60 - 0)}{5} \times 3.12 + 87.995 \\ = 89.86$$

$$P50 = \frac{(50\% : 60 - 26)}{18} \times 3.12 + 97.355 \\ = 98.05$$

$$P95 = \frac{(95\% : 60 - 54)}{6} \times 3.12 + 106.715 \\ = 108.27$$