

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Sub-bab ini membahas mengenai penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya dan permintaan yang ada dari pemilik UKM yang diteliti saat ini. Permintaan dari pemilik dan pengambilan data dari operator tersebut akan menjadi dasar dalam penelitian yang dilakukan.

##### 2.1.1. Penelitian Terdahulu

Perancangan dan membuat mesin irat bambu untuk perbaikan proses pengiratan bambu dengan pendekatan ergonomi di UKM Alifa Craft Wedding Souvernir Kasongan, Bantul (Adisaputra, 2017). Analisis perancangan dilakukan menggunakan sudut pandang pendekatan ergonomi, perancangan dan analisis biaya pemesinan saat pembuatan mesin.

Perancangan dengan judul “Perancangan Alat Bantu Penyayatan untuk Peningkatan Kapasitas Produksi Anyaman Bambu Kroso” (Fitriadi & Febriantoko, 2012). Perancangan ini ditujukan untuk membantu meningkatkan produktivitas anyaman bambu kroso dengan menggunakan metode perancangan.

Perancangan ulang dengan judul “Perancangan Ulang Alat Terapi Berjalan Jenis *Walker* yang Ergonomis Bagi Penderita Stroke” (Sanjaya, 2009). Obyek penelitian ini adalah perancangan ulang alat terapi jalan. Perancangan ulang ini dilakukan untuk memperbaiki pengguna dengan keterbatasan-keterbatasan yang ada dengan menggunakan metode pendekatan Ergonomi dan Perancangan.

##### 2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian yang saat ini dilakukan berlokasi di UKM Alifa Craft. Proses yang diamati adalah proses pengiratan bambu. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang ulang mesin irat bambu yang dapat menghasilkan empat buah iratan dalam satu kali proses pengiratan dengan mesin irat dan mengurangi keluhan sakit pada operator pengiratan. Kuesioner *Nordic Body Map* digunakan untuk mengetahui keluhan *musculoskeletal* pada operator. Perancangan menggunakan metode rasional yang sesuai dengan keinginan dari pengguna. Metode rasional

mempunyai 7 tahapan yang sistematis. *Quality Function Deployment* (QFD) digunakan sebagai alat untuk menentukan apa yang diinginkan oleh pengguna. Dimensi anthropometri digunakan sebagai dasar dari perancangan mesin.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Perancangan**

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam proses pembuatan produk. Tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya. Perancangan dan pembuatan produk adalah dua kegiatan yang penting. Artinya, rancangan hasil kerja perancang tidak ada gunanya jika rancangan tersebut tidak dibuat. Begitu juga sebaliknya, pembuat tidak dapat merealisasikan benda teknik tanpa terlebih dahulu dibuat gambar rancangannya. (Dharmawan, 2000)

### **2.2.2. Metode Perancangan**

Menurut Cross (2004) ada 2 macam metode perancangan yang meliputi:

#### **1. Metode Kreatif**

Metode perancangan ini dimaksudkan untuk menstimulasi otak dalam berpikir kreatif, secara umum perancang berkerja dengan cara meningkatkan aliran kreatifitas, dengan menghilangkan *mental blocks* yang menghalangi kreatifitas, atau memperluas cara berpikir untuk mendapatkan solusi.

##### *a. Brainstorming*

*Brainstorming* adalah metode yang paling banyak dikenali. Metode ini menggunakan cara megeneralisasi ide-ide dari beberapa orang yang membuat suatu kelompok yang terdiri dari 4-8 orang yang saling mengutarakan ide dan di generalisasikan.

##### *b. Synectics*

Kegiatan ini dilakukan secara berkelompok sama dengan metode brainstorming, bedanya kegiatan ini mengesampingkan kritik dan kecaman dan mencoba untuk saling membangun antar anggota kelompok untuk mengembangkan ide-ide sebagai cara kreatif untuk memecahkan suatu masalah.

1. Perluasan Daerah Penelitian

Penyelesaian masalah ini dengan cara mempertimbangkan batasan yang agak sempit dimana solusi dicari. Metode ini bisa dilakukan dengan beberapa cara kreatif seperti transformasi, input acak, perencanaan banding, dan kenapa? kenapa? kenapa?

2. Proses Kreatif

Kreatifitas merupakan ide orisinal yang timbul secara spontanitas tanpa membutuhkan alat bantu untuk berpikir secara kreatif. Tahapan dalam proses kreatif diantaranya pengenalan, persiapan, inkubasi, penerangan dan pembuktian.

