



**PERANCANGAN ALAT BANTU YANG
ERGONOMIK UNTUK MEMPERMUDAH
DAN MEMPERCEPAT PENGENCANGAN
NIPPLE KE *MANIFOLD BLOCK*
(*Study Kasus PT.Yamata Machinery*)**

**By
Susanto
ID No. 004201405006**

**Laporan Magang ini diajukan ke Fakultas Teknik President
University untuk memenuhi persyaratan akademik mencapai
gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Industri**

2017

SURAT REKOMENDASI PEMBIMBING AKADEMIK

Laporan magang ini disusun dan disampaikan oleh **Susanto** sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Fakultas Teknik, telah diperiksa dan dianggap telah memenuhi persyaratan sebuah laporan.

Cikarang, Indonesia, 29 September 2017

Prof. Dr. Ir. H .M Yani Syafei, MT

SURAT REKOMENDASI PEMBIMBING PERUSAHAAN

Susanto telah melaksanakan dan menyelesaikan magang di **PT. Yamata Machinery**, sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Fakultas Teknik President University. Karena itu, saya sarankan laporan ini untuk diperiksa.

Cikarang, Indonesia, 29 September 2017

Michael Huliselan

**LAPORAN MAGANG DI PT. YAMATA MACHINERY
CIKARANG, INDONESIA**

Oleh
SUSANTO
004201405006

Disetujui Oleh:

Prof. Dr. Ir. H. M. Yani Syafei, MT
Pembimbing Akademik

Ir. Andira Taslim, MT
Kepala Program Studi Teknik Industri

ABSTRAK

PT. Yamata Machinery adalah perusahaan yang fokus pada distribusi dan pemasangan *equipment* produk *Auto Clamping* untuk menjepit *molding* pada mesin injeksi plastik. Dengan semakin berkembangnya dunia *otomotif* yang menggunakan produk berbahan plastik, maka bermunculan juga perusahaan pembuat part berbahan plastik. Mesin yang digunakan untuk memproduksi *part* tersebut disebut mesin injeksi. Dampak penggunaan mesin injeksi yaitu mendorong *supplier* kebutuhan mesin injeksi bermunculan, salah satunya adalah *supplier Auto Clamping* untuk *molding*. Dengan ketatnya persaingan pada bidang *auto clamp*, perusahaan harus dapat memberikan harga yang bersaing dan juga harus dapat memberikan kepuasan pada pelanggan. Untuk itu PT.Yamata Machinery terus melakukan *improvement internal*, salah satunya adalah pada proses pemasangan nipple ke *manifold block* yang lama dan membuat karyawan sakit pinggang.

Berdasarkan masalah tersebut maka penulis mengusulkan pembuatan alat bantu proses pemasangan nipple yaitu jig *block JX*. Observasi awal dilakukan dengan mewawancarai karyawan untuk mengetahui kebutuhan karyawan serta menentukan spesifikasi yang tepat. Kemudian ditentukan posisi kerja yang tepat sesuai dengan ketentuan ergonomik. Setelah semua data dikumpulkan kemudian dilakukan perancangan desain 2D dan 3D alat bantu sesuai dengan kebutuhan karyawan.

Diusulkanya alat bantu ini bertujuan untuk mengurangi waktu proses pada pemasangan nipple ke *manifold block* serta menghilangkan keluhan yang karyawan tentang sakit pada pinggang dan lengan.

Kata Kunci : *Auto calmping*, Mesin injeksi, *Manifold block*, desain, ergonomik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan kegiatan *internship* ini dengan tepat waktu.

Laporan kegiatan *internship* ini berisi pendahuluan, studi literatur, metodologi penelitian, profil perusahaan, pengumpulan data dan analisa, serta kesimpulan dan saran.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan kegiatan *internship* ini, khususnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Yani Syafei, MT, selaku dosen pembimbing kegiatan *Internship*.
2. Ibu Ir. Andira Taslim, MT, selaku kepala program studi teknik industri di *President University*.
3. Bapak Michael, selaku pembimbing dari pihak perusahaan, PT. Yamata Machinery.
4. Rekan kerja di PT. Yamata Machinery.
5. Orang tua dan teman-teman jurusan Teknik Industri angkatan 2014 di *President University*.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan kegiatan *internship*. Oleh sebab itu, segala kritik dan saran sangat diharapkan. Penulis berharap semoga laporan kegiatan *internship* ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut.

Cikarang, September 2017

Susanto

DAFTAR ISI

SURAT REKOMENDASI PEMBIMBING AKADEMIK	i
SURAT REKOMENDASI PEMBIMBING PERUSAHAAN	ii
PENGASAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR ISTILAH	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Asumsi	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Pengertian Sistem.....	6
2.2. Pengertian Sistem Kerja	6
2.3. <i>Tools Design</i>	7
2.4. <i>Jig and Fixture</i>	7
2.5. Pengertian Ergonomik	10
2.6. <i>Antropometry</i>	11
2.6.1 Faktor yang mempengaruhi data antropometri	14
2.6.2 Data Antropometri	15
2.7. Dimensi Antropometri Umum	19
2.8. Area Kerja Berdiri	22
2.9. Design dan Pengembangan Produk	23
2.10. Proses Pengembangan Produk	25

2.11. Identifikasi <i>Opportunity</i>	26
2.12. <i>Product Planning</i>	28
2.13. <i>Product Planning Process</i>	28
2.14. Identifikasi <i>Customer Needs</i>	29
2.15. <i>Product Spesification</i>	29
2.16. Daftar matrik dan Link Matrik	30
2.17. <i>Concept Generation</i>	30
2.18. <i>Concept Selection</i>	30
2.19. <i>Concept Testing</i>	30
2.20. <i>Product Architecture</i>	32
2.20.1 <i>Type Architecture</i>	33
2.21 <i>Industrial Design</i>	33
2.21.1 Proses Desain	33
2.22. <i>Design for Environment</i>	34
2.23. <i>Design for Manufacturing</i>	34
2.23.1 Proses Desain <i>for Manufacturing</i>	35
2.24. <i>Prototyping</i>	35
2.24.1 Fungsi <i>Prototyping</i>	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1. Langkah-Langkah Penelitian	37
3.2. Observasi Awal	38
3.3. Identifikasi Masalah	38
3.4. Inventarisasi Data yang Diperlukan	39
3.4.1 Pengambilan Foto Postur Tubuh dan Proses Kerja Karyawan.....	39
3.4.2 Alat dan <i>Part</i> Proses Instalasi	40
3.4.3 Pemberian Kuesioner Pada Karyawan	40
3.4.4 Identifikasi Kebutuhan Karyawan	40
3.4.5 Penentuan Antropometri Tinggi Meja Kerja	40
3.5. Perancangan Desain Alat Bantu.....	41
BAB IV PROFIL PERUSAHAAN	42
4.1 Sejarah Perusahaan.....	42
4.2 Visi dan Misi Perusahaan	44

4.3	Lokasi Perusahaan	44
4.4	Struktur Organisasi Perusahaan	45
4.5	Jenis Produk yang Dijual	47
4.6	Suplier PT.Yamata Machinery	54
4.7	<i>Customer</i> PT. Yamata Machinery	54
4.8	Projek <i>Internship</i>	55
BAB V DATA DAN ANALISA.....		56
5.1	Inventarisasi Data	56
5.2	Perancangan Desain Alat bantu	64
5.2.1	<i>Customer Needs</i>	64
5.2.2	Menentukan Tinggi Area Kerja	69
5.2.3	Detail Desain Alat Bantu	70
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		75
6.1	Kesimpulan	75
6.2	Saran	75
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengukuran dimensi tubuh.....	21
Tabel 3.1 Pengumpulan data	39
Tabel 4.1 Daftar <i>Customer</i> PT. Yamata	55
Tabel 5.1 Masalah dan keluhan karyawan	64
Tabel 5.2 <i>Customer needs</i>	65
Tabel 5.3 Tingkat kepentingan kebutuhan rancangan	66
Tabel 5.4 Hubungan antara <i>customer needs</i> dan atribut rancangan	67
Tabel 5.5 Spesifikasi produk	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Template Jig</i>	8
Gambar 2.2 <i>plate jig</i>	9
Gambar 2.3 <i>sandwich Jig</i>	9
Gambar 2.4 <i>Human Variability Range(5th and 95th percentiles)</i>	12
Gambar 2.5 <i>Selected body dimension and weight of U.S. Adult civilian</i>	13
Gambar 2.6 perbedaan ukuran dengan pakaian berbeda	15
Gambar 2.7 <i>Weight Characteristic</i>	16
Gambar 2.8 <i>Strature</i>	16
Gambar 2.9 <i>Sitting height, erect</i>	17
Gambar 2.10 <i>Prone Length and Height</i>	18
Gambar 2.11 <i>Squatting height</i>	18
Gambar 2.12 Antropometri untuk perancangan produk dan fasilitas.....	19
Gambar 2.13 <i>Recommended standing workplace dimension</i>	23
Gambar 2.14 Tahapan proses pengembangan produk.....	25
Gambar 3.1 <i>Flow Chart Metode penelitian</i>	37
Gambar 3.1(lanjutan) <i>Flow Chart Metode penelitian</i>	38
Gambar 4.1 <i>Office PT. Yamata Machinery</i>	42
Gambar 4.2 <i>KOSMEK Japan</i>	43
Gambar 4.3 <i>Certificate of Agency</i>	43
Gambar 4.4 Struktur organisasi PT. Yamata Machinery	45
Gambar 4.5 Jenis <i>Clamp KWCS</i>	47
Gambar 4.6 Jenis <i>Clamp QDCS, QMCS, KDCS</i>	50
Gambar 4.7 <i>Design dan Implementation robot hand changer</i>	51
Gambar 4.8 <i>Product ball transfer ISB- Heavy Load</i>	52
Gambar 4.9 Implementasi Produk <i>Ball Transfer ISB-Heavy Load</i>	53
Gambar 4.10 <i>Product ball transfer ISB-Medium load</i>	53
Gambar 4.11 Implementasi <i>Product ball transfer ISB-Medium load</i>	53
Gambar 5.1 <i>manifold JX4021</i>	57
Gambar 5.2 <i>Manifold JX6021</i>	57

Gambar 5.3 <i>Manifold</i> JX6020-01	58
Gambar 5.4 <i>Manifold</i> JX6030-01	58
Gambar 5.5 <i>Manifold</i> JX9021	59
Gambar 5.6 <i>List Nipple</i>	60
Gambar 5.6(lanjutan) <i>List Nipple</i>	61
Gambar 5.7 Kunci inggris	62
Gambar 5.8 Kunci L-6mm	62
Gambar 5.9 Kunci pas ring 19mm	62
Gambar 5.10 Ragum	63
Gambar 5.11 Posisi pengencangan <i>manifold</i>	63
Gambar 5.12 <i>Recommended working height for asia population</i>	70
Gambar 5.13 Desain jig JX blok	71
Gambar 5.14 Assy jig JX blok ke meja dan ragum.....	72
Gambar 5.14 (lanjutan) Assy jig JX blok ke meja dan ragum.....	72
Gambar 5.15 Pemasangan nipple di JX4021 pada jig Jxblok	73
Gambar 5.16 Pemasangan nipple di JX6021 pada jig Jxblok	73
Gambar 5.17 Pemasangan nipple di JX6020-01 pada jig Jxblok	73
Gambar 5.18 Pemasangan nipple di JX6030-01 pada jig Jxblok	74
Gambar 5.19 Pemasangan nipple di JX9021 pada jig Jxblok	74

DAFTAR ISTILAH

<i>Flow Chart</i>	: Diagram yang menunjukkan urutan proses.
<i>Ergonomic</i>	: Hukum atau aturan tentang kerja atau yang berhubungan dengan kerja.
Observasi	: Kegiatan memperhatikan secara akurat, mencatat fenomena yang muncul dan mempertimbangkan hubungan antar aspek dalam fenomena tersebut.
Kuesioner	: Suatu teknik pengumpulan informasi yang memungkinkan analis mempelajari sikap-sikap, keyakinan, perilaku, dan karakteristik beberapa orang utama didalam organisasi yang bisa terpengaruh oleh sistem yang diajukan atau oleh sistem yang sudah ada.
Antropometri	: Studi tentang pengukuran tubuh dimensi manusia. Dari tulang, otot, jaringan adiposa atau lemak.
Spesifikasi	: Pernyataan tentang hal-hal khusus.
Efektive	: Memilih tujuan-tujuan yang tepat dari serangkaian alternatif atau pilihan cara dan menentukan pilihan dari beberapa pilihan lainnya. Efektif berkaitan dengan waktu.
Efisien	: Ukuran tingkat penggunaan sumber daya dalam suatu proses. Efisien berkaitan dengan biaya.
<i>Engineering</i>	: Ilmu keteknikan yang dipraktekan ke dalam kehidupan kita untuk mempermudah kita dalam melakukan sesuatu.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang Masalah

Industri *Otomotif* di dunia kini telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Seiring dengan laju pertumbuhan manusia, kebutuhan kendaraan bermotor menjadi bagian penting yang tak terelakkan. Kendaraan bermotor juga tidak hanya semata-mata untuk transportasi pribadi, tetapi juga untuk berbagai macam keperluan bisnis. Hal ini menyebabkan permintaan pasar terhadap kendaraan bermotor semakin meningkat. Tingginya permintaan pasar mendorong perusahaan kendaraan bermotor untuk lebih meningkatkan produksinya. Kendaraan bermotor memiliki banyak jenis sehingga tidak mungkin bagi perusahaan kendaraan bermotor untuk membuat semua jenis *part*nya dalam satu pabrik. Hal itu memicu munculnya perusahaan-perusahaan yang memproduksi part untuk di *supply* ke perusahaan kendaraan bermotor. Karena semakin banyak perusahaan yang muncul, maka setiap perusahaan *part* kendaraan bermotor melakukan *development* agar dapat bersaing dengan *competitor* lain.

Dalam pembuatan *part* kendaraan bermotor terdapat salah satu mesin yaitu mesin injeksi plastik. Injeksi plastik merupakan mesin yang berfungsi untuk mencetak *part-part* kendaraan bermotor yang berbahan plastik. Hampir semua *interior* dan *eksterior* kendaraan bermotor berbahan plastik. Bagian mesin injeksi secara umum terbagi dua yaitu bagian *movable*/bergerak dan bagian *stationary*/diam.

Untuk mencetak *part* sesuai bentuk yang diinginkan menggunakan mesin injeksi, dibutuhkan alat yang dinamakan *modal*. *Mold* merupakan sebuah cetakan yang terbuat dari besi dengan bentuk umum luar berbentuk kotak, tetapi perbedaannya bentuk didalamnya berbeda-beda sesuai dengan *part* yang akan dibuat.

Dengan banyaknya variasi dari *part*, maka pergantian *modal* di mesin injeksi juga akan semakin sering. Untuk memasang *modal* di mesin injeksi perlu adanya

pengikat. Umumnya pengikat bersifat *manual* yaitu menggunakan baut yang berjumlah delapan (empat di *stationary* dan empat di *movable*). Seiring berjalannya waktu, mengikat menggunakan *system* manual menimbulkan masalah. Dari masalah waktu proses pergantian *modal* yang menyebabkan waktu produksi juga berkurang, hingga masalah *safety* yang disebabkan karena tidak kencangnya pengikatan baut dan masalah *safety* yang disebabkan *human error*.

Untuk mengatasi masalah tersebut, munculah produk yang dikenal dengan *Quick Mold Change Sytem (QMCS)*. *QMCS* merupakan produk *Automatic clamping* menggunakan *system hydraulic, Pneumatics* dan dilengkapi dengan *sytem safety* yang langsung disambungkan ke mesin injeksi, Sehingga hanya perlu menekan tombol, proses *clamping mold* di mesin injeksi lebih cepat dan aman dari pada manual. Produsen-produsen untuk produk ini berasal dari Taiwan, Jepang, China, Eropa yang saling bersaing baik dari segi harga ataupun dari segi kualitas.

PT. Yamata Machinery merupakan *Authorized distributor* Indonesia untuk produk *QMCS* asal Jepang dengan merk Kosmek. PT. Yamata Machinery bertanggung jawab atas semua produk Kosmek yang ada di Indonesia, baik dari segi pemasaran, *instalation, service* maupun *complain* untuk produk tersebut.

Di PT. Yamata Machinery untuk proses *instalation* satu set *clamping* terdiri dari dua proses yaitu *instalation* mekanik yang meliputi *hydraulic, pneumatics*, dan *instalation elektic*. *Instalation* mekanik *hydraulic* terdiri dari proses pengeboran lubang *cylinder*, pengeboran lubang tempat *manifold block*, pengeboran lubang *support block*, pengeboran lubang *clamp* pipa, pengeboran lubang tempat *control panel*, pengeboran lubang *junction box*, pengeboran lubang untuk *hydraulic power unit*, pengeboran *valve* angin, pemasangan nipple ke *manifold block* JX4021, JX6021, JX6020, dan JX9021, pemasangan hose, pemasangan pipa *hydraulic*, pemasangan *support block*, pemasangan *clamp* pipa, pemasangan *control panel, junction box*, pemasangan *cylinder hydraulic*, dan pemasangan *hydraulic power unit*. Untuk *Instalation pneumatics* terdiri dari pemasangan *cylinder* angin, pemasangan selang angin dan pemasangan *valve* angin. Sedangkan untuk

instalation electric terdiri dari *wiring* ke *control* mesin, *wiring hydraulic power unit*, *wiring control panel clamping*, dan *wiring di junction box*.

Dalam proses *instalation* satu set *clamping*, proses *instalation* mekanik sangat penting karena memerlukan banyak waktu. Selain membutuhkan tenaga yang lebih juga membutuhkan ketelitian supaya tidak terjadi kesalahan dan mengganggu proses selanjutnya.

Permasalahan yang terjadi pada proses *instalation* produk Kosmek dimesin injeksi yaitu perlu adanya rancangan alat bantu pemasangan nipple ke *manifold block JX series* untuk mempercepat proses *instalation* mekanik, dan menghilangkan keluhan karyawan akibat posisi pemasangan tidak nyaman di PT. Yamata Machinery.

1.2.Rumusan Masalah

Hal-hal yang menjadi pokok-pokok penelitian pada permasalahan tersebut adalah :

- a. Apa saja kebutuhan rancangan yang dibutuhkan berdasarkan keinginan dari karyawan PT. Yamata Machinery?
- b. Bagaimana posisi kerja yang tepat agar proses pemasangan nipple ke *manifold* dapat lebih nyaman dan cepat?
- c. Bagaimana konsep perancangan *design* alat bantu pemasangan nipple ke *manifold block JX series* yang lebih ergonomik?

1.3.Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui rancangan yang dibutuhkan berdasarkan keinginan dari karyawan PT. Yamata Machinery.
- b. Untuk mengetahui posisi kerja yang tepat agar proses pemasangan nipple ke *manifold* dapat lebih nyaman dan cepat.
- c. Untuk membuat konsep rancangan *design* alat bantu pemasangan nipple ke *manifold block JX series* yang lebih ergonomic.

1.4.Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah

- Data yang digunakan berasal dari PT. Yamata Machinery
- Hanya Melakukan *design* untuk alat bantu ke *manifold* type JX4021, JX6021, JX6020-01, JX6030-01 dan JX9021

1.5.Asumsi

Beberapa asumsi yang digunakan adalah :

- Lokasi perusahaan sudah ditentukan
- Manifold blok yang di gunakan adalah type JX4021,JX6021, JX6020-01, JX6030-01 dan JX9021.

1.6.Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Bab pendahuluan menjabarkan hal-hal yang menjadi latar belakang penulis melakukan pengamatan dan penelitian di PT. Yamata Machinery rumusan masalah, tujuan, serta batasan-batasan dan asumsi yang digunakan untuk mempermudah dalam proses penelitian.

BAB II Landasan Teori

Pada bab ini dijelaskan mengenai dasar-dasar teori yang digunakan dalam proses pengolahan data untuk melakukan pemecahan permasalahan yang ditemukan di PT. Yamata Machinery. Teori-teori yang digunakan khususnya yang berkaitan dengan proses kerja.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan tahap-tahap yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian. Tahapan dimulai dengan pengidentifikasian masalah, perumusan masalah, penetapan tujuan, pembatasan masalah, pengumpulan dan pengolahan data, analisis, serta simpulan dan saran.

BAB IV Profil Perusahaan

Pada bab ini dijelaskan profil singkat dan beberapa informasi mengenai PT. Yamata Machinery

BAB V Data and Analisis

Pada bab ini dimulai dengan pengumpulan data yang diperlukan sebagai bahan untuk perancangan *design* alat bantu pemasangan nipple ke *manifold block* yang mudah digunakan serta dapat mempercepat proses pemasangan.

BAB VI Simpulan dan Saran

Bab terakhir memberikan simpulan dan pemecahan masalah dari hasil penelitian yang dilakukan penulis, serta memberikan saran-saran sebagai bahan pertimbangan untuk memperbaiki permasalahan di PT. Yamata Machinery dan proses penelitian berikutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Sistem

Sistem menurut (McLeod:2010:34) dalam bukunya "*Management Information Sytem*" adalah sekelompok elemen-elemen yang terintegrasi dengan maksud yang sama untuk mencapai tujuan.

Sistem menurut (Romney and Steinbart:2012:24) dalam bukunya "*Accounting insormation system*" sistem dapat diartikan sebagai kumpulan dua atau lebih komponen yang saling terkait dan berinteraksi untuk mencapai tujuan. Tiap sistem terdiri dari subsistem yang lebih kecil yang mendukung sistem yang lebih besar.

Sistem menurut (Bodnar and Hopwood:2003:1) dalam bukunya yang berjudul "*Sistem Informasi Akuntansi*" mengemukakan bahwa sistem adalah sekumpulan sumber daya yang berhubungan untuk mencapai tujuan tertentu.

2.2. Pengertian Sistem Kerja

Sistem kerja menurut (Suhardi:2008:87), sistem kerja adalah suatu sistem yang komponen-komponen kerja, seperti manusia, mesin, fasilitas kerja, material, lingkungan fisik yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan tertentu.

Berdasarkan (Sutalaksana;2006;6-7). Perancangan sistem kerja adalah suatu ilmu yang terdiri dari teknik - teknik dan prinsip - prinsip untuk mendapatkan rancangan terbaik dari sistem kerja yang bersangkutan. Teknik-teknik dan prinsip-prinsip ini digunakan untuk mengatur komponen sistem kerja yang terdiri dari manusia dengan sifat dan kemampuannya, peralatan kerja, bahan serta lingkungan kerja sedemikian rupa sehingga dicapai tingkat efektivitas dan efisiensi yang tinggi bagi perusahaan serta aman, sehat dan nyaman bagi pekerja.

2.3.Tool Design

Tool design adalah proses perancangan dan pengembangan alat, metode, dan teknik yang diperlukan untuk memperbaiki efisiensi dan produktifitas proses manufaktur. Ini dapat memberikan mesin industri dan *special tool* yang dibutuhkan untuk keberlangsungan proses produksi sehari-hari dengan kecepatan dan volume yang tinggi. Hal ini akan meningkatkan kualitas produksi dan lebih ekonomis, agar dapat menjamin biaya produk tetap kompetitif. Selama tidak ada satu-pun *tool* atau proses yang dapat menghasilkan semua bentuk manufaktur yang diinginkan, desain *tool* akan selalu berubah dan berkembangnya proses kreatifitas pemecahan masalah. Tujuan utama dari *tool design* adalah menurunkan biaya manufaktur, dengan mempertahankan kualitas produk dan meningkatkan produksi. Untuk meraihnya, *tool designer* harus memenuhi tujuan berikut: (Hoffman;1996:5)

1. Menyajikan *design tool* yang *simple* dan mudah di operasikan untuk mendapatkan efisiensi maksimum.
2. Mengurangi biaya manufaktur dengan memproduksi *parts* dengan biaya sekecil mungkin.
3. *Design tools* yang secara konsisten dapat memproduksi *parts* dengan kualitas tinggi.
4. Meningkatkan tingkatan produksi dengan adanya *machine tools*.
5. *Design tool* agar sangat mudah dalam pembuatannya dan mencegah kesalahan dalam penggunaannya.
6. Pilih material yang sesuai agar mendapatkan umur *tool* yang dibutuhkan.
7. Mempertimbangkan keselamatan pekerja dalam mendesain *tool*.

2.4.Jigs and fixtures

Jigs and fixtures merupakan alat bantu pemegang benda kerja produksi yang digunakan dalam rangka membuat pengadaan komponen secara akurat. *Jigs* merupakan alat khusus untuk mencekam, menyangga atau ditempatkan pada komponen mesin. *Jig* merupakan alat bantu produksi yang tidak hanya digunakan sebagai penempatan dan pencekam benda kerja tetapi juga sebagai *guides* alat potong ketika proses permesinan. (Hoffman:1996;8)

Jigs dapat dibagi menjadi 2 klasifikasi umum:

1. *Jigs bor*

Jigs yang digunakan untuk mengebor lubang dengan ukuran lubang yang sangat besar

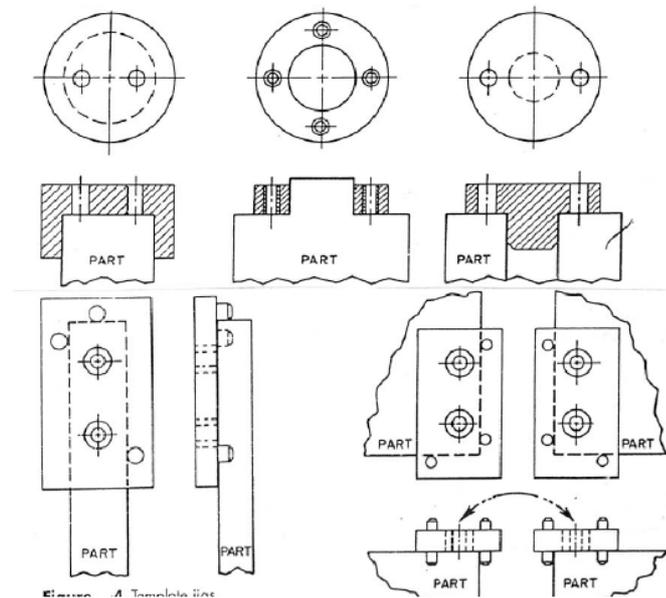
2. *Jigs drill*

Jigs yang digunakan untuk *drilling*, meluaskan lubang (*reaming*), mengetap, *champer*, *counterbore*, *countersink*, *reverse countersink*, *reverse spotface*.

Berikut beberapa tipe *jigs* yang biasa ditemukan dalam industri:

1. *Template jigs*

Jenis *jigs* yang digunakan untuk keperluan akurasi daripada kecepatan. Tipe *jig* ini dipasang diatas atau kedalam benda kerja dan biasanya tidak di *clamp*. *Template* adalah tipe *jigs* yang paling mahal dan paling sederhana yang ditunjukkan pada gambar 2.1. (Hoffman:1996;9)

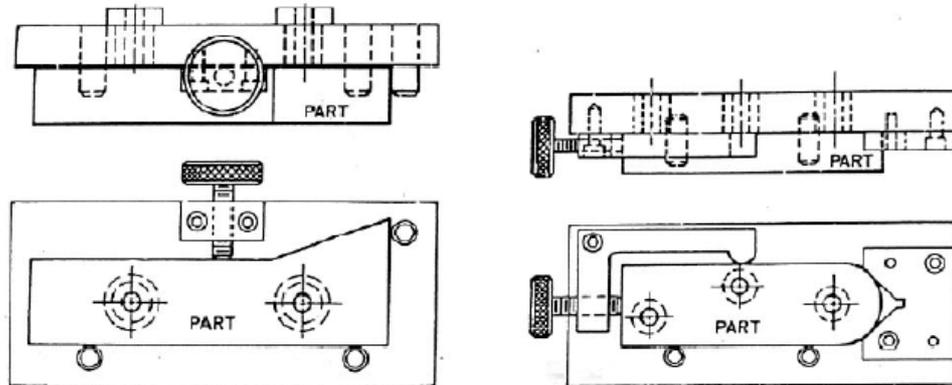


Gambar 2.1 *Template Jig*

2. *Plate jigs*

Jenis *jigs* yang sama dengan *templates*, perbedaannya *jig* ini mempunyai *clamp* untuk memegang benda kerja. *Jig plate* bisa juga dibuat dengan atau

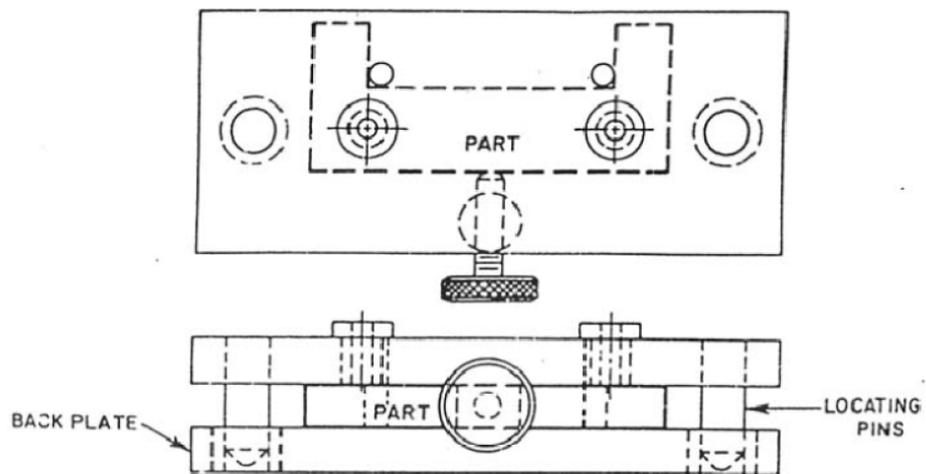
tanpa *bushing*, tergantung jumlah *part* yang dibuat dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini. (Hoffman:1996;10)



Gambar 2.2 Plate Jig

3. Sandwich jigs

Bentuk *jigs plate* dengan pelat dibelakangnya. Tipe *jigs* ini cocok untuk komponen yang tipis atau lunak yang memungkinkan terjadinya pembengkokan atau lipatan pada *jigs* jenis lain. Tipe *jig* ini disajikan pada gambar 2.3 dibawah ini. (Hoffman:1996;11)



Gambar 2.3 Sandwich jig

2.5. Pengertian *Ergonomics*

Ergonomic berasal dari Bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu : *ergon* yang berarti ilmu dan *nomos* yang berarti hukum. Secara sederhana, ergonomi adalah *study* tentang interaksi antara manusia dan object yang digunakan kemudian dengan lingkungan tempat yang digunakan. Definisi ini mencakup unsur yang paling penting yaitu: manusia, object, lingkungan dan juga interaksi yang kompleks antara bagian tersebut. *Design for human use* kata lain untuk mendefinisikan ergonomic dan penekanannya pada penggunaan peralatan, mesin dan system buatan manusia. Ahli ergonomic sering menggunakan istilah *human Engineerd* untuk menggambarkan bentuk yang sesuai dengan harapan manusia atau yang digunakan manusia tanpa menimbulkan stress. (Pulat:1997:1).

Istilah “ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu ERGO (kerja) dan NOMOS (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, psikologi, fisiologi, *engineering*, manajemen dan perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, dirumah, dan rekreasi (Nurmianto,1996; 1).

Ergonomi ialah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat bekerja pada system itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana, 1979; 61).

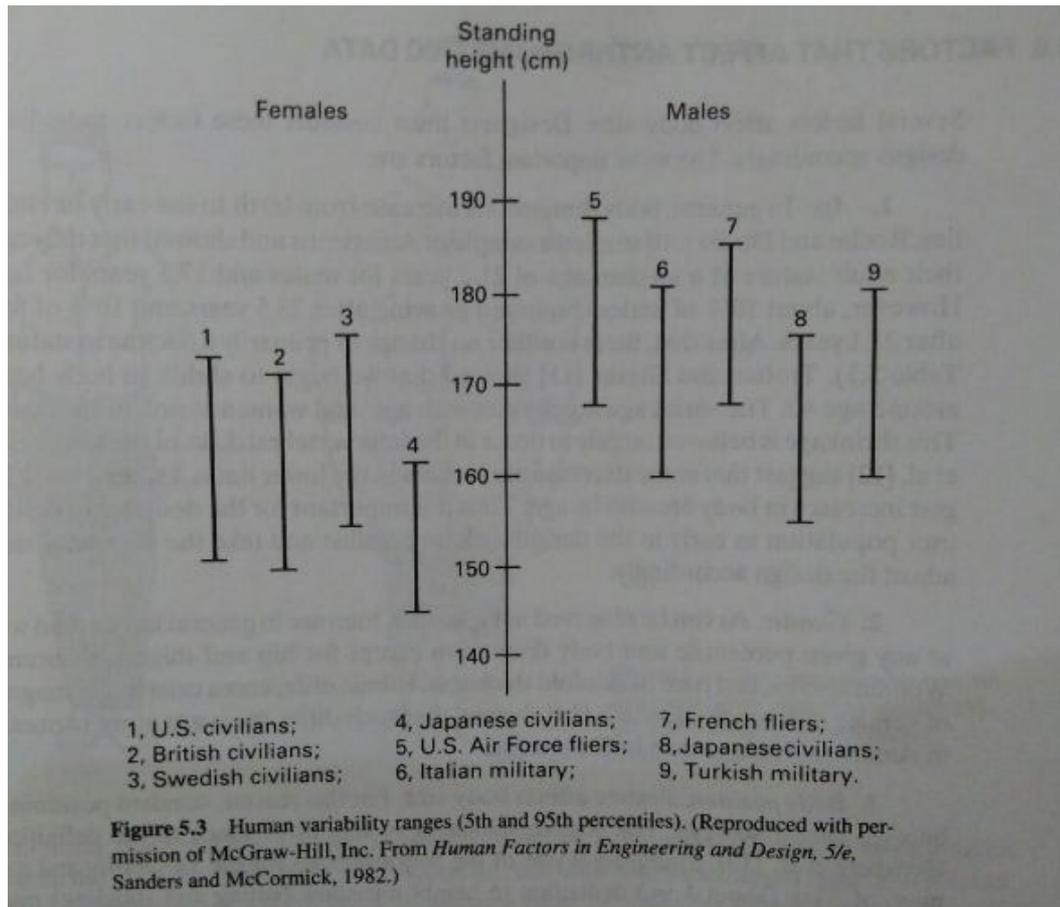
Ergonomi merupakan penerapan pengetahuan terpilih tentang manusia secara sistematis dan perancangan sistem manusia-benda, manusia-fasilitas dan manusia-lingkungan. Dengan kata lain perkataan ergonomic adalah suatu ilmu yang mempelajari manusia dengan berinteraksi dengan obyek-obyek fisik dalam berbagai kegiatan sehari-hari (Madyana, 1996; 4)

2.6. Anthropometry

Anthropometry merupakan *study* tentang dimensi tubuh manusia. Manusia lahir dengan bentuk dan ukuran yang berbeda-beda. Teknik yang menggunakan informasi dan pengembangan baru mengenai hal tersebut disebut teknik antropometri. (Pulat:1997:126)

Survei awal dimensi manusia dilakukan pada akhir abad ke-14. Data antropometri yang lengkap ada sejak tahun 1800an. Metode pengukuran distandarisasi beberapa kali selama awal dan pertengahan abad ke-20. Standarisasi terbaru terjadi pada tahun 1980 oleh *International Standards Organization (ISO)*. Metode standar mengasumsikan postur tubuh dan penunjuk, hanya pada beberapa dekade terakhir ini dilakukan secara khusus untuk penggunaan teknik. Aplikasi data antropometri adalah untuk desain pakaian, desain tempat kerja, desain lingkungan, desain pelaratan dan mesin, yang terakhir adalah desain produk. (Pulat:1997:127)

Manusia mempunyai ukuran tubuh yang bervariasi, yang membedakannya dapat berasal dari etnis, suku, dan kebangsaan. Dalam kelompok yang sama, juga dapat berbeda dikarenakan perbedaan gen. gambar 2.4 menyajikan data variabilitas berkenaan dengan antropometri antar berbagai bangsa dengan nilai percentil 5 dan 95%. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa ada variabilitas 10-15% antar kelompok etnis dengan jenis kelamin yang sama. Seseorang juga dapat menyimpulkan bahwa 25-30% perbedaan dapat diharapkan dalam ukuran populasi satu karakteristik antropometri pada jenis kelamin, etnis, dan rentang persentil dipertimbangkan secara bersamaan. (Pulat:1997:129-130).



Gambar 2.4 Human Variability range (5th and 95th percentiles)

Pedoman utama untuk merancang tempat kerja yang mengakomodasi sebagian besar individu sehubungan dengan ukuran struktur tubuh manusia. Ilmu untuk mengukur tubuh manusia disebut antropometri dan biasanya menggunakan berbagai perangkat seperti caliper dalam pengukurannya. Misalnya, perawakan dan panjang lengan bawah. Beberapa ahli ergonomik dan *engineering* mengumpulkan data sendiri karena hampir ada 1000 variasi dari ukuran tubuh manusia. Baru-baru ini proyek CAESAR (Civilian American and European Surface Anthropometry Resource) mengumpulkan lebih dari 100 dimensi yang sebagian disajikan pada gambar 2.5. (Freivalds and Niebel:2014:181-182)

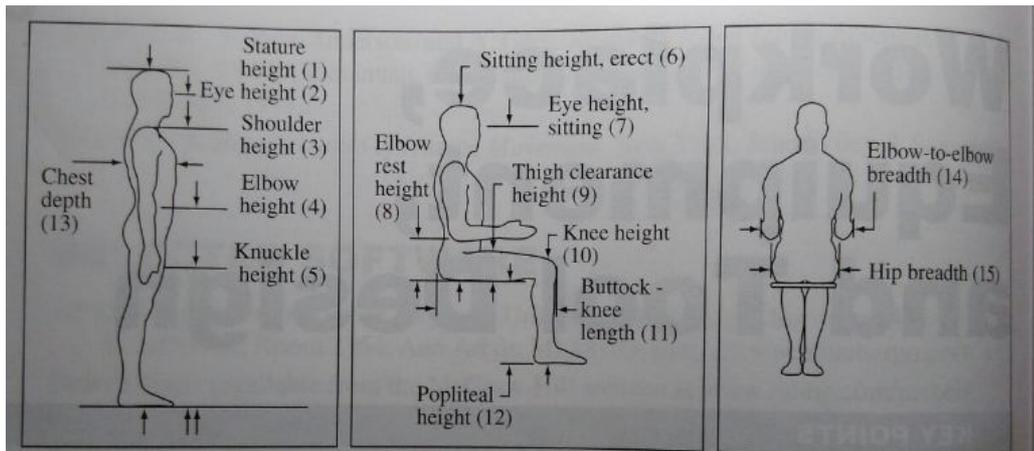


Table 5.1 Selected Body Dimensions and Weights of U.S. Adult Civilians

Body dimension	Sex	Dimension (in)			Dimension (cm)		
		5th	50th	95th	5th	50th	95th
1. Stature (height)	Male	63.7	68.3	72.6	161.8	173.6	184.4
	Female	58.9	63.2	67.4	149.5	160.5	171.3
2. Eye height	Male	59.5	63.9	68.0	151.1	162.4	172.7
	Female	54.4	58.6	62.7	138.3	148.9	159.3
3. Shoulder height	Male	52.1	56.2	60.0	132.3	142.8	152.4
	Female	47.7	51.6	55.9	121.1	131.1	141.9
4. Elbow height	Male	39.4	43.3	46.9	100.0	109.9	119.0
	Female	36.9	39.8	42.8	93.6	101.2	108.8
5. Knuckle height	Male	27.5	29.7	31.7	69.8	75.4	80.4
	Female	25.3	27.6	29.9	64.3	70.2	75.9
6. Height, sitting	Male	33.1	35.7	38.1	84.2	90.6	96.7
	Female	30.9	33.5	35.7	78.6	85.0	90.7
7. Eye height, sitting	Male	28.6	30.9	33.2	72.6	78.6	84.4
	Female	26.6	28.9	30.9	67.5	73.3	78.5
8. Elbow rest height, sitting	Male	7.5	9.6	11.6	19.0	24.3	29.4
	Female	7.1	9.2	11.1	18.1	23.3	28.1
9. Thigh clearance height	Male	4.5	5.7	7.0	11.4	14.4	17.7
	Female	4.2	5.4	6.9	10.6	13.7	17.5
10. Knee height, sitting	Male	19.4	21.4	23.3	49.3	54.3	59.3
	Female	17.8	19.6	21.5	45.2	49.8	54.5
11. Buttock-knee distance, sitting	Male	21.3	23.4	25.3	54.0	59.4	64.2
	Female	20.4	22.4	24.6	51.8	56.9	62.5
12. Popliteal height, sitting	Male	15.4	17.4	19.2	39.2	44.2	48.8
	Female	14.0	15.7	17.4	35.5	39.8	44.3
13. Chest depth	Male	8.4	9.5	10.9	21.4	24.2	27.6
	Female	8.4	9.5	11.7	21.4	24.2	29.7
14. Elbow-elbow breadth	Male	13.8	16.4	19.9	35.0	41.7	50.6
	Female	12.4	15.1	19.3	31.5	38.4	49.1
15. Hip breadth, sitting	Male	12.1	13.9	16.0	30.8	35.4	40.6
	Female	12.3	14.3	17.2	31.2	36.4	43.7
X. Weight (lb and kg)	Male	123.6	162.8	213.6	56.2	74.0	97.1
	Female	101.6	134.4	197.8	46.2	61.1	89.9

Source: Kroemer, 1989.