3. Metode rasional adalah metode yang umum dianggap sebagai metode perancangan daripada teknik kreatifitas yang lebih mendorong pendekatan sistematis untuk merancang (Cross, 2004). Perancangan ulang mesin irat bambu ini menggunakan metode rasional yang dibuat oleh Cross (2004) agar mendapatkan rancangan yang terbaik karena metode rasional merupakan metode yang sistematis dan berhubungan langsung dengan konsumen.

2. Metode Rasional

Menurut (Cross, 2004) ada 7 tahapan pada metode rasional, meliputi :

- a. Klasifikasi Objek (*Clarifying objectives*)

Tahapan ini berfungsi untuk mengklarifikasi tujuan dan sub-tujuan desain, dan tujuan diantara kedua desain. Klarifikasi tujuan ditujukan untuk memperjelas tujuan dari perancangan dan sub-tujuan perancangan serta memiliki hubungan dari keduanya. Klarifikasi tujuan dilakukan menggunakan metode bantuan yaitu pohon tujuan. Berikut langkah pembuatan pohon tujuan.

1. Menyiapkan daftar rancangan tujuan

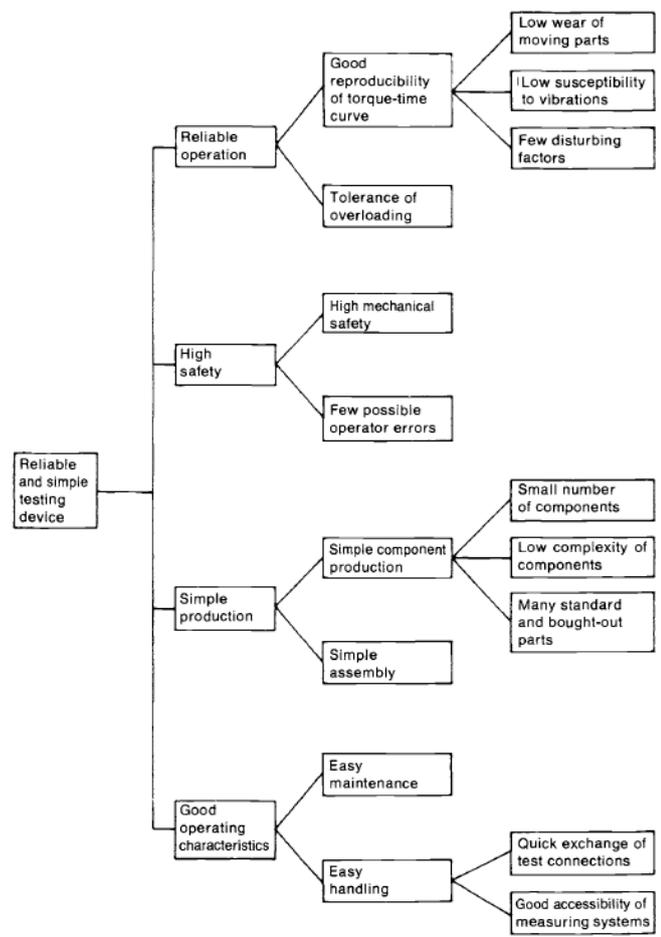
Proses persiapan daftar rancangan tujuan ini diambil dari desain singkat yang berasal dari klien dengan mengajukan pertanyaan kepada klien dan hasil diskusi dari tim desain.

2. Menyusun daftar dalam urutan tujuan dari *higher-level* ke *lower-level*.

Proses ini dilakukan dengan tujuan mengelompokkan daftar tujuan dan sub-tujuan yang diperluas dari pengelompokan secara kasar menjadi pengelompokan tingkat hirarki.