Gambar 2.5 Selected body dimension and weight of U.S. Adult civilian

2.6.1.Faktor yang Mempengaruhi Data Antropometri

Seorang perancang harus memperhitungkan factor yang mempengaruhi data antropometri. Faktor yang paling penting adalah sebagai berikut : (Pulat:1997:132-133)

1. Umur

Secara umum dimensi manusia meningkat dari mulai lahir sampai dewasa yaitu sekitar umur 20tahun. Roche dan Davila mempelajari sample orang amerika dan menunjukkan bahwa mereka yang mencapai usia dewasa merekapada usia rata-rata 21,2 tahun untuk pria dan 17.3 tahun untuk wanita. Namun sekitar 10% dari lelaki mencapai usia dewasa pada usia 23.5 tahun dan untuk 10% wanita setelah usia 21.1 tahun. Setelah usia itu tidak ada perubahan bentuk tubuh. Trotter dan gleser memperlihatkan bahwa kita mulai menyusut pada usia 40tahun keatas. Oleh karena itu penting bagi perancang untuk menentukan populasi pengguna dalam merancang sesuatu yang berkaitan dengan umur kedua jenis kelamin tersebut.

2. Jenis kelamin

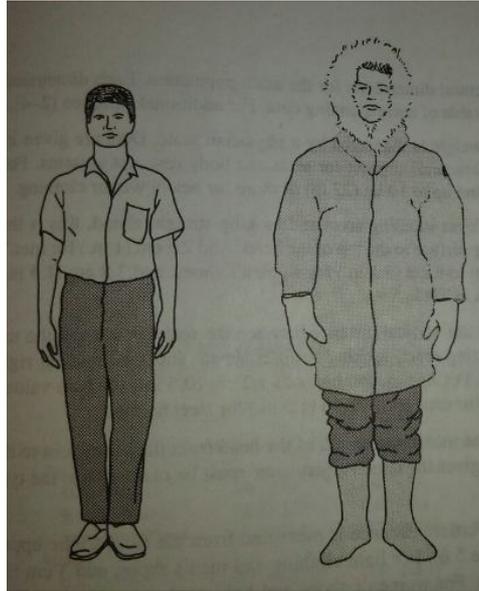
Pada umumnya laki-laki memiliki ukuran dimensi yang lebih besar dari pada wanita kecuali bagian pinggul dan paha. Wanita juga mempunyai kulit yang lebih lembut dari pada laki-laki.

3. Posisi tubuh

Posture mempengaruhi ukuran tubuh. Untuk alasan ini posisi standar harus digunakan selama survei. Pada saat posisi berdiri atau posisi duduk harus mempertimbangkan posisi ini selama perancangan. *Restrains* juga mempengaruhi dalam penerapan data. Inilah alasan mengapa dimensi *fungsional* lebih besar dari pada *static* dimension. Dimensi *static* harus dapat disesuaikan untuk gerakan bebas selama bekerja.

4. Pakaian

Pakaian memberikan tambahan untuk ukuran tubuh manusia. Dampak lainnya adalah mempersempit ruang gerak. Pada gambar 2.6 dibawah ini diperlihatkan bahwa dengan pakaian berbeda saat bekerja maka berbeda pula data ukuran yang didapat.



Gambar 2.6 Perbedaan ukuran dengan pakaian berbeda

2.6.2.Data Antropometri

Dalam kaitanya dengan posisi tubuh data antropometri dibagi menjadi dua kategori yaitu : (Pulat:1997:133)

1. *Structure Dimension*

Data ini diambil dari ukuran tubuh dalam posisi standard dan posisi rileks. Bisa disebut juga *static anthropometry*.

Berikut ini adalah contoh beberapa dimensi untuk populasi orang dewasa. Setiap dimensi deskripsikan pada gambar 2.7-2.9 dibawah ini : (Pulat:1997:134-135)

- a. *Weight*, berat badan diukur dengan skala dokter. Data disajikan pada gambar 2.7. Sebagian besar digunakan dalam dukungan structural untuk sistem pengekangan kursi dan tubuh.
- b. *Stature*, dengan subjek yang berdiri tegak dan menatap lurus ke depan. Ini adalah ukuran yang diambil dari permukaan sampai puncak kepala.data disajikan pada gambar 2.8.
- c. *Stiing Hight*, posisi ini adalah jarak vertical antara permukaan kursi dengan bagian atas kepala dan dengan posisi duduk tegak. Data disajikan pada gambar 2.9.

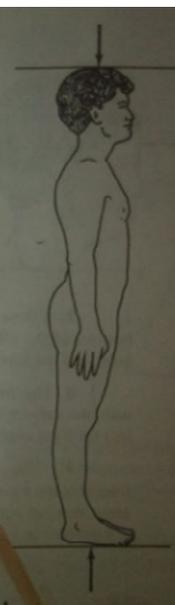
WEIGHT CHARACTERISTICS [KG (LB)]			
Subjects	Percentile		
	5th	50th	95th
Females			
U.S. civilians	46 (101)	62.4 (137)	89.4 (197)
British civilians	46.6 (102)	60.4 (133)	79.4 (175)
Japanese civilians	39.8 (87)	51.3 (113)	62.8 (138)
Males			
U.S. civilians	58 (128)	75 (165)	98 (216)
Italian military	57.6 (127)	70.25 (155)	85.1 (187)
Japanese civilians	46.1 (101)	60.2 (132)	74.3 (163)
Turkish military	51 (112)	64.6 (142)	78.2 (172)

Source: Adapted from Refs. [2], [4], and [9].

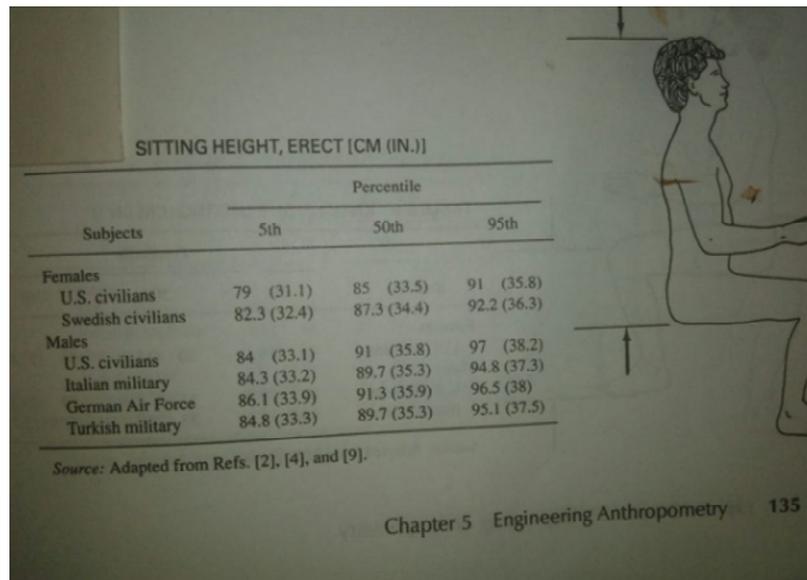
Gambar 2.7. Weight Characteristic

STATURE [CM (IN.)]			
Subjects	Percentile		
	5th	50th	95th
Females			
U.S. civilians	150 (59)	160 (63)	170 (66.9)
British civilians	149.5 (58.7)	160.1 (63)	171.2 (67.4)
Japanese civilians	145.3 (57.2)	153.2 (60.3)	161.1 (63.4)
Males			
U.S. civilians	162 (63.7)	173 (68.1)	185 (72.8)
Italian military	160.2 (63.1)	170.8 (67.2)	180.8 (71.2)
Japanese civilians	155.8 (61.4)	165.3 (65.1)	174.8 (68.9)
Turkish military	160.6 (63.2)	169 (66.5)	179.2 (70.5)

Source: Refs. [2], [4], and [9].



Gambar 2.8. Stature



Gambar 2.9. Sitting hight, erect

2. Functional Dimension

Data ini didapat dari ukuran tubuh dengan berbagai posisi saat kerja. Data ini bisa disebut juga *dynamic anthropometry*.

Berikut adalah contoh untuk *functional dimension*: (Pulat:1997:141)

- a. *Prone length and height*, subject terletak pada posisi tiarap dengan kedua kaki lurus, dan kedua tangan mengulur maksimal serta tangan mengepal. *Prone length* diukur dari ujung tangan yang mengepal ke ujung kaki secara horizontal. Sedangkan *Prone height* diukur secara vertical dari tanah dan poin teratas dari kepala yang mana dada maximal menempel pada lantai. Data dapat dilihat pada gambar 2.10.

PRONE LENGTH, B [CM (IN.)]			
Subjects	Percentile		
	5th	50th	95th
U.S. Air Force male	215.1 (84.7)	228.8 (90)	243.3 (95.8)

Source: Adapted from Ref.[2].

PRONE HEIGHT, A ^a [CM (IN.)]			
Subjects	Percentile		
	5th	50th	95th
U.S. Air Force male	31.2 (12.3)	36.8 (14.5)	41.6 (16.3)

Source: Adapted from Ref.[2].
^aSee Table 5.16.

Gambar 2.10. Prone length and Height

- b. *Squatting height*, ini adalah jarak vertical antara lantai dan bagian atas kepala subjek saat subjek menyeimbangkan jari-jari kakinya dengan tubuh tegak. Data dapat dilihat pada gambar 2.11.



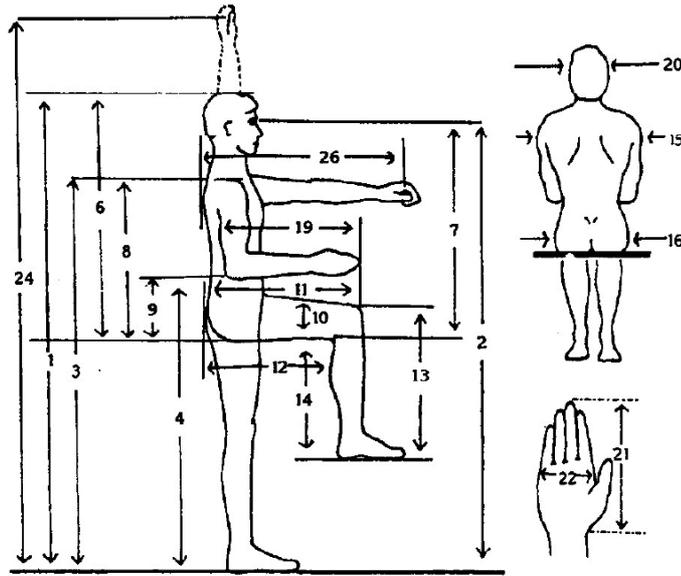
SQUATTING HEIGHT [CM (IN.)]			
Subjects	Percentile		
	5th	50th	95th
U.S. Air Force personnel	103.6 (40.8)	110.7 (43.6)	119.4 (47)

Source: Adapted from Ref.[2].

Gambar 2.11. Squating Height

2.7 Dimensi Anthropometri Umum

Menurut (Wignjosoebroto, 1995) Data anthropometri dapat dimanfaatkan untuk menetapkan dimensi ukuran produk yang akan dirancang dan disesuaikan dengan dimensi tubuh manusia yang akan menggunakannya. Pengukuran dimensi struktur tubuh yang biasa diambil dalam perancangan produk maupun fasilitas dapat dilihat pada gambar 2.12 di bawah ini.



Gambar 2.12. Antropometri untuk perancangan produk atau fasilitas

Keterangan gambar 2.9 di atas, yaitu:

- 1 : Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai sampai dengan ujung kepala).
- 2 : Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
- 3 : Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
- 4 : Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus).
- 5 : Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan).
- 6 : Tinggi tubuh dalam posisi duduk (di ukur dari alas tempat duduk pantat sampai dengan kepala).
- 7 : Tinggi mata dalam posisi duduk.
- 8 : Tinggi bahu dalam posisi duduk.
- 9 : Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus).

- 10 : Tebal atau lebar paha.
- 11 : Panjang paha yang di ukur dari pantat sampai dengan. ujung lutut.
- 12 : Panjang paha yang di ukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut betis.
- 13 : Tinggi lutut yang bisa di ukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
- 14 : Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang di ukur dari lantai sampai dengan paha.
- 15 : Lebar dari bahu (bisa di ukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk).
- 16 : Lebar pinggul ataupun pantat.
- 17 : Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar).
- 18 : Lebar perut.
- 19 : Panjang siku yang di ukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
- 20 : Lebar kepala.
- 21 : Panjang tangan di ukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
- 22 : Lebar telapak tangan.
- 23 : Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar kesamping kiri kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
- 24 : Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak.
- 25 : Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak.
- 26 : Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan di ukur dari bahu sampai dengan ujung jari tangan.
- 27 : Tinggi dalam posisi berdiri dari ujung kaki hingga pantat bagian bawah.

Berdasarkan (Roebuck and Thomson:1975:186) Untuk memperjelas mengenai data anthropometri yang tepat diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja, diperlukan pengambilan ukuran dimensi anggota tubuh. Penjelasan mengenai pengukuran dimensi anthropometri tubuh yang diperlukan dalam perancangan dijelaskan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Pengukuran dimensi tubuh

Data Anthropometri	Keterangan	Cara Pengukuran
	Tinggi badan tegak (tbt)	Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (vertikal dari lantai sampai dengan ujung kepala).
	Tinggi bahu berdiri (tbb)	Ukur jarak vertikal dari permukaan tanah sampai bahu dalam kondisi subjek berdiri tegak.
	Panjang lengan atas (pla)	Panjang lengan atas yang diukur dari bahu sampai siku dalam posisi siku tegak lurus.
	Panjang lengan bawah (plb)	Panjang lengan bawah yang diukur dari siku sampai dengan pangkal telapak tangan.
	Pangkal telapak tangan ke pangkal jari (pttpj)	Panjang vertikal dari pangkal telapak tangan ke pangkal jari dalam posisi telapak tangan terbuka
	Diameter genggam tangan (gt)	Diameter genggam tangan saat memegang sesuatu.

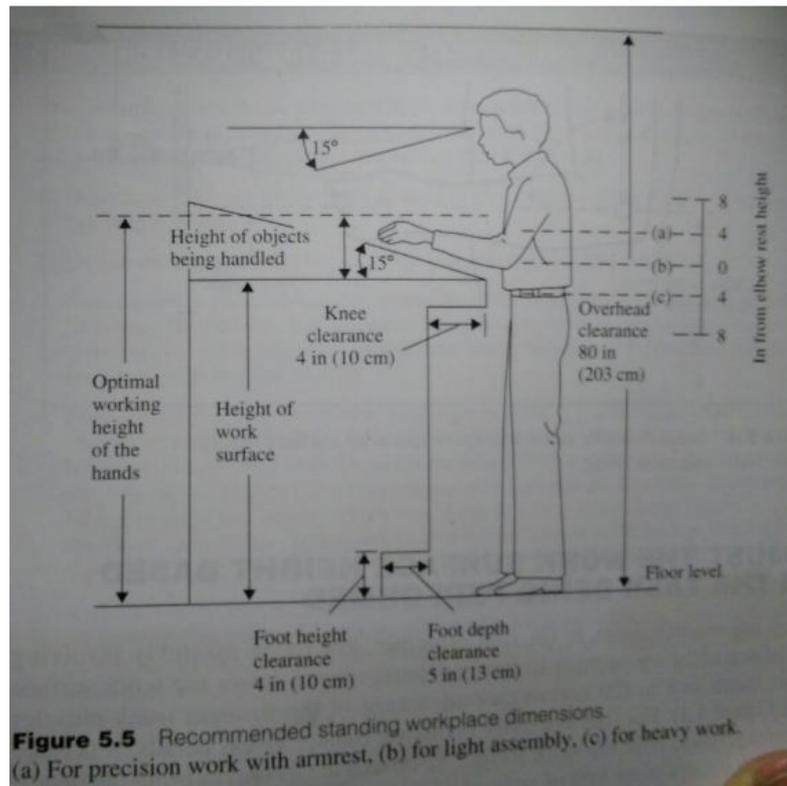
2.8. Area Kerja Berdiri

Pada desain stasiun berdiri, apabila tenaga kerja harus bekerja untuk periode yang lama, maka faktor kelelahan menjadi utama. Meminimalkan pengaruh kelelahan dan keluhan subjektif, maka pekerja harus dirancang agar tidak terlalu banyak menjangkau, membungkuk, atau melakukan gerakan dengan posisi kepala yang tidak alamiah. Pertimbangan tentang pekerjaan yang paling baik dilakukan dengan posisi berdiri

sebagai berikut: (Pullat;1997;176)

1. Tidak tersedia tempat untuk kaki dan lutut.
2. Harus memegang objek yang berat (lebih dari 4,5 kg).
3. Sering menjangkau ke atas, ke bawah dan ke samping.
4. Sering melakukan pekerjaan yang menekan kebawah.
5. Diperlukan mobilitas.

Beberapa faktor dimensi untuk area kerja berdiri ditunjukkan pada gambar 2.13. Diperlukan minimum 10cm (4 inchi) untuk *allowance* lutut. Disarankan sebuah *clearance* kaki 13x10cm (5x4 inch). Untuk persyaratan jangkauan keatas, jarak jangkauan maksimum tidak boleh lebih dari 203cm (80inch). Ini adalah praktik yang baik untuk membuat ketentuan duduk bahkan dalam pekerjaan yang memerlukan postur tubuh berdiri. Untuk menghilangkan stress operator kadang-kadang dapat duduk. (Pulat:1997:177) (Freivalds and Neibel:2014:188).



Gambar 2.13 Recommended standing workplace dimension

2.9. Desain dan Pengembangan Produk

Salah satu definisi dari ergonomics adalah *design* yang digunakan oleh manusia. Produk dirancang untuk digunakan oleh manusia secara berulang-ulang. Oleh karena itu penting untuk mempertimbangkan desain produk bersamaan dengan tempat kerja, metode kerja, dan desain peralatan. Berikut ini adalah enam langkah untuk mendesain produk yang akan digunakan oleh manusia: (Pulat:1997:294)

1. *Define user's Needs*

Fokus pada kebutuhan pengguna dan menentukan tujuan penggunaan adalah langkah pertama yang harus dilakukan. Jika kebutuhan pengguna tidak dipahami maka dengan jelas maka pengembangan produk tidak akan berada pada jalur yang tepat. Kebutuhan pengguna dapat didefinisikan dengan berdasarkan tujuan pasar, wawancara pengguna dan pengalaman pribadi. Definisi tentang lingkungan penggunaan juga diperlukan untuk menunjang produk.

2. *Detail Functional requirements*

Fungsi spesifik produk yang memenuhi kebutuhan pengguna harus dirinci. Ini dapat dicantumkan dalam format yang terperinci dengan setiap fungsi yang didefinisikan dengan jelas. Pada langkah ini pastikan bahwa fungsi yang tercantum mencakup tujuan produk.

3. *Perform task analysis*

Untuk setiap fungsi, analisis tugas secara terperinci yang akan menunjukkan pola penggunaan, kebutuhan perangkat keras dan kemungkinan penyalahgunaan produk. Point terakhir penting dalam menjaga produk terhadap tuntutan hukum. Semua kemungkinan penggunaan produk, termasuk perawatan dan persiapan harus dipertimbangkan.

4. *Design user interface*

Langkah ketiga menunjukkan semua titik antarmuka pengguna dengan mempertimbangkan informasi pengguna dan kebutuhan fungsionalnya.

5. *Develop the product*

Pada tahap ini setelah memiliki semua persyaratan fungsional yang sudah ditetapkan, semua kebutuhan perangkat dirinci dan titik antar muka dievaluasi kembali. Langkah selanjutnya adalah pengembangan prototipe produk sebagai bahan pengujian.

6. *Allow user testing*

Sebelum produk diproduksi massal, uji coba diperlukan. Unsur terpenting dalam tahap ini adalah pengujian produk oleh pengguna yang potensial. Beberapa penggunaan kondisi actual dapat dibuat baik di laboratorium maupun di lapangan. Umpan balik yang diperoleh dari pengguna dan pengamatan pribadi pengujian harus dievaluasi secara kritis. Desain ulang dan pengembangan ulang mungkin diperlukan tergantung pada pengalaman pengguna dengan produk prototipe.

Pengembangan produk adalah sebuah proses, proses dimana dimulai dari menganalisa kebutuhan pelanggan dan peluang produk dapat diterima di pangsa pasar, dan akhir dari proses pengembangan produk adalah kegiatan memproduksi produk, menjual dan mengirim produk tersebut kepada pembeli (Ulrich and Eppinger:2012:2).

2.10. Proses Pengembangan Produk

Proses pengembangan produk adalah proses untuk memberikan nilai tambah pada produk, baik itu dari segi bentuk, fungsi utama maupun fungsi tambahan, menambahkan nilai estetika, sehingga mempunyai keunggulan dari produk yang sudah ada. Ada enam fase dalam pengembangan produk seperti terlihat pada gambar 2.14. (Ulrich and Eppinger:2012:12-16):



Gambar 2.14 Tahapan proses pengembangan produk

- a. Fase 0 : Perencanaan Produk
Fase ini juga disebut sebagai “*zero fase*” disebut fase nol karena merupakan kegiatan yang paling awal sebelum melakukan kegiatan selanjutnya,
- b. Fase 1 : Pengembangan Konsep
Pada fase pengembangan konsep, mengidentifikasi kebutuhan pasar yang menjadi target *market*, konsep yang menjadi alternatif dimunculkan untuk dievaluasi, dan beberapa konsep dipilih sebagai dasar pengembangan produk.
- c. Fase 2 : Perancangan Tingkat Sistem
Fase perancangan tingkat sistem untuk mendefinisikan arsitektur produk dan menguraikan subsistem dan komponen produk.
- d. Fase 3 : Perancangan Detail
Fase perancangan detail mencakup spesifikasi lengkap dari bentuk, material, dan toleransi toleransi dari seluruh komponen produk dan identifikasi seluruh komponen standar yang dibeli dari pemasok.
- e. Fase 4 : Pengujian dan Perbaikan
Fase pengujian dan perbaikan melibatkan konstruksi dan evaluasi dari beberapa versi produksi awal produk.
- f. Fase 5 : Produksi Awal
Pada fase produksi awal, produk dibuat dengan menggunakan sistem produksi yang sesungguhnya. Tujuan dari produksi awal ini adalah untuk melatih tenaga kerja dalam memecahkan permasalahan yang timbul pada proses produksi

sesungguhnya. Peralihan dari produksi awal menjadi produksi sesungguhnya biasanya tahap demi tahap. Pada beberapa titik pada masa peralihan ini, produk diluncurkan dan mulai disediakan untuk didistribusikan.

2.11. Identifikasi *Opportunity*

Proses mengenali, menganalisa dan mengetahui peluang, sehingga dari proses itu didapatkan kesempatan, sehingga dapat kita manfaatkan untuk menjadi sebuah keuntungan dengan mengembangkan dan dijadikan produk baru, kesempatan tersebut di nyatakan dalam setiap fungsi produk yang dihadirkan. tetapi dari beberapa peluang yang ada tidak selalu dapat di kembangkan. Agar mencapai keuntungan maksimal harus melakukan enam proses sejak tahap awal produk itu muncul, (Ulrich and Eppinger, 2012:34-49):

1. *Establish a Charter*

Perusahaan membuat sebuah produk baru untuk mencapai tujuan perusahaan, salah satunya untuk meningkatkan pendapatan organisasi, pendapatan itu didapat dari hasil penjualan produk baru dipasaran, selain itu organisasi juga memperbaiki kekurangan produk yang dan mencoba untuk memasuki segmen pasar yang baru

2. *Generate And Sense Many Opportunities*

Untuk menghasilkan banyak kesempatan, maka perusahaan harus memberikan sebesar setengah dari target *inovasi* dan sisanya didapatkan dari pelanggan atas kritik dan sarannya selain itu didapatkan dari sumber lain yang dapat memunculkan *inovasi* baru terhadap produk sehingga perusahaan harus berfokus untuk sebuah kesempatan baik yang datang dari *eksternal* dan *internal*.

3. *Screen Opportunities*

Memilah antara kesempatan yang mungkin untuk dimunculkan sebagai *inovasi* baru dan kesempatan yang tidak mungkin untuk dijadikan konsep *inovasi*, sehingga dari proses ini organisasi dapat memusatkan perhatian pada konsep yang mempunyai kesempatan besar untuk dilakukan penyelidikan lebih lanjut, tetap dilakukan secara efisien. Kriteria yang digunakan untuk melakukan penyelidikan lebih lanjut adalah kebutuhan pasar akan produk tersebut, apakah teknologi yang akan digunakan layak..

4. *Develop Promising Opportunities*

Pada proses ini bertujuan untuk mengembangkan kesempatan yang paling menjanjikan atau paling berpotensi dan mempunyai resiko kegagalan yang paling kecil, karena semakin banyak ketidakpastian dalam kesempatan semakin besar kerugian yang akan diterima sehingga untuk hal ini harus mempertimbangkan kerugiannya dalam hal biaya dan waktu maka untuk meminimalisir hal tersebut harus melakukan tugas wawancara pelanggan, pengujian produk, dan tingkat pertumbuhan, selain itu juga perlu melakukan diskusi dengan calon pelanggan untuk menentukan produk seperti apa yang dibutuhkan dan mencari informasi di internet.

5. *Select Exceptional Opportunities*

Memilih satu peluang yang paling besar peluang untuk berhasil menjadi produk, dari beberapa peluang yang mempunyai ketidakpastian harus dicari solusinya karena pada proses pengembangan nanti akan menghabiskan biaya yang sangat besar, sehingga sangat penting untuk memilih satu peluang yang paling bagus yang mempunyai ketidakpastian yang sudah dipecahkan.

6. *Reflect On The Result And The Process*

Adalah proses untuk evaluasi semua proses yang sudah dilakukan sebagai tolak ukur dapat mengambil kesuksesan pasar, yaitu berapa sukses produk di pasaran tetapi ini bukan satu – satunya tolak ukur, diantaranya yaitu:

- a. Berapa banyak peluang yang diidentifikasi dari sumber *internal versus eksternal*?
- b. Apakah sudah mempertimbangkan puluhan atau ratusan peluang?
- c. Apakah ragam inovasi fokusnya terlalu sempit?
- d. Apakah kriteria bias, atau sebagian besar berdasarkan kemungkinan keberhasilan produk?
- e. Apakah peluang yang dihasilkan menarik bagi tim?

2.12. Product Planning

Proses ini merupakan proses dimana dilakukan sebelum proyek pengembangan produk disetujui, salah satu tujuannya adalah menentukan segmen mana yang akan ditempuh, dan juga merupakan tindakan untuk memastikan bahwa pengembangan yang dilakukan dapat mendukung strategi bisnis perusahaan, harus dilakukan sebelum melakukan pembentukan tim pengembangan yang lebih besar (Ulrich and Eppinger:2012:54)

2.13. Product Planning Process

Adalah proses untuk memilih peluang yang didapatkan dari pengamatan dilapangan dengan melakukan pengumpulan saran dari pelanggan, melihat perkembangan pesaing, penelitian dan masukan dari tim pengembangan, dan peluang itu sebagai dasar untuk melakukan proses pengembangan, karena dengan cara seperti ini peluang yang didapat memiliki resiko kegagalan yang kecil. Rencana ini membagi menjadi empat kategori (Ulrich and Eppinger:2012:54-56):

a) *New Product Platform*

Menciptakan produk berdasarkan keluarga produk yang sudah ada.

b) *Derivatives Of Existing Product Platforms*

Memperluas pasar yang sudah ada untuk mendapatkan pasar yang lebih baik lagi.

c) *Incremental Improvements To Existing Products*

Ini merupakan kegiatan untuk menambahkan atau memodif produk yang sudah ada sehingga mempunyai penampilan, fungsi yang lebih baik dari produk yang sudah ada, sehingga akan menyebabkan pasar tetap akan kompetitif untuk produk ini.

d) *Fundamentally New Products*

Ini adalah salah satu proses yang frontal karena ini adalah menciptakan produk yang sebelumnya belum ada, sehingga dari segi produksi harus merubah atau menambahkan lini produksi yang sudah ada dan dari segi peluang mempunyai resiko yang sangat besar karena belum ada pengamatan yang dilakukan secara mendalam, dari segi biaya sangat tinggi karena untuk biaya penelitian dan pengembangan produk dan dari segi waktu sangat lama dalam prosesnya dan

juga dari segi sumber daya manusia haruslah kompeten.

2.14. Identifying Customer Needs

Filosofi dari metode ini ialah membuat saluran informasi yang sangat penting dan mempunyai kualitas tinggi antara pengembang produk dan pelanggan, Metode ini berfungsi untuk menganalisa beberapa kebutuhan pelanggan dan kebutuhan tersebut dihadirkan dalam produk perusahaan diwakilkan dalam setiap fungsi yang menjadi keunggulan produk, tujuannya adalah (Ulrich and Eppinger:2012:74):

- a) Perusahaan dapat memfokuskan pada hal yang menjadi kebutuhan pelanggan.
- b) Mengidentifikasi kebutuhan tersembunyi dari pelanggan.
- c) Membuat catatan untuk arsip proses pengembangan.
- d) Memastikan kebutuhan utama pelanggan tidak terlewat atau terlupakan
- e) Mengembangkan pemahaman kebutuhan pelanggan dengan anggota tim pengembangan.

2.15. Product Specification

Kebutuhan pelanggan dijelaskan lewat pernyataan, atau disebut juga sebagai “bahasa pelanggan” dalam format istilah yang digunakan adalah kualitas subyektif, dari istilah yang didapatkan akan membantu proses pengembangan, karena dari istilah ini akan menjadi dasar dan juga sekaligus panduan bagi tim pengembangan untuk melakukan perbaikan, produk spesifikasi tidak akan memberitahu cara menangani kebutuhan pelanggan kepada tim pengembangan tetapi ini adalah sebuah pemahaman bersama antar tim pengembangan dalam mencapai apa yang dibutuhkan pelanggan (Ulrich and Eppinger:2012:92-93)

2.16. Daftar matrik dan Link Matrix

Yang paling berguna adalah yang mendekati kepada kebutuhan pelanggan, fungsi dari daftar metrik adalah agar lebih presisi dalam mengembangkan produk tidak terlalu jauh dari harapan pelanggan fungsi lainnya adalah memilah mana dari kebutuhan pelanggan yang dapat di wujudkan dalam produk perusahaan karena dalam prakteknya ada kebutuhan pelanggan yang tidak mungkin untuk di aktualisasikan. Sehingga dengan cara melihat daftar metrik tim pengembangan harus mengandalkan pemahaman tentang makna setiap pernyataan yang diberikan oleh pelanggan dalam daftar metrik (Ulrich and Eppinger:2012:95-97).

2.17. Concept Generation

Sebuah konsep dari produk yang berisi tentang bagaimana prinsip kerja produk, teknologi yang digunakan untuk membuat produk, dan juga mencakup estetika produk dapat di aktualisasikan ke dalam bentuk produk dan juga menggambarkan bagaimana produk ini mampu memenuhi kebutuhan dari pelanggan (Ulrich and Eppinger:2012:118).

2.18. Concept Selection

Setelah memperoleh konsep yang sudah terbaik berdasarkan identifikasi kebutuhan pelanggan dan generasi konsep maka dilanjutkan dengan membuat konsep design yang terbaik jadi konsep seleksi adalah proses menghormati kebutuhan pelanggan dengan mengevaluasinya, membandingkan konsep yang paling lemah dengan konsep yang paling kuat untuk dipilih dan dikembangkan dimasa mendatang (Ulrich and Eppinger:2012:144).

2.19. Concept Testing

Melakukan pengujian konsep sebelum produk dipasarkan, dengan mencari kelemahan produk selain itu juga mencari kemungkinan terjadinya kegagalan pasar. Ini lebih kepada bagaimana memperbaiki konsep bukan untuk memilih konsep yang terbaik, metode ini ada keterkaitan dengan pemilihan konsep, karena dari

kedua metode ini mempunyai kemiripan yaitu lebih memperuncing konsep yang akan digunakan tetapi bedanya adalah pada pengujian konsep data yang digunakan adalah data langsung yang dikumpulkan dari calon pelanggan, tujuh metode untuk konsep tes (Ulrich and Eppinger:2012:166-179):

1. Menentukan tujuan.

Pertanyaan utama anantara lain:

- Dari beberapa konsep alternatif mana yang harus ditempuh?
- Bagaimana konsep dapat ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan?
- Berapa banyak produk akan terjual?
- Haruskah pengembangan dapat dilanjutkan?

2. Pilih populasi survei

Memilih pelanggan yang mempunyai peluang untuk membeli produk

3. Pilih format survei

Memilih format survei yang akan digunakan:

- *Face to face*
- *Telephone*
- *Electronic mail*
- *internet*

4. Komunikasikan konsep

Mendiskripsikan konsep kepada pelanggan agar pelanggan dapat gambaran tentang produk meliputi bentuk, fungsi dan estetika sarana yang digunakan untuk mendiskripsikan produk kita anantara lain:

- Sketsa
- Video
- Foto
- Simulasi
- Interactive multimedia
- Penampilan model fisik
- Deskripsi verbal

5. Mengukur respon pelanggan

Dari rangkuman proses satu sampai empat maka diukur dengan kategori respon

sebagai berikut:

- Pasti mau beli
- Mungkin akan membeli
- Mungkin beli atau mungkin tidak
- Mungkin tidak mau beli
- Pasti tidak mau beli

6. Menginterpretasikan hasil konsep

Didapat dari konsep yang sangat mendominasi hasil dari survei pelanggan, dan jika hasil survei tidak pasti maka tim pengembang wajib memilih konsep yang terbaik mempertimbangkan biaya dan pertimbangan lainnya.

7. Merenungkan hasil konsepnya

Keuntungan utama dari konsep pengetesan ini adalah mendapatkan timbal balik dari pelanggan yang mempunyai potensial tinggi didapat dari serangkaian proses diatas dari sesi diskusi terbuka. Sehingga tim pengembang dapat lebih akurat dalam:

- Ukuran pasar yang mampu didapatkan
- Ketersediaan dan kepedulian terhadap produk
- Fraksi pelanggan yang mungkin akan membeli

2.20. Product Architecture

Menggambarkan produk kedalam dua istilah secara fungsional dan fisik produk, fungsional adalah menggambarkan fungsi dari produk dan fisik adalah menggambarkan *parts* yang ada pada produk.

2.20.1.Type Architecture

a. Modular

Memungkinkan perubahan desain pada satu potongan tanpa merubah potongan lain.

Jenis modular ini memiliki dua properti sebagai berikut:

- *Chunk*, memiliki satu fungsi atau lebih dalam satu bagian
- Hubungan antar satu *chunk* dengan *chunk* yang lainnya dijelaskan dengan baik dan merupakan fungsi dasar dari produk.

b. Integral

Kebalikan dari Modular, elemen fungsi diimplementasikan dalam satu produk oleh beberapa chunk, dan lebih murah dalam biaya pembuatan produk.

2.21.Industrial Design

Perancangan memegang peranan penting dalam sebuah produk, karena dengan perancangan dapat menggambarkan sebuah produk kepada pelanggan, yang pertama dilihat adalah perancangan pada keindahan produk tersebut atau estetika produk mengikuti dari segi estetika adalah segi ergonomics dan juga dari segi keamanan produk saat digunakan (Ulrich and Eppinger:2012:209-211):

2.21.1.Proses Desain

a. Investigasi kebutuhan pelanggan

Erat kaitanya dengan kebutuhan pelanggan karena desain merupakan poin utama produk dapat diterima tidaknya oleh pelanggan karena memuat semua kebutuhan pelanggan.

b. Mengkonseptualkan

Tim pengembangan mempunyai tugas menjelaskan pada pelanggan dengan gambar dan teknis mengenai fungsi produk dengan konsep yang mudah dimengerti.

c. Penyempurnaan awal

Menjelaskan kepada pelanggan produk kita dengan bahan pengganti yang mirip menggunakan skala asli produk agar mudah dipahami

d. Penyempurnaan dan pemilihan konsep akhir

Sebelum penyempurnaan akhir tetap menggunakan permodelan yang mirip diluar fungsi teknik produk sehingga terlihat nyata dan lembut, sehingga mudah untuk menentukan konsep selection.

e. Kontrol model dan gambar

Desainer menyelesaikan pengembangan desain produknya dengan membuat gambar control atau model kontrol, sehingga desainer dapat dengan mudah menggambarkan detail part yang digunakan.

f. Koordinasi dengan engineering, produksi dan vendor

Harus selalu bekerja sama antar departemen sehingga kesulitan yang terjadi cepat diambil jalan keluarnya agar proses pembuatan produk tetap lancar.

2.22.Design For Environment

Adalah mempertimbangkan bahan yang digunakan dalam rencana pembuatan produk, pertimbangan ini sangat penting karena mempunyai dampak jangka panjang, sehingga dapat memilih material yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan juga dapat digunakan lagi setelah produk utama sudah tidak dipakai (Ulrich and Eppinger:2012:231-232):

2.23.Design For Manufacturing

Proses pembuatan desain, dari gambar tiga dimensi yang digunakan untuk menggambarkan produk akhir untuk pelanggan yang berisi informasi informasi umum untuk pelanggan, dilanjutkan gambar yang lebih mendetail yaitu gambar untuk proses pembuatan produk atau disebut gambar produksi mencakup dimensi yang lengkap sebagai perintah kerja produksi dan juga sebagai bahasa yang digunakan antara engineering dan departemen produksi dan disertai dengan urutan proses atau mesin yang digunakan (Ulrich and Eppinger:2012:255-273)

2.23.1 Proses desain for manufacturing

Ini digunakan untuk menentukan lebih ke hal biaya dan dampaknya antara lain:

1. Estimasi biaya produksi

Bagaimana menghitung biaya produksi lewat konsep akhir desain secara kasar dapat dikatakan biaya material, biaya produksi dan biaya komponen lain dan biaya lainnya yang berhubungan dengan biaya pembuatan produk.

2. Mengurangi biaya komponen

Untuk mendapatkan biaya maksimal produk selain dari material juga dari komponen baik komponen yang dibeli atau komponen yang dibuat sendiri, ini harus dipertimbangkan secara matang

3. Mengurangi biaya assembling

Proses ini tergantung dari produk yang diproduksi semakin kompleks produk yang di assembling semakin besar biaya yang digunakan, sehingga untuk beberapa produk yang membutuhkan assembling lebih metode ini sangat dipertimbangkan.

4. Mengurangi biaya support produksi

Metode untuk memaksimalkan proses produksi dari segi pembantu proses produksi, baik itu PPIC dalam menyiapkan mesin dan hal hal lain

5. Pertimbangkan dampak pengambilan keputusan DFM bagi faktor lain

Tidak hanya pada beberapa aspek diatas, tetapi *Design For Manufacturing* juga mempertimbangkan apakah ada perbaikan pada segi waktu, kualitas dan faktor luar lainnya.