3. Menggambar diagram pohon tujuan

Menggambar diagram pohon tujuan ini dimaksudkan untuk menunjukkan hubungan hirarkis dan interkoneksi dari rancangan. Diagram pohon tujuan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



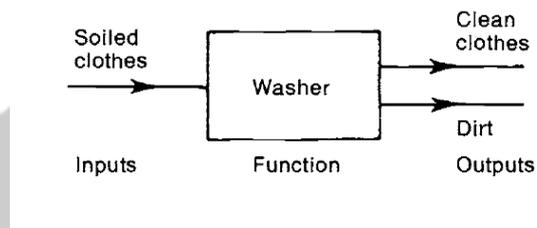
**Gambar 2.1. Pohon Tujuan (Cross, 2004)**

b. Menetapkan Fungsi (*Establishing functions*)

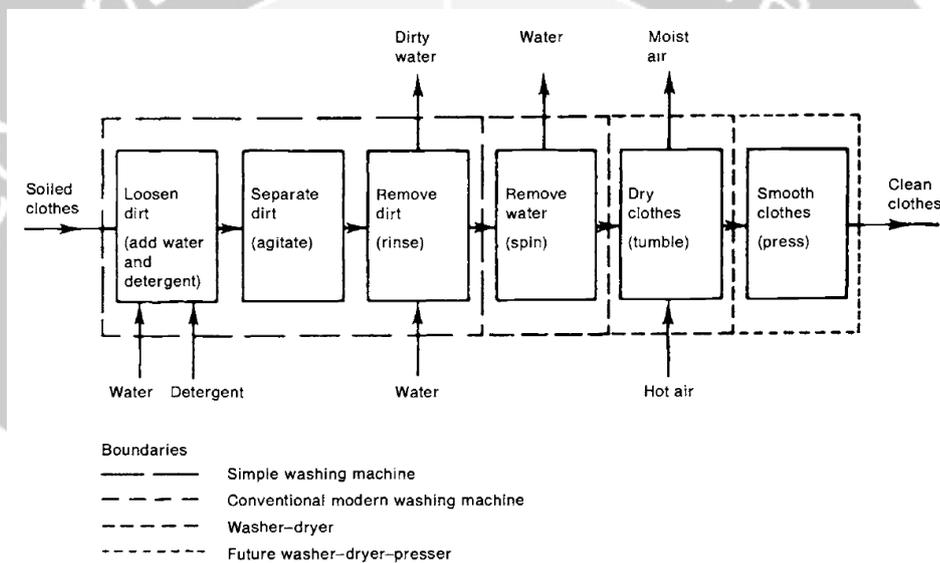
Tahapan ini berfungsi untuk menetapkan fungsi yang dibutuhkan, dan batas sistem, dari desain baru. Metode ini akan dijelaskan dengan tahapan berikut ini :

1. Menentukan fungsi keseluruhan desain dalam perubahan input menjadi output (*Black Box*)
2. Mengurai fungsi keseluruhan menjadi satu set sub-fungsi penting.
3. Menggambar diagram blok yang menunjukkan interaksi antara sub-fungsi (*Transparent box*)
4. Menentukan batasan sistem.

5. Mencari komponen yang sesuai untuk memperlihatkan sub-fungsi dan hubungan antara keduanya



**Gambar 2.2. Blackbox (Cross, 2004)**



**Gambar 2.3. Transparent Box (Cross, 2004)**

c. Menetapkan spesifikasi (*Setting requirements*)

Tahapan ini berfungsi untuk membuat spesifikasi yang akurat dari kinerja yang dibutuhkan dari solusi perancangan. Tahapan dalam penetapan spesifikasi adalah sebagai berikut :

1. Mempertimbangkan berbagai tingkat generalisasi solusi yang dapat berlaku. Terdapat beberapa pilihan solusi seperti :
  - i. Alternatif produk
  - ii. Jenis produk
  - iii. Fitur produk
2. Menentukan tingkat keumuman untuk beroperasi. Hasil keputusan biasanya dibuat oleh konsumen. Semakin tinggi tingkat keumumannya maka akan semakin banyak kebebasan yang dimiliki oleh perancang.