2.24. Prototyping

Adalah membuat replika yang mendekati produk baik secara bentuk dan fungsi, dan juga memberikan satu atau lebih bentuk atau hal yang menarik pada produk (Ulrich and Eppinger:2012:291)

2.24.1 Fungsi Prototyping

Prototipe dibuat tidak hanya untuk menggambarkan produk yang ingin ditawarkan perusahaan fungsi lain dari prototipe adalah (Ulrich and Eppinger:2012:294)

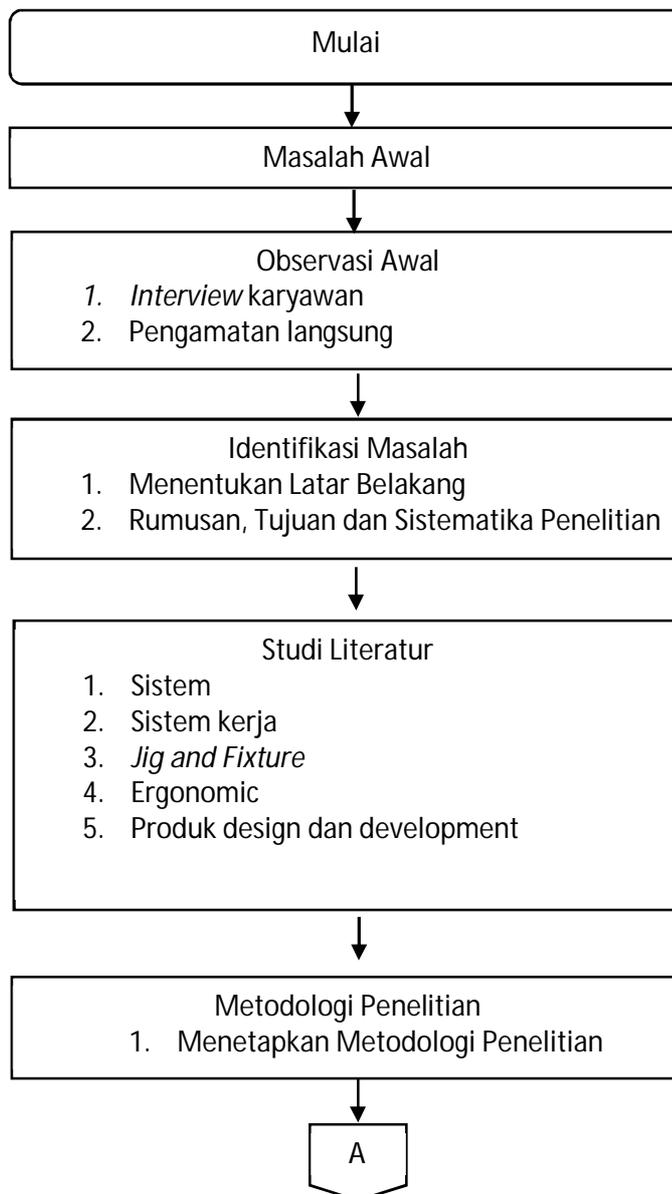
- Belajar
- Komunikasi
- Integrasi
- Tonggak sejarah

BAB III

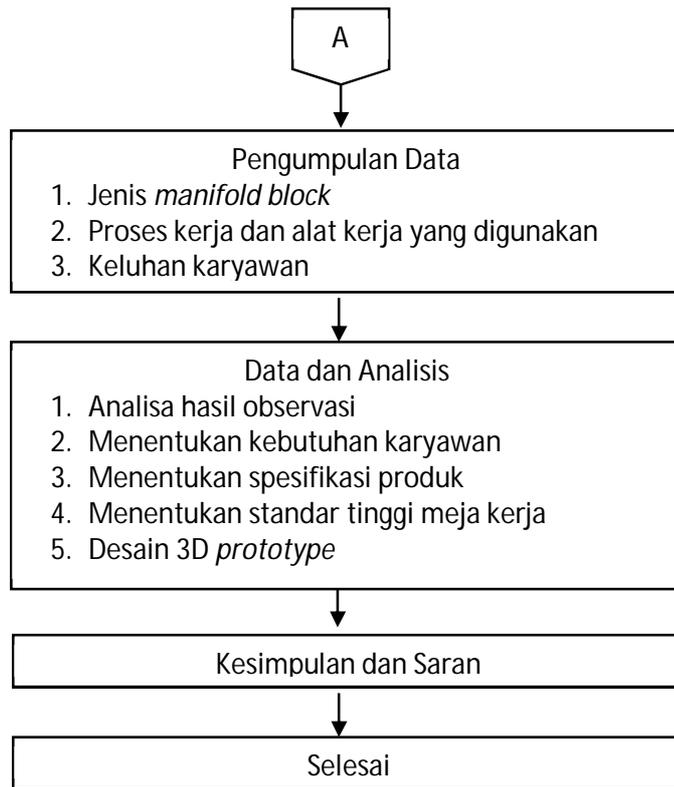
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Langkah – Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan untuk memecahkan permasalahan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1:



Gambar 3.1 Flow Chart Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 (lanjutan) Flow Chart Metodologi Penelitian

3.2.Observasi Awal

Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah observasi perusahaan. Pada tahap ini, dilakukan dengan observasi langsung ke perusahaan yang bersangkutan dan melakukan wawancara dengan *Engineering* PT. Yamata Machinery untuk mendapatkan gambaran keadaan perusahaan saat ini. Untuk memastikan permasalahan dilakukan pengamatan terhadap proses *instalasi* satu set *clamping* di mesin injeksi.

3.3.Identifikasi Masalah

Dari hasil observasi yang telah dilakukan, kemudian ditetapkan latar belakang masalah yang dihadapi oleh PT. Yamata Machinery setelah itu ditentukan perumusan masalah dari latar belakang yang telah dijabarkan. Kemudian dari rumusan masalah tersebut dapat diketahui tujuan dari penelitian yang akan menjawab semua masalah yang telah dirumuskan tadi. Kemudian, ditentukanlah batasan-batasan agar tidak keluar dari ruang lingkup penelitian yang telah ditetapkan. Setelah itu, ditentukan juga beberapa asumsi guna membantu dalam

penyelesaian masalah yang telah dirumuskan. Hal – hal diatas dijelaskan pada Bab I.

3.4. Inventarisasi Data yang Diperlukan

Pengumpulan data dimulai dari mengamati point proses *installation* pada tiap pos *instalation*, lalu dilakukan dokumentasi pada proses *instalation* langsung untuk melihat setiap prosesnya serta lama waktu proses tersebut. Setelah proses *installation*, dilakukan wawancara terhadap karyawan/pekerja tersebut untuk mengetahui dan mendata keluhan atau ketidaknyaman serta harapan yang dirasakan pekerja ketika melakukan proses produksi. Pada penelitian ini melibatkan 3 orang pekerja. Pengumpulan data disajikan pada table 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 Pengumpulan data

No	Data	Keterangan	Tujuan
1	Data foto aktivitas instalasi	Data dokumentasi	Mengetahui aktivitas pada instalasi
2	Data ketidaknyamanan pekerja ketika melakukan aktivitas	data dokumentasi dan wawancara	Mengetahui ketidaknyamanan agar bisa di buat alat bantu yang sesuai
3	Metode pemasangan	data dokumentasi	merubah metode pekerjaan

3.4.1. Pengambilan Foto Postur kerja dan Proses Kerja Karyawan

Tahap awal analisis dilakukan dengan mengamati proses pemasangan nipple ke *manifold block* dan wawancara terhadap para pekerja. Selanjutnya mendata permasalahan yang ditemukan ketika proses. Dari wawancara dan dokumentasi foto didapat informasi mengenai awal permasalahan yaitu lamanya proses pemasangan nipple ke *manifold block* dan keluhan sakit pinggang dan sakit lengan dari pekerja/karyawan. Pada tahap ini juga diambil foto postur kerja karyawan yang selama ini dilakukan pada proses *Instalasi clamping set*.

3.4.2. Alat dan Part Proses Instalasi

Pada tahap ini penulis melakukan pengumpulan data alat dan *part* apa saja yang digunakan dalam proses *instalasi*. Alat yang digunakan dalam proses ini merupakan alat pengencangan seperti kunci L, Kunci Inggris dan sebagainya. Sedangkan *part* yang digunakan yaitu jenis *manifold block* dan Nipple. Jenis alat dan bahan ini sebagai panduan dalam mendesai alat bantu yang akan dibuat.

3.4.3. Pemberian Kuesioner Pada Karyawan.

Pengumpulan data melalui kuesioner ini dilakukan untuk mengetahui ketidaknyamanan dan keluhan yang dialami oleh karyawan pada saat proses pengencangan nipple. Munculnya keluhan dan ketidaknyamanan dalam bekerja ini cukup untuk dilakukan penelitian pada proses pengencangan nipple ini. Pada tahap ini ditampilkan hasil kuesioner yang diberikan kepada karyawan.

3.4.4. Identifikasi Kebutuhan Karyawan

Pada tahapan ini akan dilakukan interpretasi keluhan dan harapan karyawan menjadi kebutuhan karyawan. Keluhan dan harapan karyawan diperoleh dengan cara memberikan kuisisioner kepada keempat karyawan pada bagian *engineering*. Hasil dari kuisisioner tersebut diinterpretasikan menjadi kebutuhan karyawan. Kebutuhan inilah yang nantinya akan digunakan sebagai dasar perancangan alat bantu pemasangan nipple ke *manifold block*. Dengan mengacu pada kebutuhan karyawan diharapkan alat bantu tersebut dapat memenuhi harapan dan keluhan yang selama ini dirasakan oleh karyawan.

3.4.5. Penentuan Anthropometri Tinggi Meja kerja

Dalam Perancangan ini juga diperlukan data rekomendasi untuk ketinggian area kerja pada kondisi kerja berdiri. Penentua ini menggunakan *software design tools version 4.1.1.*, yang mana mengacu pada buku yang berjudul “*Design Tools for methods, standards, and work design (11th ed)*” yang ditulis oleh Benjamin Niebel dan Andris Freivalds. Hal ini dimaksudkan supaya dalam proses kerja berdiri

dengan standar yang dapat dipilih pada *software* berdasarkan populasi pekerja pada tempat kerja tersebut tidak mengakibatkan cedera pada pekerjanya.

3.5 Perancangan Desain Alat bantu

Tahap awal perancangan desain alat bantu menggunakan referensi dari data inventarisasi. Desain rancangan alat bantu mengacu kepada banyaknya variasi dari tipe *manifold* yang digunakan. Desain rancangan juga mengacu kepada hasil kuisioner yang telah dibagikan kepada karyawan untuk mengetahui kebutuhan apa saja yang diinginkan karyawan dalam alat bantu yang akan dibuat serta data antropometri karyawan yang sudah diukur.

Desain perancangan alat bantu ini disajikan dalam bentuk dua dimensi dan juga tiga dimensi dengan menggunakan *software* CAD Catia. Dalam desain tersebut juga disimulasikan apakah variasi jenis *manifold block* bisa terpasang pada alat bantu tersebut. Selain itu juga diperlihatkan alat bantu tersebut dipasang pada ragum dan juga pada meja kerja untuk yang bertujuan untuk menghilangkan keluhan yang terjadi pada tubuh karyawan.

BAB IV

PROFIL PERUSAHAAN

4.1. Sejarah Perusahaan

PT. Yamata Machinery yang merupakan anak perusahaan dari PT. Pandu Hydropneumatics yang berdiri sejak Juli 2002 dan bergerak dalam bidang penjualan, *service* dan teknik untuk *spare part hydraulic* dan *pneumatics*. Seiring dengan semakin tingginya tuntutan dalam peningkatan efisiensi suatu perusahaan, dimana produk-produk inovatif sangat dibutuhkan, maka PT. Pandu mencari *principle* untuk produk baru yang berpotensi dijual di Indonesia. Pada kunjungan pameran *manufacture* di Jepang, PT Pandu bekerja sama dengan produsen produk *Clamping* yaitu KOSMEK,Ltd. Tampak depan PT.Yamata Machinery seperti terlihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Office PT. Yamata Machinery

KOSMEK merupakan perusahaan yang beridiri sejak tahun 1986. Kantor dan pusat produksinya berada di 2-1-5, Murotani, Nishi-ku, Kobe City, Hyogo JAPAN seperti terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 KOSMEK JAPAN

KOSMEK Ltd, bergerak dibidang manufacturing untuk produk *clamping* di mesin injeksi, mesin press, mesin *die casting*, dan mesin CNC. Awalnya produk Kosmek hanya dijual di area JAPAN, kemudian pada tahun 1988 modal perusahaan bertambah sebanyak 40 juta yen Jepang dan mendirikan pabrik di Amerika pada tahun 1989. KOSMEK terus memperluas penjualannya dari mulai kawasan ASIA, Amerika, dan juga di kawasan Eropa. Pabrik yang terakhir didirikan yaitu berada di negara India.

Pada Tahun 2011, PT. Yamata Machinery didirikan oleh PT. Pandu Hydro Pneumatics, dan merupakan pemegang agen resmi produk KOSMEK (*Hydraulic-Pneumatic Clamping system*), Sertifikat agen resmi PT. Yamata machinery sebagai pemegang merk KOSMEK di Indonesia ditampilkan pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Certificate of Agency

Selain produk KOSMEK sebagai produk utama, PT. Yamata juga merupakan pemegang agen resmi dari merk Iguchi Kiko (*Ball transfer, Turn Table*) dan Riken Keiki Nara (*Measurement devices for Press Machine*). Layanan yang diberikan antara lain penjualan, instalasi-training, perbaikan, pemeliharaan, dan penyediaan suku cadang maupun *Technical Advice and Engineering*.

4.2. Visi dan Misi perusahaan

PT. Yamata Machinery mempunyai visi Menjadi Perusahaan Global Terkemuka dan Terpercaya.

PT. Yamata Machinery dalam mewujudkan visinya mempunyai misi sebagai berikut:

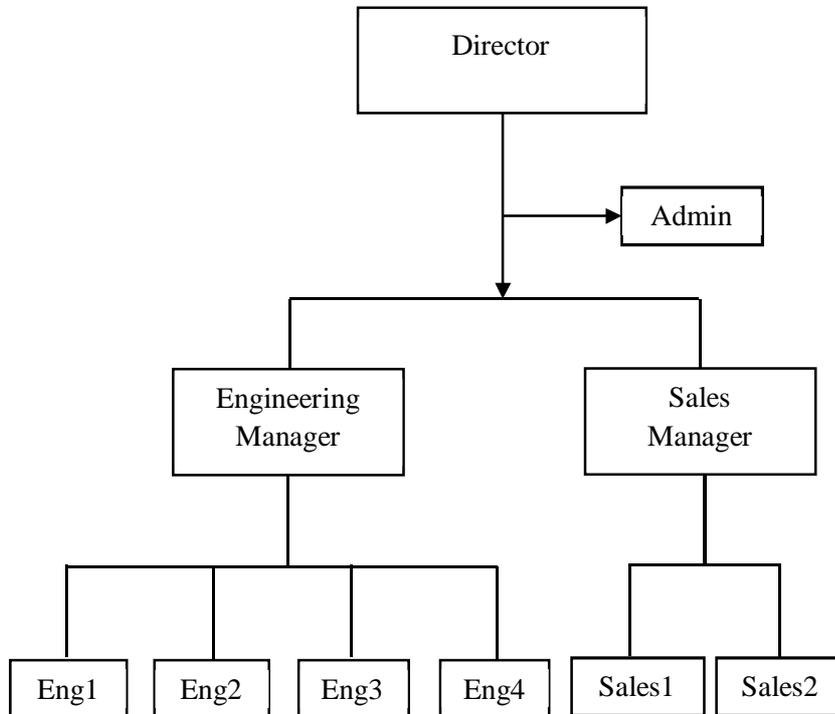
- Menyediakan produk yang berkualitas.
- Memberikan pelayanan yang terbaik.
- Menjalankan bisnis yang berorientasi pada kepuasan pelanggan.
- Mengembangkan sumber daya manusia yang handal dan berkinerja tinggi.

4.3. Lokasi Perusahaan

PT. Yamata machinery didirikan pada tahun 2011. Kantor pusat PT. Yamata Machinery berada di Delta Commercial Park #1, Jl. Kenari raya blok B no.8-Delta silicon 5-Cikarang Pusat-Bekasi. Luas tanah PT. Yamata Machinery sebesar 450m² dengan luas bangunan sebesar 350m². Terdiri dari tempat parkir, *office* empat lantai dan Gudang. *Office* lantai pertama untuk *engineering* PT. Pandu Hydro Pneumatics, lantai kedua kosong, lantai ketiga ditempati *sales* PT. Pandu Hydro Pneumatics dan lantai keempat di tempati PT. Yamata Machinery.

4.4. Struktur Organisasi PT. Yamata Machinery

Struktur organisasi di PT. Yamata Machinery ditampilkan pada gambar 4.4 dibawah ini :



Gambar 4.4. Struktur organisasi PT. Yamata Machinery

Dari gambar 4.4 diatas dapat diketahui bahwa PT. Yamata machinery merupakan perusahaan yang dipimpin oleh satu direktur, dan 2 manager. Tugas masing-masing divisi adalah sebagai berikut:

1. Director
 - a. Mengatur dan memonitor jalanya semua aktivitas penjualan dan operasional.
 - b. Memberikan instruksi dan arahan kepada semua bawanya.
 - c. Menindak lanjuti laporan dari bawahanya.
 - d. Memutuskan rencana-rencana perbaikan dan menindak lanjuti pelaksanaan dan pencapaianya.
 - e. Memastikan semua elemen diperusahaan berjalan dan berfungsi dengan baik
 - f. Melakukan evaluasi , pengurangan, maupun penambahan karyawan.

2. Admin
 - a. Bertanggung jawab untuk membuat surat jalan pengeluaran barang.
 - b. Bertanggung jawab untuk membuat purchasing order ke *supplier* dan ke *principle*.
 - c. Bertanggung jawab untuk memegang dan *merecord* peti cash untuk kebutuhan operational.
 - d. Bertanggung jawab untuk membuat laporan bulanan
 - e. Mengatur file surat jalan, *purchasing order*, faktur pajak, dan invoice.
 - f. Membuat faktur pajak dan invoice.
 - g. Mengatur pembelian stock barang.
 - h. Melakukan penagihan ke *customer*.
3. *Engineering*
 - a. Bertanggung jawab untuk mengatur jalanya project dari persiapan sampai *installation*.
 - b. Bertanggung jawab untuk memperbaiki part yang rusak pada *customer*.
 - c. Bertanggung jawab untuk merawat peralatan yang ada di *workshop*.
 - d. Memberikan training kepada *customer* jika diperlukan.
 - e. Melakukan *stock opname* untuk semua *part* yang ada di *workshop*.
 - f. Menindak lanjuti *complain customer*.
 - g. Bertanggung jawab atas semua dokumen *project*.
4. Sales
 - a. Bertanggung jawab untuk *maintenance customer*.
 - b. Bertanggung jawab untuk menjual produk sesuai dengan target yang ditentukan.
 - c. Bertanggung jawab untuk semua dokumen yang berkaitan dengan *customer*.

Pada gambar 4.4 tidak tercantum untuk divisi *finance dan accounting* karena untuk divisi tersebut masih di pegang oleh PT. Pandu Hydro Pneumatics.

4.5. Jenis Produk yang Dijual

PT. Yamata Machinery mempunyai beberapa jenis produk yang disediakan.

Berikut ini merupakan layanan dan jenis produk yang dijual kepada *customer* :

1. Sistem *Clamp* pada *Machining center (KWCS)*

Pada *Machining centre* terdapat jig yang berfungsi untuk menjaga part yang di *machining* tidak mengalami *fibration*, sehingga part yang di *machining* hasilnya tidak NG. Produk penjepit pada *Machining center* yang dapat dipakai pada jig *machining centre* ditampilkan pada gambar 4.5 dibawah ini:



Gambar 4.5 Jenis *Clamp* KWCS

Dibawah ini merupakan penjelasan untuk produk pada gambar 4.5 diatas:

a. *Hole Clamp*

Hole clamp merupakan jenis produk yang berfungsi untuk menjepit *part* yang mempunyai lubang pada *partnya*, karena tidak memungkinkan untuk dijepit pada bagian kanan dan kirinya. Sebagai contoh adalah *part block* mesin mobil yang mempunyai banyak lubang pada *partnya*.

b. *Swing Clamp*

Swing Clamp merupakan jenis produk penjepit *part* yang cara kerja *clamp* nya berputar 90 derajat, kemudian turun kebawah sesuai *stroke* yang sudah ditentukan. Produk ini dapat digunakan pada material yang perlu tekanan besar dengan diameter bodi kecil dan juga *space* yang memungkinkan untuk dijepit.

c. *Link Clamp*

Link Clamp merupakan jenis *clamp* dengan cara kerja hanya naik turun. Produk ini cocok untuk kebutuhan penjepit yang simple dan mempunyai *space* yang cukup sesuai dengan *type clamp*.

d. *Pull Stud Clamp*

Pull Stud clamp digunakan bila memerlukan as *rod* yang panjang untuk menjangkau *part* yang dijepit. As *rod* ini dibuat oleh *customer* sesuai dengan panjang yang di inginkan.

e. *Work Support*

Work Support diunakan untuk menahan tekanan dari atas supaya tidak terjadi getaran pada proses *machining*.

f. *Linear Cylinder*

Linear cylinder merupakan jenis produk *cylinder* yang panjang *stroke* nya dapat dipesan sesuai dengan kebutuhan *customer*.

g. *Customized Spring Cylinder*

Produk ini merupakan produk *customized*/sesuai dengan keinginan *customer* sesuai dengan kebutuhan dilapangan.

h. *Control Valve*

Control Valve adalah produk yang berfungsi untuk mengatur keluaran oli yang masuk kedalam tabung *cylinder*, sehingga kecepatan *clamping* dapat diatur.

i. *Palet Clamp*

Palet Clamp berfungsi untuk mempercepat proses pergantian jig yang bervariasi pada proses *machining*. *Palet Clamp* menggunakan *Hydraulic sytem* sebagai penggerakannya.

j. *Screw Locators*

Screw Locator berfungsi untuk mempercepat proses pergantian jig yang bervariasi pada proses *machining*. Produk ini bekerja menggunakan system manual yaitu pengencangan dengan kunci L.

k. *Expantion Locating Pin*

Expantion Locating Pin berfungsi untuk mempercepat copot pasang pada part dibagian jig *machining* yang memerlukan pin. Pada umumnya jika pin mempunyai toleransi presisi maka akan sulit dicopot. Dengan menggunakan part ini akan lebih mudah dalam proses copot pasangannya. Produk ini menggunakan *hydraulic system*.

l. *Air Hydraulic Unit*

Air Hydraulic Unit digunakan sebagai sumber tekanan untuk didistribusikan *cylinder* yang ada di *hydraulic system*.

m. *Option and Accessories*

Produk ini merupakan aksesoris untuk kelengkapan pada pemasangan *cylinder*. Seperti *manifold blk*, *pressure switch*, dan *pressure gauge*.

2. Mesin *Press (QDCS)*, Mesin Injeksi (*QMCS*), Mesin *Die Casting (KDCS)*

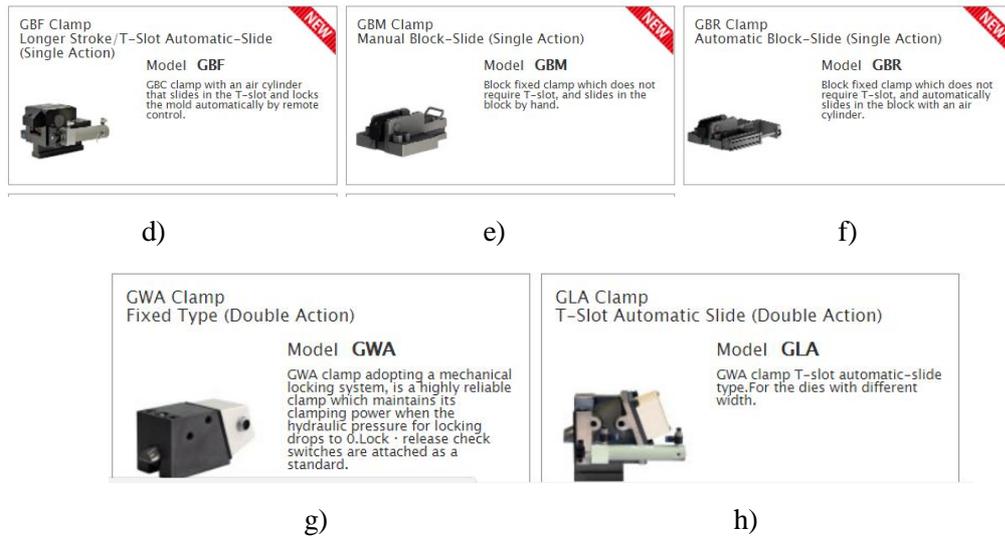
Pada mesin *press*, mesin injeksi dan mesin *die casting* terdapat cetakan yang dipasang pada mesinnya. Produk yang berfungsi sebagai penjepit cetakan mold dengan sistem otomatis ditampilkan pada gambar 4.6 dibawah ini:



a)

b)

c)



Gambar 4.6. Jenis Clamp QDCS, QMCS, KDCS

Berikut penjelasan untuk jenis produk pada gambar 4.6:

a. *GBB Clamp*

Merupakan *type clamp* dengan jenis manual *travel* yaitu dengan cara didorong pakai tangan dengan menggunakan jalur *T-slot* yang udah ada pada mesin.

b. *GBC Clamp*

Merupakan *type clamp* dengan jenis manual *travel* yaitu dengan cara didorong pakai tangan dengan menggunakan jalur *T-slot* yang udah ada pada mesin. Tetapi *type GBC* ini mempunyai *stroke* yang lebih panjang sehingga *range* tebal cetakan yang di *clamp* lebih besar.

c. *GBE Clamp*

Merupakan *type clamp* dengan jenis otomatis *travel* yaitu dengan menggunakan *cylinder* angin untuk maju mundurnya dan menggunakan jalur *T-slot* yang udah ada pada mesin.

d. *GBF Clamp*

Merupakan *type clamp* dengan jenis otomatis *travel* yaitu dengan menggunakan *cylinder* angin untuk maju mundurnya dan menggunakan jalur *T-slot* yang udah ada pada mesin. Tetapi *type* ini mempunyai *stroke* yang lebih panjang sehingga *range* tebal cetakan yang di *clamp* lebih besar.

e. *GBM Clamp*

Merupakan *type clamp* dengan jenis manual *travel* yaitu dengan cara didorong pakai tangan dengan menggunakan jalur *T-slot* yang tersedia pada produknya bukan pada mesinnya.

f. *GBR Clamp*

Merupakan *type clamp* dengan jenis otomatis *travel* yaitu dengan menggunakan *cylinder* angin untuk maju mundurnya dan menggunakan jalur *T-slot* yang tersedia pada produknya bukan pada mesinnya.

g. *GWA Clamp*

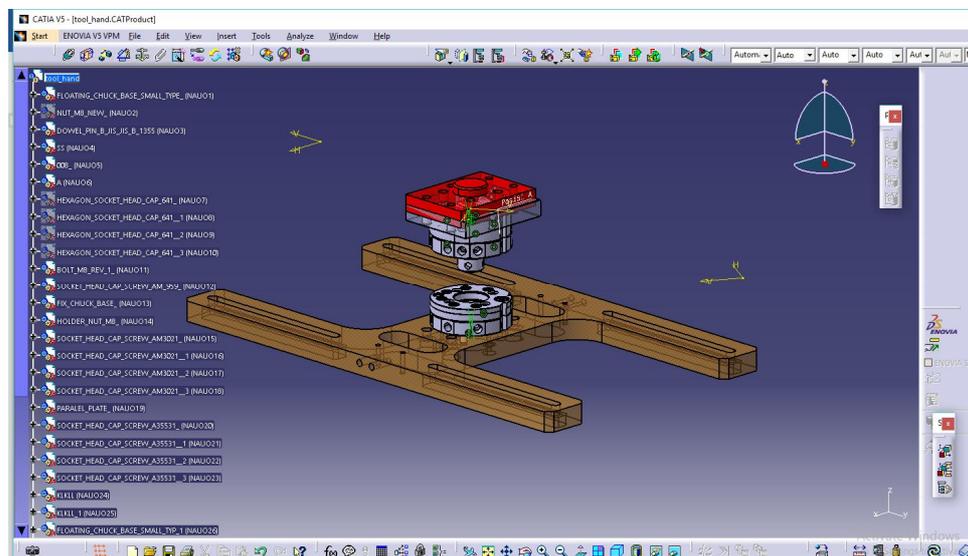
Merupakan *type clamp* dengan jenis *fixed clamp*, tidak bisa diatur maju mundur. Sehingga ukuran cetakan yang masuk harus seragam.

h. *GBL Clamp*

Merupakan *type clamp* dengan jenis otomatis *travel* yaitu dengan menggunakan *cylinder* angin untuk maju mundurnya dan menggunakan jalur *T-slot* yang tersedia pada produknya bukan pada mesinnya. *Type* ini digunakan pada mesin-mesin dengan kapasitas lebih dari 2500 Ton.

3. Desain dan implementasi produk-produk *Factory Automation*.

Salah satu contoh desain implementasi dari produk *hand Changer* yang dipasang pada lengan robot mesin injeksi untuk mengambil *part* yang keluar dari cetakan mesin injeksi ditampilkan pada gambar 4.7 dibawah ini:



Gambar 4.7 *Design dan Implementation Robot Hand Changer*

4. Desain dan implementasi *Ball Transfer* dan *Turn Table*.x

Jenis dari *Product ball transfer-heavy load* yang digunakan untuk beban berat. Material pembuatnya menggunakan proses *machining*, sehingga kapasitas ketahanan bebannya dapat lebih besar. Bentuk dari produk ini ditampilkan pada gambar 4.8. Barang yang bisa di *transfer* dengan produk ini merupakan barang-barang berat, seperti *mold, plate* besi maupun barang-barang berat lainnya yang ditampilkan pada gambar 4.9. Jenis produk yang kedua adalah *Product ball transfer-medium load*. Dimana produk ini ditujukan untuk barang-barang yang tidak terlalu berat. Material pembuatnya menggunakan proses *pressing*, sehingga kapasitas pemesanannya tidak terlalu berat. Bentuk dari produk ini ditampilkan pada gambar 4.10. Beberapa aplikasi Penerapan produk *medium heavy* yang berfungsi untuk *transfer* barang-barang yang tidak terlalu berat ini ditampilkan pada gambar 4.11.



Gambar 4.8 *Product ball transfer ISB-Heavy Load*



Gambar 4.9 Implementasi *Product ball transfer* ISB-Heavy Load



Gambar 4.10 *Product ball transfer* ISB-Medium Load



Gambar 4.11 Implementasi *Product ball transfer* ISB-Medium Load

4.6.Supplier PT. Yamata Machinery

PT. Yamata machinery dalam menjalankan bisnisnya bekerja sama dengan beberapa supplier. Berikut ini daftar supplier yang masuk ke PT. Yamata machinery.

- i. PT.Sinar Mutiara Cemerlang
Merupakan supplier yang menjual produk pneumatics, seperti cylinder angin,nipple angin, selang angin dan lain-lain.
- j. CV. Mitsutama Technology
Merupakan supplier yang menjual *part-part* fabrikasi.
- k. PT. Parkerindo
Merupakan supplier yang menjual *hose hydraulic* dan nipple *hydraulic*.
- l. PT.Mytec Laser Cutting
Merupakan supplier yang bergerak dibidang pemotongan besi menggunakan laser dan juga *bending* untuk besi-besi tipis
- m. PT. Senzo Feinmetal
Merupakan supplier yang menjual *part-part* fabrikasi. Merupakan supplier yang bergerak dibidang pemotongan besi menggunakan laser dan juga *bending* untuk besi-besi tipis.
- n. PT.RAN Indonesia
Merupakan supplier yang bergerak dibidang penjualan oli *hydraulic*.
- o. PT.Selamat Jaya manggala
Merupakan supplier yang bergerak dibidang penjualan *coupler hydraulic merk Nitto*.
- p. PT.Perdana Teknik Mandiri
Merupakan supplier yang bergerak dibidang penjualan pipa *seamless hydraulic*.

4.7. Customer PT. Yamta Machinery

PT. Yamata Machinery mempunyai banyak *customer* yang berdomisili di jabotabek,cikampek maupun yang ada di Jawa Timur. Beberapa data *list* customer PT. Yamata Machinery disajikan pada table 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Daftar *customer* PT.Yamata

	Customer Name	Location
1	PT. Adiarsa Rencana Teknik	Tangerang
2	PT. Adyawinsa Sekisui Techno Molding	Cikarang
3	PT. Agung Hidrolik	Malang
4	PT. Aisin Indonesia	Cikarang - Ejip
5	PT. Aisin Takaoka Indonesia (ATI)	Cikarang - KIIC
6	PT. Akebono	Pulogadung
7	PT. Artoda Global Transforma (Shuken)	
8	PT. Asahi Sukses Industri	Cikarang
9	PT. Asahimas Indonesia	Cikampek
10	PT. Asian Isuzu Casting Center	Cikarang - KIIC
11	PT. Asnohorie	Cikarang - Ejip
12	PT. Astra Daihatsu Motor	Sunter
13	PT. Astra Gasket	Cikarang - KIIC
14	PT. Astra Honda Motor	Cikampek
15	PT. Astra Komponent Indonesia	Cibinong
16	PT. Auto Aska Indonesia	Karawang - Suryacipta
17	PT. Autoplastik Indonesia	Karawang - KIM
18	PT. Bakrie Autoparts	Bekasi
19	PT. Berkah Lancar Makmur	0
20	PT. Beruangmas	Jakarta
21	PT. Chemco Harapan Nusantara	Cikarang - Jababeka
22	PT. Chiyoda Kogyo Indonesia	Cikarang
23	PT. Cikarang Perkasa Manufacturing	Cikarang
24	PT. Cisindo	cikarang
25	PT. Daido Metal Indonesia	0
26	PT. Daiho	Cikarang - Deltamas
27	PT. Dela Cemara Indah	Bekasi - Cibitung
28	PT. Denso Indonesia	Beksi - MM2100
29	PT. Dharma Poliplast	Cikarang
30	PT. Dharma Precision Tools	Cikarang
31	PT. DJK Indonesia	Jakarta

4.8. Projek *Internship*

Selama *internship* penelitian dilakukan di *Departement Engineering*. Selama masa *internship* tugas yang diberikan berkaitan dengan improvement proses *Installation Clamp Set* untuk mesin injeksi plastik pada pemasangan nipple ke *manifold blok* yaitu membuat *template/ jig* mulai dari *design* hingga penggunaan *jig* secara efektif. Kerja sama dilakukan dengan *engineering leader, engineering staff*, dan telah di setujui oleh *director*.

BAB V

DATA DAN ANALISIS

Pada bab ini diuraikan tentang pengolahan data dan analisis data. Proses awal pengumpulan data meliputi proses kerja, alat-alat yang diperlukan dalam proses pemasangan, jenis-jenis *manifold block*, jenis-jenis nipple, wawancara karyawan dan juga data keluhan. Untuk pemasangan nipple ke *manifold block*, pengolahan data yang dilakukan meliputi proses desain alat bantu yang ergonomik bagi karyawan.

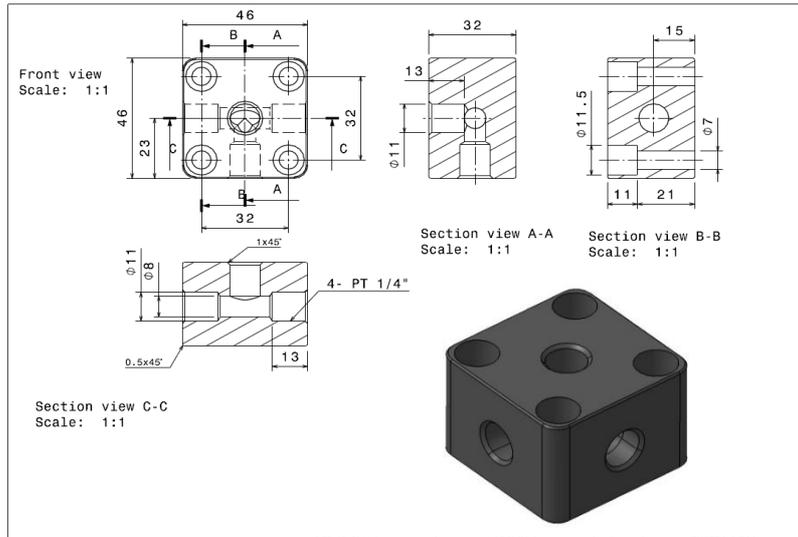
5.1 Inventarisasi Data

1. Jenis *manifold block*

Manifold block merupakan part yang digunakan untuk membagi oli menjadi beberapa jalur yang datang dari satu sumber. Dibawah ini adalah beberapa jenis manifold block yang digunakan dalam proses pemasangan *manifold ke nipple*:

a. *Manifold JX4021*

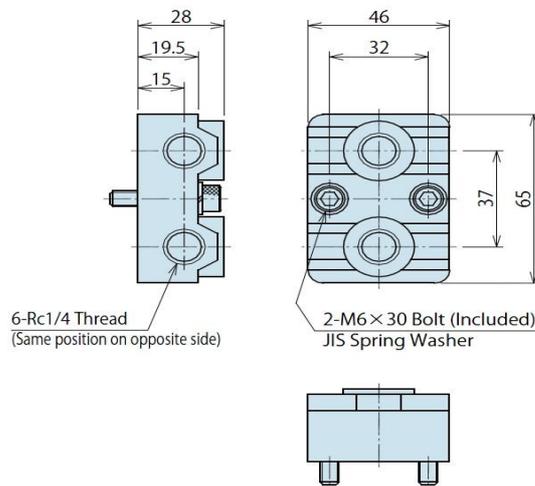
Manifold ini terdiri dari empat lubang keluaran, dengan ukuran lubang yaitu NPT ¼". Drawing manifold block dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 manifold JX4021

b. *Manifold JX6021*

Manifold block ini terdiri dari 6 lubang dan terbagi menjadi dua jalur berbeda, 3 lubang untuk jalur pertama dan 3 lubang lagi untuk jalur kedua. Sedangkan untuk ukuran lubangnya yaitu NPT 1/4". *Drawing manifold block* dapat dilihat pada gambar 5.2.

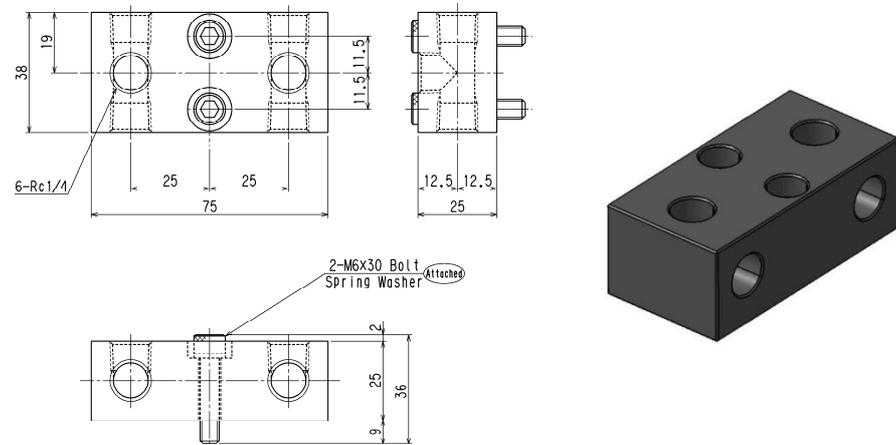


Gambar 5.2 Manifold JX6021

c. *Manifold JX6020-01*

Manifold block ini terdiri dari 6 lubang dan terbagi menjadi dua jalur berbeda, 3 lubang untuk jalur pertama dan 3 lubang lagi untuk jalur kedua. Sedangkan untuk ukuran lubangnya yaitu NPT 1/4". Perbedaan dengan

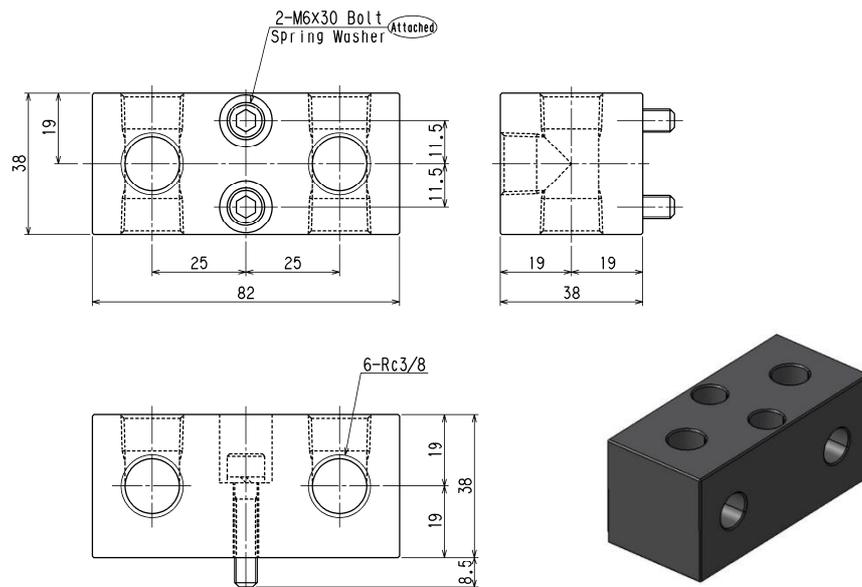
JX6021 adalah pada jarak jalur 1 dan jalur 2 lebih lebar dari pada JX6021. Drawing *manifold block* dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 Manifold JX6020-01

d. *Manifold JX6030-01*

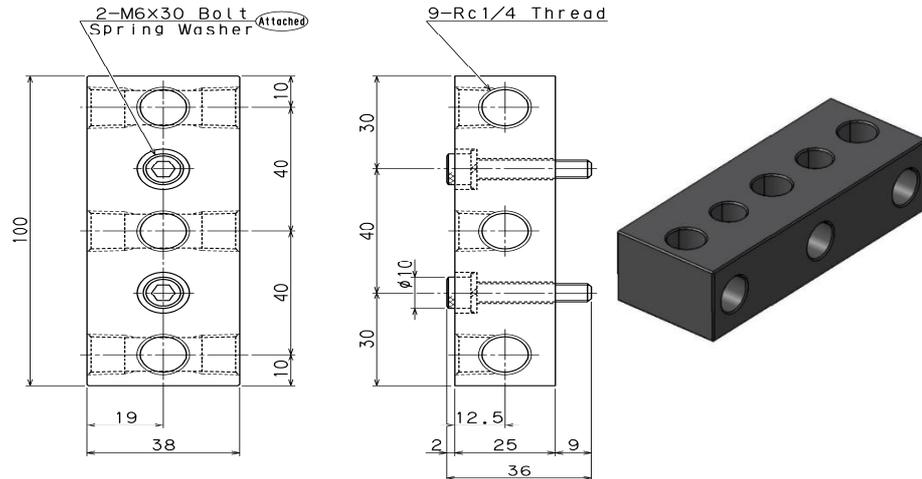
Manifold block ini terdiri dari 6 lubang dan terbagi menjadi dua jalur berbeda, 3 lubang untuk jalur pertama dan 3 lubang lagi untuk jalur kedua. Sedangkan untuk ukuran lubangnya yaitu NPT 3/8". Drawing *manifold block* dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Manifold JX6030-01

e. *Manifold JX9021*

Manifold block ini terdiri dari 9 lubang dan terbagi menjadi tiga jalur berbeda, 3 lubang untuk jalur pertama, 3 lubang untuk jalur kedua dan 3 lubang lagi untuk jalur ketiga. Sedangkan untuk ukuran lubangnya yaitu NPT 1/4". *Drawing manifold block* dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 *Manifold JX9021*

2. Jenis Nipple

Nipple merupakan sebuah part yang berfungsi sebagai *conector* dari *manifold* ke hose, dari hose ke hose atau digunakan untuk menutup lubang *manifold*. Dalam pemasangan nipple ke *manifold block*, terdapat berbagai jenis nipple yang dipasang sesuai dengan kebutuhan pada saat *instalation*. Nipple *conector* untuk *hose* maupun *conector* pipa yang di dipakai disajikan pada gambar 5.6.

<p>ホース継手 オスコネクタ</p> <p>PT1/4×PF1/4 9TY10130404</p>		<p>ホース継手 90° エルボ</p> <p>PT1/4×PF1/4 9TY10330404</p>	
<p>ホース継手 45° エルボ</p> <p>PT1/4×PF1/4 9TY10350404</p>		<p>ホース継手 フレアジョイント</p> <p>PT1/4×PF1/4 9TY1014044</p>	
<p>ホース継手 メスコネクタ</p> <p>PT1/4×PF1/4 1015-04-04</p>		<p>ホース継手 オスコネクタ</p> <p>PT1/4×PF3/8 1013-04-06</p>	
<p>ホース継手 90° エルボ</p> <p>PT1/4×PF3/8 1033-04-06</p>		<p>ホース継手 45° エルボ</p> <p>PT1/4×PF3/8 1035-04-06</p>	
<p>ホース継手 オスコネクタ</p> <p>PT3/8×PF3/8 1013-06-06</p>		<p>ホース継手 90° エルボ</p> <p>PT3/8×PF3/8 1033-06-06</p>	
<p>ホース継手 45° エルボ</p> <p>PT3/8×PF3/8 1035-06-06</p>		<p>ホース継手 フレアジョイント</p> <p>PT3/8×PF3/8 1014-06-06</p>	
<p>ホース継手 メスコネクタ</p> <p>PT3/8×PF3/8 1015-06-06</p>			

Gambar 5.6 List Nipple

喰込継手 コネクタ Φ8×PT1/4 9UKCT0802E		喰込継手 エルボニップル Φ8×PT1/4 9UKLN0802E	
喰込継手 ティー中ニップル Φ8×PT1/4 KTN0802E		喰込継手 ティー片ニップル Φ8×PT1/4 KTK0802E	
喰込継手 ユニオン Φ8×Φ8 KUA08-000E		喰込継手 ユニオンティー Φ8×Φ8 9UKTN0802E	
喰込継手 ロングエルボ Φ8×PT1/4 KLL08-020E		喰込継手 スリーブ Φ8 9UKK00800E	
喰込継手 袋ナット Φ8 9UKKN0800E		プラグ 六角穴付 PT1/8 PT1/8B	
プラグ 六角穴付 PT1/4 9BPDB02000		プラグ 六角穴付 PT3/8 PT3/8B	
高圧管継手 メスオスソケット PT1/4×PT1/4 SSS02-020J			

Gambar 5.6 (lanjutan) List Nipple

3. Alat yang Digunakan

Dalam proses pemasangan nipple ke *manifold block*, alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Kunci Inggris

Kunci Inggris digunakan sebagai alat pengencang nipple, karena tuasnya lebih panjang sehingga lebih mudah pada saat proses pengencangannya. Kunci inggris sebagai salah satu alat pengencangan dapat dilihat pada gambar 5.7.



Gambar 5.7 Kunci Inggris

b. Kunci L- 6mm

Kunci L-6mm dapat di;ihat pada gambar 5.8 yang digunakan untuk mengencangkan Plug 1/4" yang dipasang pada *manifold*.



Gambar 5.8 Kunci L-6mm

c. Kunci Pas-ring 19mm

Kunci Pas-ring 19mm dapat dilihat pada gambar 5.9 yang digunakan untuk memasang nipple pada saat awal pasang, karena tuasnya tidak panjang dan tidak berat.



Gambar 5.9 Kunci Pas-ring 19mm

d. Ragum

Ragum seperti yang terlihat pada gambar 5.10 merupakan alat yangdigunakan untuk menjepit *manifold block*, supaya *manifold* dapat dikencangkan.



Gambar 5.10 Ragum

4. Proses Pemasangan Nipple ke *Manifold Block*

Proses pemasangan nipple ke *manifold block* dilakukan dengan menjepit manifold di ragum yang diletakan lantai produksi *customer* tanpa diikat. Hal ini dilakukan karena jenis nipple yang digunakan bervariasi sesuai dengan kondisi yang ada dimesin. *Manifold* dijepit pada ragum dengan posisi yang ada lubangnya menghadap ke atas, kemudian nipple dimasukkan kedalam lubang. Untuk pengencangan awal menggunakan kunci pas-ring 17mm karena tuasnya lebih pendek jadi lebih mudah. Setelah sudah terasa kencang kemudian dilanjutkan menggunakan kunci inggris yang tuasnya lebih panjang sehingga proses pengencangan lebih kuat. Setelah selesai pada lubang pertama, kemudian *manifold block* dirubah posisinya ke lubang yang masih belum dipasang nipple. Proses ini dilakukan terus menerus sesuai dengan jumlah lubang yang terdapat pada *manifold block*. Karena posisi ragum dibawah maka dibutuhkan kaki untuk menyangga ragum supaya tidak mleset sekaligus sebagai tumpuan dalam proses pengencangan. Untuk proses pengencangan plug 1/4” menggunakan kunci L-6mm. Posisi karyawan saat mengencangkan nipple pada *manifold* terlihat pada gambar 5.11.



Gambar 5.11 Posisi pengencangan *manifold*

Dari rincian proses kerja yang dijabarkan diatas serta melihat posisi kerja pada gambar 5.11, terlihat bahwa proses tersebut tidak efektif dan efisien. Dengan posisi ragum yang tidak di ikat, maka menyulitkan dalam proses pengencanganya, dan juga karena *manifold* langsung dijepit diragum maka hanya mendapatkan satu posisi nipple yang dapat dikencangkan. Sedangkan nipple yang dipasang dalam satu *block* paling sedikit berjumlah empat *pieces*. Dengan posisi yang tidak nyaman, terdapat beberapa keluhan yang dirasakan oleh karyawan yang diperlihatkan pada tabel 5.1 berdasarkan data wawancara pada lampiran yang dilakukan pada 3 orang karyawan.

Tabel 5.1 Masalah dan Keluhan Karyawan

No	Masalah dan Keluhan Karyawan
1	Lebih cepat lelah
2	Pinggang sering sakit
3	Tangan Pegal-pegal
4	Posisi pengencangan tidak nyaman
5	Hasil trial kebocoran oli tidak stabil
6	Proses pemasangan lama

Berdasarkan masalah tersebut masalah tersebut merupakan masalah yang menarik untuk diteliti. Hal yang akan diteliti yaitu perancangan alat bantu pemasangan nipple ke *manifold block* berdasarkan kebutuhan karyawan yang didapat dari proses wawancara dan observasi langsung. Diharapkan dengan adanya alat bantu proses pemasangan nipple ke *manifold block* dapat membuat proses pemasangan lebih efektif dan efisien.

5.2.Perancangan Desain Alat Bantu

5.2.1.Customer needs

Pada tahap ini dilakukan identifikasi pada keinginan dan kebutuhan customer dengan melakukan wawancara kepada 3 orang karyawan yang sudah terbiasa

dengan proses tersebut. Beberapa hal yang ditanyakan kepada karyawan adalah sebagai berikut:

1. Kesulitan apa yang dihadapi saat pemasangan Nipple ke *manifold Block* ?
2. Keluhan apa saja yang dirasakan setelah proses pemasangan nipple ke *manifold block* ?
3. Jika alat bantu pemasangan nipple ke *manifold block* dibuat, alat seperti apa yang anda inginkan?
4. Apa harapan anda jika alat ini terwujud?

Berdasarkan jawaban dari pertanyaan wawancara kepada 3 orang karyawan, maka penulis merangkumnya kedalam *list customer needs* yang diperlihatkan pada tabel 5.2. Tabel *customer needs* digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk membuat quisioner (data kuantitative) untuk mengetahui tingkat kepentingan kebutuhan alat bantu yang akan dibuat.

Table 5.2 Customer needs

No	<i>Customer needs</i>
1	Alat bantu yang tidak cepat menguras tenaga
2	Alat bantu yang dapat mempercepat proses pemasangan
3	Pengencangan nipple lebih stabil sehingga tidak terjadi kebocoran oli
4	Alat yang memungkinkan proses pemasangan tidak pada posisi duduk
5	Mempermudah pemasangan nipple ke manifold
6	Prosesnya tidak membuat sakit pinggang dan tangan pegal
7	Alat yang awet
8	Alat yang dapat dibawa kemana-mana
9	Alat yang dapat dipakai disemua tipe <i>manifold</i>

Berdasarkan *list customer needs* diatas maka penulis membagikan kuisisioner kepada tiga karyawan untuk mengetahui tingkat kepentingan terhadap alat bantu yang akan dibuat. Nilai *important* dibuat dengan skala 1-5. Dengan nilai 1 yang berarti tidak penting, 2 berarti kurang penting, 3 berarti cukup penting, 4 berarti penting dan yang paling penting bernilai 5. Hasil kuisisioner didapatkan dari rata-rata nilai ketiga karyawan yang ditampilkan pada table 5.3.

Tabel 5.3 Tingkat kepentingan kebutuhan rancangan

No	<i>Customer needs</i>	<i>Important (5 is the best)</i>
1	Alat bantu yang tidak cepat menguras tenaga	4
2	Alat bantu yang dapat mempercepat proses pemasangan	4
3	Pengencangan nipple lebih stabil sehingga tidak terjadi kebocoran oli	5
4	Alat yang memungkinkan proses pemasangan tidak pada posisi duduk	3
5	Mempermudah pemasangan nipple ke manifold	5
6	Prosesnya tidak membuat sakit pinggang dan tangan pegal	4
7	Alat yang awet	3
8	Alat yang dapat dibawa kemana-mana	2
9	Alat yang dapat dipakai disemua tipe <i>manifold</i>	5

Berdasarkan hasil kuisisioner pada table 5.3 diatas, maka dapat dirumuskan beberapa atribut pada perancangan desain alat bantu tersebut. Beberapa klasifikasi atribut perancangan adalah material, desain, fungsi, berat, ketahanan, dan ukuran. Atribut tersebut juga dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan spesifikasi alat bantu yang akan dibuat. Perumusan *customer needs* kedalam atribut-atribut disajikan pada table 5.4.

Tabel 5.4. Hubungan antara *customer needs* dan Atribut spesifikasi

No	Customer Needs	Important (5 is the best)	Atribut Spesifikasi					
			Desain	Material	Fungsi	Berat	Ukuran	Ketahanan
1	Alat bantu yang tidak cepat menguras tenaga	4	●					
2	Alat bantu yang dapat mempercepat proses pemasangan	4	●		●			
3	Pengencangan nipple lebih stabil sehingga tidak terjadi kebocoran oli	5	●		●			
4	Alat yang memungkinkan proses pemasangan tidak pada posisi duduk	3	●				●	
5	Mempermudah pemasangan nipple ke manifold	5			●			
6	Prosesnya tidak membuat sakit pinggang dan tangan pegal	4	●				●	
7	Alat yang awet	3		●				●
8	Alat yang dapat dibawa kemana-mana	2				●	●	
9	Alat yang dapat dipakai disemua tipe manifold	5	●		●			
Needs			1,2,3,4,6,9	7,8	2,3,5,9	8	4,6,8	7
Jumlah Important			25	3	19	2	9	3
AVERAGE			4.17	3	4.75	2	3	3

No	Needs	Metric	Importance	Unit
1	1,2,3,4,6,9	Desain	4.17	Subject
2	7	Material	3.00	Subject
3	2,3,5,9	Fungsi	4.75	Subject
4	8	Berat	2.00	Kg
5	4,6,8	Ukuran	3.00	mm
6	7	Ketahanan	3.00	Tahun

Perhitungan dari rata-rata nilai *importance* tabel 5.4 diatas adalah sebagai berikut :

Desain = Nilai *importance* atribut desai (1,2,3,4,6,9) / Jumlah *needs*

$$\text{Desain} = 4 + 4 + 5 + 3 + 4 + 5 / 6$$

$$= 4,17$$

Material = Nilai *importance* atribut material (7,8) / Jumlah *needs*

$$\text{Desain} = 3+2 / 2$$

$$= 2.5$$

Berdasarkan table 5.4 diatas dapat dijelaskan penentuan terhadap Spesifikasi alat bantu yang akan dibuat :

1. Desain berhubungan dengan bentuk, kenyamanan, kemampuan dan kemudahan dari alat rancangan yaitu pada nomer 1,2,3,4,6,9 dari poin *customer needs*.
2. Material berhubungan *life time* dari produk dan kemudahan dibawa dari rancangan tersebut yaitu pada nomor 7 dari poin *customer needs*.
3. Fungsi berhubungan dengan kemampuan alat bantu tersebut dimana dapat mempercepat proses, mengatasi kurang kencangnya nipple dan dapat digunakan untuk semua tipe *manifold*. Seperti terlihat pada poin nomor 2,3,5,9 pada poin *customer needs*.
4. Berat berhubungan dengan material yang digunakan yaitu pada nomor 8 dari poin *customer needs*.
5. Ukuran berhubungan dengan posisi pemasangan,kenyamanan alat yaitu pada nomor 4,6,8 dari poin *customer needs*.
6. Ketahanan berhubungan dengan kekuatan bahan untuk jangka waktu yang lama yaitu pada nomor 7 dari poin *customer needs*.

Dari daftar kebutuhan pelanggan dan atribut spesifikasi diatas, selanjutnya daftar tersebut digunakan sebagai acuan menentukan spesifikasi akhir dari alat bantu yang akan dibuat. Dari pertimbangan kebutuhan dan atribut tersebut maka spesifikasi akhir untuk produk alat bantu pemasangan nipple ke *manifold block* ditampilkan pada table 5.5 dibawah ini.

Tabel 5.5. Spesifikasi produk

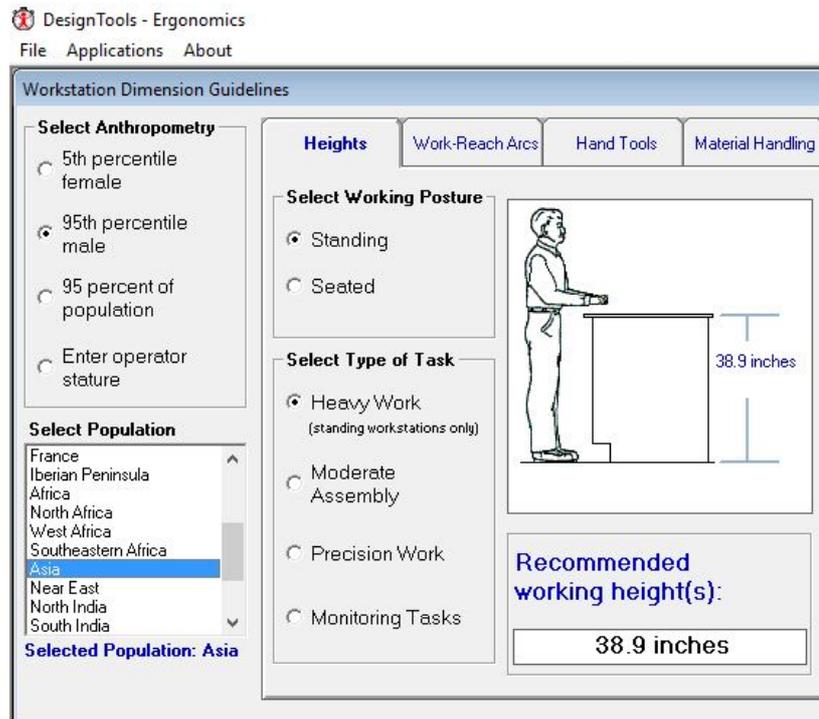
No	Needs	Spesifikasi Jig Block JX	Unit
1		Desain	
	1,3,4	a. Desain Jignya ditempatkan pada ragum dan meja kerja	Subject
	2,9	b. Desain jig dibuat mengikuti lubang baut semua tipe manifold block	mm
2		Material	
	7	a. Menggunakan Material besi S45C dengan HRC40	Subject
3		Fungsi	
	1,3,4,5	c. Desain tinggi meja kerja + ragum mengikuti ukuran standar antropometri orang asia	mm
	2	b. jig dibuat dua sisi sehingga dapat mencakup 2 manifold	Subject
4		Berat	
	8	a. Jig dibuat tidak lebih dari 5kg	
5		Ukuran	kg
	8	a. Ukuran dibuat P x L x T (215mmx53mmx38mm)	mm

5.2.2 Menentukan Tinggi Area Kerja

Berdasarkan spesifikasi produk yang sudah dijabarkan pada tabel 5.5, terdapat faktor yang harus dipenuhi faktor ergonominya. Faktor tersebut adalah faktor ergonomic dimana tinggi meja kerja untuk pekerjaan dengan posisi berdiri harus sesuai dengan rekomendasi tinggi meja kerja berdasarkan populasi diarea pekerjaan. Dalam hal ini penulis menggunakan *software design tools version 4.1.1* berdasarkan buku yang berjudul “*Design Tools for methods, standards, and work design (11th ed)*” yang ditulis oleh Benjamin Niebel dan Andris Freivalds.

Pada *software* ini, penulis menggunakan menu *antropometry*. Karena pada prosesnya hanya digunakan oleh pria, maka pada *tab select antropometry* dipilih 95 *percentil* untuk pria, kemudian karena lingkup kerja ada di negara Indonesia yang mana masuk dalam kawasan Asia, maka pada *tab select population* dipilih area Asia. Pada *tab select working posture* dipilih *posture standing*, karena pada pekerjaan ini dibutuhkan postur tubuh berdiri. Pada *tab* yang terakhir yaitu *select type of task* dipilih *heavy work*, dikarenakan pada proses pekerjaan pengencangan

nipple ke *manifold block* termasuk kedalam pekerjaan yang memerlukan banyak tenaga. Setelah semua *tab* sudah dipilih, maka didapatkan *recommended working height (s)* yaitu sebesar 38,9 *inches* atau sebesar 988,06mm yang ditampilkan pada gambar 5.12 dibawah ini:

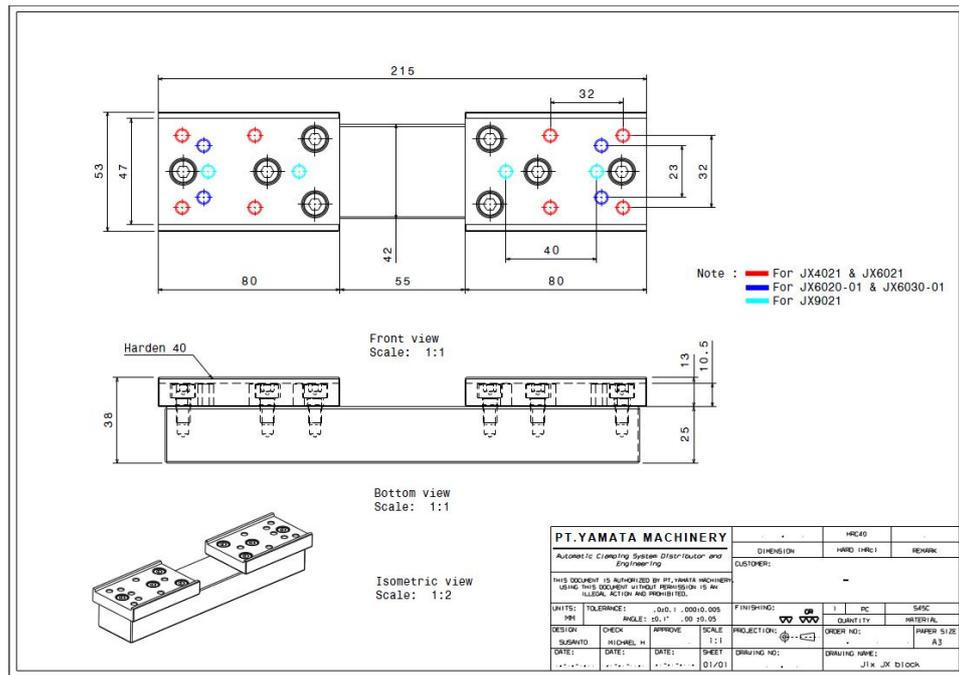


Gambar 5.12 Recommended working height for Asia population

5.2.3 Detail Desain Alat Bantu

Dalam menggambar desain alat bantu ini, penulis menggunakan *software CAD* yaitu CATIA-P3-V5R20. Software ini merupakan perangkat lunak *Computer Aided Design* untuk menggambar benda 3D ataupun 2D.

Setelah mengupulkan data kebutuhan rancangan dan juga spesifikasi produk, penulis merancang desain alat bantu yang mengacu pada kedua hal tersebut seperti yang terlihat pada gambar 5.13.

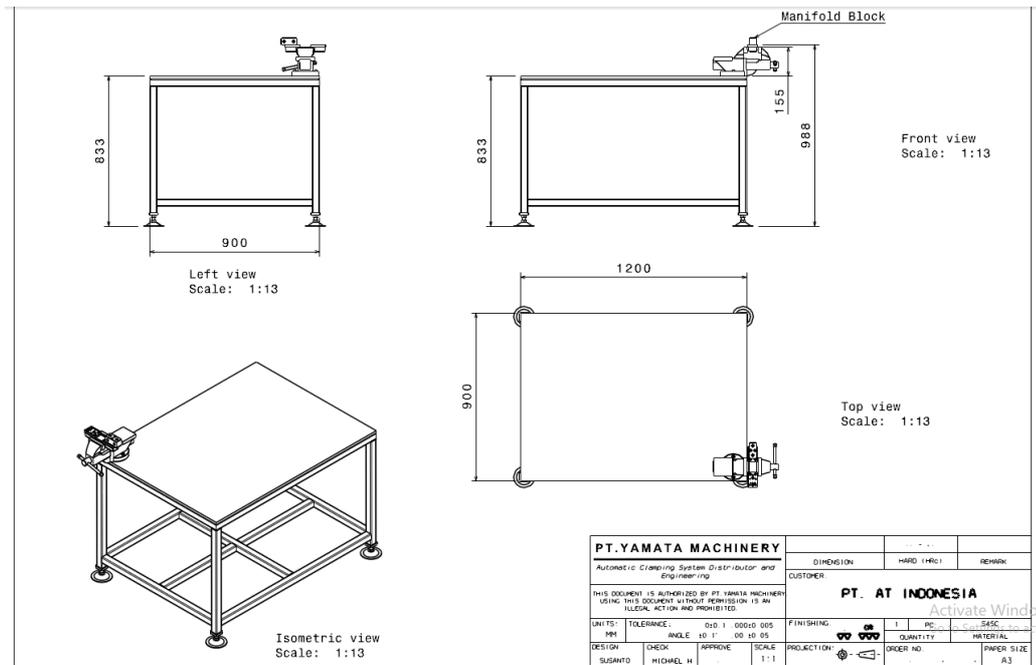


Gambar 5.13 Desain Jig JX blok

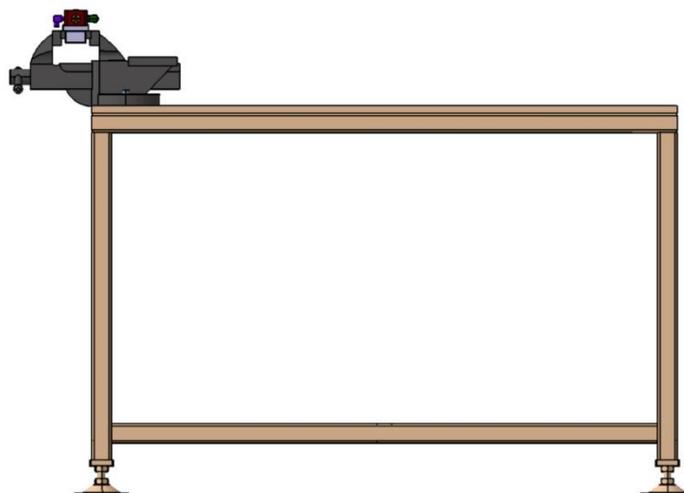
Berdasarkan gambar 5.13, dapat di lihat bahwa ukuran jig mengikuti spesifikasi produk yaitu :

- Dapat di pakai untuk semua *type manifold block*, dalam detail gambar 5.13 diatas dapat dilihat bahwa untuk posisi JX4021 dan JX6021 ditampilkan dengan warna merah, untuk JX6020-1 dan JX6030-01 ditampilkan dengan warna biru tua, sedangkan untuk JX9021 ditampilkan dengan warna biru muda. Dalam hal ini juga memenuhi spesifikasi mengikuti ukuran lubang baut pada blok JX yang tersedia.
- Material menggunakan bahan S45C-HRC40, material ini merupakan material besi standar tetapi dengan adanya pengerasan sampai HRC40 material ini menjadi keras dan tahan gesekan. Ini juga membuat alat bantu ini awet untuk waktu yang lama.
- Jig dibuat dapat dipasang dua *manifold block* sekaligus, sehingga dapat mengurangi waktu copot pasang blok ke ragum.

Langkah selanjutny adalah memenuhi spesifikasi proses kerja yang ergonomic, yaitu proses kerja dibuat tidak dalam posisi duduk maka perlu adanya meja kerja. Berdasarkan ukuran yang diperoleh dari *software design tools* dengan total tinggi area kerja adalah 988mm, berikut ukuran tinggi keseluruhan dari meja kerja ditambah ragam kemudian ditambah tebal jig JX bloknya yang ditampilkan pada gambar 5.14

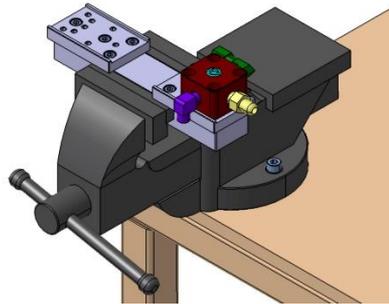


Gambar 5.14 Assy Jig JX blok ke meja dan ke ragam

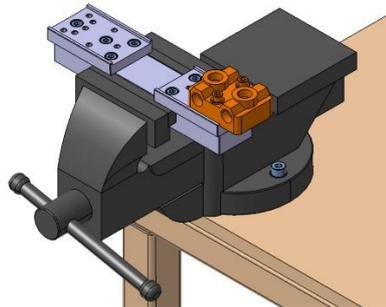


Gambar 5.14 (lanjutan) Assy Jig JX blok ke meja dan ke ragam

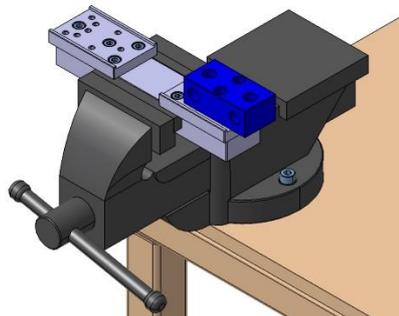
Selanjutnya untuk melihat posisi *manifold block* saat terpasang di jignya dapat terlihat pada gambar 5.15- gambar 5.19. Pada gambar ini dapat dilihat bahwa nipple dapat dipasang langsung pada ke empat lubang yang ada pada blok. Sehingga tidak perlu copot pasang blok yang dijepit diragum. Gambar 5.15-5.19 secara berurutan memperlihatkan pemasangan *manifold block type* JX4021, JX6021, JX6020-01, JX6030-01, dan JX9021.



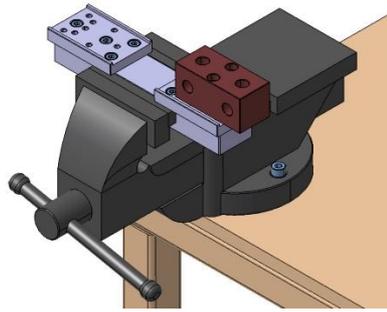
Gambar 5.15 Pemasangan nipple di JX4021 pada jig JXblok



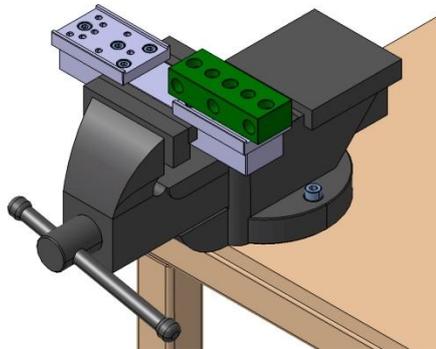
Gambar 5.16 Pemasangan JX6021 pada jig JXblok



Gambar 5.17 Pemasangan JX6020-01 pada jig JXblok



Gambar 5.18 Pemasangan JX6030-01 pada jig JXblok



Gambar 5.19 Pemasangan JX9021 pada jig JXblok

BAB VI

KESIMPULAN & SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa yang sudah dilakukan penulis didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan nilai *importance* yang didapatkan dari hasil wawancara, penulis dapat mengetahui bahwa *customer need* untuk perancangan jig *block jx* harus mampu mengurangi waktu proses pemasangan nipple, dapat dipakai disemua tipe *manifold*, pemasangan nipple lebih stabil, mempermudah dalam pemasangan, dan juga dapat menghilangkan keluhan sakit lengan dan pinggan pada karyawan.
2. Untuk dapat bekerja dengan nyaman dan lebih cepat yaitu dilakukan pada posisi berdiri, rekomendasi ketinggian saat bekerja bedasarkan *software design tools version 4.1.1* untuk populasi area Asia dengan jenis kelamin laki-laki adalah sebesar 38.9 inchi atau sebesar 988.06 mm.
3. Konsep perancangan desain gambar akhir adalah jig *block JX* dibuat dapat dipakai disemua tipe *manifold* pada ragam, kemudiaan jig tersebut ditempatkan pada ragam, yang mana ragam tersebut ditaruh diatas meja kerja dengan ketinggian kerja yang sudah ditentukan sebesar 988.06mm untuk menghilangkan keluhan-keluhan pada karyawan terutama pada keluhan sakit pada pinggang dan tangan serta mengurangi keluhan cepat lelah saat bekerja.

6.2. Saran

Dari penelitian yang dilakukan hanya sampai pada proses design oleh karena itu penulis memberikan beberapa saran diantaranya:

1. Perlunya dilakukan pembuatan prototype sehingga dapat diuji coba pada proses pengencangan nipple ke *manifold*.

2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut agar mengetahui seberapa besar pengurangan terhadap waktu proses dan keluhan karyawan sebelum dan sesudah adanya jig *block JX*.
3. Perlu adanya estimasi biaya pembuatan alat bantu jig *block JX* untuk dapat menghitung berapa lama *Break Even Point (BEP)* tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

Bodnar, George H, and William S. Hopwood,(2003),*Sistem Informasi Akuntansi, Buku I*, Jakarta: salemba empat.

Freivalds, Andris, Benjamin W.Niebel, (2014),”*Niebel’s Methods,Standards, and Work Design*”,New York: McGraw-Hill.

Hoffman, Edward G.,(1996), “*Jig and Fixture Design*”,University Michigan:Delmar.

Madyana,(1996), ”*Analisa Perancangan Kerja dan Ergonomi*”, Universitas Atmajaya Yogyakarta Press, Yogyakarta.

Mcleod Jr, Raymond, George P Schell.(2010). *Management Information Systems*.(10th Edition). USA: Pearson Prentice Hall.

Nurmianto, E. (1996), ”*Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasi*”, ITS, PT Guna Widya, Surabaya.

Pulat, B.Mustafa, (1997), *Fundamentals of Industrial Ergonomics Second edition*, United State of America: Waveland Press,Inc.

Roebuck, J.A, K.H. Kroemer,W.G.Thomson, (1975), “*Engineering Anthropometry Methods*”, U.S.A:Wiley.

Romney, Marshall B., Paul John Steinbart,(2012), *Accounting Information System*, Arizona state university:Pearson.

Suhardi,Bambang,(2008), *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri*, Jakarta:Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Sutalaksana, Iftikar Z.,(2006), Teknik Perancangan Sistem Kerja, Bandung: ITB Bandung.

Sutalaksana, I. Z. (1979), "*Teknik Tata Cara Kerja*", Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung Press, Bandung.

Ulrich, Karl T., Steven D. Eppinger, (2012), *Product Design and Development fifth edition*, Singapore: McGraw-Hill Companies, Inc.

Wignjosoebroto, Sritomo. 1995. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. Surabaya: Prima Printing.

LAMPIRAN

PERTANYAAN INTERVIEW

Identitas Responden

Nama :

Departement :

Jabatan :

Berikut pertanyaan kepada responden :

1. Kesulitan apa yang dihadapi saat pemasangan Nipple ke manifold Block ?
2. Keluhan apa saja yang dirasakan setelah proses pemasangan nipple ke manifold block ?
3. Jika alat bantu pemasangan nipple ke manifold block dibuat, alat seperti apa yang anda inginkan?
4. Apa harapan anda jika alat ini terwujud?

JAWABAN INTERVIEW

Identitas Responden 1

Nama : Johannes Sipayung

Departement : Engineering

Jabatan : Staff Engineering

1.
 - a. Saat proses pengencangan, nipple susah kencang.
 - b. Nipple susah kencang karena manifold ikut berputar.
 - c. Memakan banyak waktu.
 - d. kemungkinan bisa bocor dari manifold sebab nipple tidak bisa diperkirakan kekencanya.
2.
 - a. Pegal-pegal di pinggang dan tangan, dan otot perut.

- b. Kecapean,Lelah.
- c. Terlalu banyak menguras tenaga.
- 3. a. Ragum dibaut ke meja sejajar dengan pinggang agar bisa berdiri mengencangi nipple ke manifold block agar lebih efisien dan lebih terjamin kekencangan *manifold* ke nipple.
- b. Alat-alat awet dan tidak gampang rusak.
- 4. a. Mempersingkat waktu.
- b. hasilnya lebih baik.
- c. tidak menguras tenaga.

Identitas Responden 2

Nama : Hanhan Ahmad Hanafi

Departement : Engineering

Jabatan : Staff Engineering

- 1. a. Posisi saat pemasangan nipple ke manifold harus duduk dengan kaki dijadikan penahan ragum sehingga mengakibatkan kurang maksimalnya tenaga yang dihasilkan saat pemasangan, tidak ada kuda-kuda dan posisi membungkuk saat duduk juga sangat berpengaruh pada stamina kita yang sangat terkuras dan sering merasa kelelahan.
- b. Manifold lebih rawan rusak karena langsung dijepit oleh ragum.
- 2. a. Cepat Lelah.
- b. Badan pegal-pegal ,tangan,pinggang dan kaki.
- c. Manifold sering tergores
- d. Nipple tidak terpasang dengan kuat.
- 3. a. Ragum yang digunakan untuk pemasangan manifold dibuatkan meja supaya saat digunakan lebih enak posisinya, ada kuda-kuda sehingga tenaga yang dihasilkan lebih maksimal.
- b. Meja yang dibuat proporsional dengan standar tinggi badan agar tidak mudah Lelah dan tidak membuat pegal-pegal.
- c. dibuatkan jig atau dudukan manifold supaya manifold tidak rusak dan saat pemasangan nipple lebih kuat.

- d. Karena berbagai jenis manifold, dibuatkan alat yang bisa flexible dengan manifold yang tersedia.
- 4. a. Apabila alat ini dibuat semoga bisa lebih memudahkan saat pemasangan nipple dan tidak mengakibatkan hal-hal diatas terjadi.

Identitas Responden 3

Nama : Teguh

Departement : Engineering

Jabatan : Staff Engineering

- 1. a. Repot
 - b. Banyak memakan waktu
 - c. Hasil tidak bisa dipastikan/ tidak terukur (kekencanganya)
- 2. a. Menguras tenaga
 - b. Melelahkan
 - c. Badan pada pegal (sakit)
- 3. a. Yang pasti meringankan pekerjaan
 - b. Memudahkan pemasangan nipple ke manifold blok
 - c. Mempersingkat pemasangan
 - d. Bisa digunakan disemua tipe manifold
- 4. a. Bisa dibawa kemana saja dengan mudah

KRITERIA TINGKAT KEPENTINGAN KEBUTUHAN RANCANGAN

Identitas Responden

Nama :

Departement :

Jabatan :

No	Customer Need	Important
		(5 is the best)
1	Alat bantu yang tidak cepat menguras tenaga	
2	Alat bantu yang dapat mempercepat proses pemasangan	
3	Pengencangan nipple lebih stabil sehingga tidak terjadi kebocoran oli	
4	Alat yang memungkinkan proses pemasangan tidak pada posisi duduk	
5	Mempermudah pemasangan nipple ke manifold	
6	Prosesnya tidak membuat sakit pinggang dan tangan pegal	
7	Alat yang awet	
8	Alat yang dapat dibawa kemana-mana	
9	Alat yang dapat dipakai disemua tipe <i>manifold</i>	

Isilah kolom diatas menurut skala penilaian 1 hingga 5.

1 = Tidak penting,

2 = Kurang penting,

3 = Cukup penting,

4 = Penting,

5 = Sangat Penting.

HASIL KUESIONER KRITERIA TINGKAT KEPENTINGAN KEBUTUHAN RANCANGAN

Identitas Responden 1

Nama : Hanhan Akhmad Hanafi

Departement : Engineering

Jabatan : Staff Engineering

No	Customer Need	Important (5 is the best)
1	Alat bantu yang tidak cepat menguras tenaga	3
2	Alat bantu yang dapat mempercepat proses pemasangan	4
3	Pengencangan nipple lebih stabil sehingga tidak terjadi kebocoran oli	5
4	Alat yang memungkinkan proses pemasangan tidak pada posisi duduk	3
5	Mempermudah pemasangan nipple ke manifold	5
6	Prosesnya tidak membuat sakit pinggang dan tangan pegal	5
7	Alat yang awet	4
8	Alat yang dapat dibawa kemana-mana	3
9	Alat yang dapat dipakai disemua tipe <i>manifold</i>	4

Identitas Responden 2

Nama : Johannes Sipayung

Departement : Engineering

Jabatan : Staff Engineering

No	Customer Need	Important (5 is the best)
1	Alat bantu yang tidak cepat menguras tenaga	5
2	Alat bantu yang dapat mempercepat proses pemasangan	4
3	Pengencangan nipple lebih stabil sehingga tidak terjadi kebocoran oli	5
4	Alat yang memungkinkan proses pemasangan tidak pada posisi duduk	3
5	Mempermudah pemasangan nipple ke manifold	5
6	Prosesnya tidak membuat sakit pinggang dan tangan pegal	2
7	Alat yang awet	3
8	Alat yang dapat dibawa kemana-mana	2
9	Alat yang dapat dipakai disemua tipe <i>manifold</i>	5

Identitas Responden 3

Nama : Teguh

Departement : Engineering

Jabatan : Staff Engineering

No	Customer Need	Important (5 is the best)
1	Alat bantu yang tidak cepat menguras tenaga	3
2	Alat bantu yang dapat mempercepat proses pemasangan	4
3	Pengencangan nipple lebih stabil sehingga tidak terjadi kebocoran oli	5
4	Alat yang memungkinkan proses pemasangan tidak pada posisi duduk	3
5	Mempermudah pemasangan nipple ke manifold	4
6	Prosesnya tidak membuat sakit pinggang dan tangan pegal	4
7	Alat yang awet	3
8	Alat yang dapat dibawa kemana-mana	2
9	Alat yang dapat dipakai disemua tipe <i>manifold</i>	5