3. Mengidentifikasi atribut kerja yang diperlukan.
  4. Menentukan persyaratan kinerja dengan singkat dan akurat untuk masing-masing atribut.
- d. Menentukan karakteristik (*Determining characteristics*)
- Tahapan ini berfungsi untuk menetapkan target yang akan dicapai untuk karakteristik teknik suatu produk, sehingga memenuhi kebutuhan pelanggan. Pada tahap ini, penentuan karakteristik menggunakan bantuan Quality Function Deployment (QFD) yang merupakan sebuah metodologi terstruktur yang digunakan dalam proses pengembangan produk untuk menetapkan spesifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen. Tahapan pada metode QFD menurut (Suhendar, 2014) adalah sebagai berikut.
1. Tahap Pertama (Mengumpulkan Suara Konsumen (*Voice of Customer*))
    - i. Menentukan atribut yang diperlukan konsumen
    - ii. Mengukur tingkat kepentingan dari setiap atribut
  2. Tahap Kedua (Menyusun *House of Quality*)
    - i. Membuat matriks keinginan konsumen
    - ii. Membuat parameter teknik
    - iii. Menentukan parameter teknik berdasarkan keinginan konsumen
    - iv. Korelasi teknis
    - v. Benchmarking dan penetapan target
  3. Tahap Ketiga (Analisis Interpretasi)
    - i. Menyiapkan dukungan organisasional (dukungan dari pihak manajemen, dukungan fungsional dan dukungan teknis QFD)
    - ii. Menentukan tujuan dan harapan dari kegiatan QFD
    - iii. Menentukan siapa pelanggannya, karena proses QFD lebih banyak dilakukan oleh pelanggan.
    - iv. Menentukan cakupan produk. Bagian dari produk atau jasa yang termasuk dan tidak termasuk dalam aktivitas QFD harus ditentukan.
    - v. Melengkapi material dan fasilitas yang mendukung pelaksanaan QFD.
- e. Pembangkitan Alternatif (*Generating alternatives*)
- Tahapan ini berfungsi untuk menghasilkan rangkaian lengkap solusi perancangan alternatif untuk suatu produk, dan karenanya untuk memperluas pencarian solusi baru yang potensial. Prosedur pembangkitan alternatif terdiri dari :

1. Membuat daftar fitur atau fungsi yang penting untuk produk. Daftar harus secara komprehensif mencakup fungsi rancangan.
  2. Menyusun daftar fitur atau fungsi yang termasuk ide-ide baru serta komponen atau sub-solusi yang sudah diketahui.
  3. Menggambar bagan yang berisi semua kemungkinan sub-solusi, yang merepresentasikan total ruang solusi untuk produk yang terdiri dari kombinasi sub-solusi.
  4. Mengidentifikasi kombinasi sub-solusi yang layak dengan kemungkinan jumlah yang sangat besar sehingga strategi pencariannya dipandu oleh batasan atau kriteria.
- f. Mengevaluasi alternatif (*Evaluating alternatives*)
- Tahapan ini berfungsi untuk membandingkan nilai utilitas dari proposal desain alternatif, berdasarkan kinerja terhadap tujuan berbobot diferensial. Metode yang digunakan dalam mengevaluasi alternatif adalah Pembobotan Tujuan (*Weighted Objective*). Prosedur pada tahapan pembobotan adalah sebagai berikut:
1. Membuat daftar tujuan desain. Pohon tujuan bisa menjadi dasar dalam metode ini.
  2. Mengurutkan peringkat daftar tujuan desain.
  3. Menetapkan bobot relatif untuk tiap tujuan.
  4. Menetapkan parameter kinerja atau nilai utilitas untuk masing-masing tujuan.
  5. Menghitung dan membandingkan nilai relative utilitas dari desain alternative.
- g. Penyempurnaan Rancangan (*Improving details*)
- Tahapan ini berfungsi untuk meningkatkan atau mempertahankan nilai suatu produk ke pembeli sambil mengurangi biaya kepada produsennya. Prosedur ini terdiri dari :
1. Membuat daftar komponen-komponen yang terpisah dari produk, dan mengidentifikasikan fungsi dari tiap komponen.
  2. Menentukan nilai dari fungsi yang diidentifikasi.
  3. Menentukan biaya tiap komponen.
  4. Mencari cara untuk mengurangi biaya tetapi tidak mengurangi nilai, atau menambah nilai tanpa perlu menambah biaya.

5. Mengevaluasi alternative dan memilih perbaikan.

### 2.2.3. Anthropometri

(Soebroto, 2000) mengatakan bahwa kata antropometri berasal dari bahasa Yunani (Greek), yaitu *anthropos* yang berarti manusia (*man, human*) dan *metrein* (*to measure*) yang berarti ukuran. Studi tentang ukuran (tubuh) manusia akan memberikan penjelasan bahwa manusia itu pada dasarnya memiliki berbeda satu dengan yang lain. Manusia bervariasi dalam berbagai macam dimensi ukuran seperti kebutuhan, motivasi, inteligensia, imajinasi, usia, latar belakang pendidikan, jenis kelamin, kekuatan, bentuk dan ukuran tubuh, dan sebagainya.

Anthropometri adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh manusia seperti ukuran, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain (Nurmianto, 1996).

Menurut Helander, antropometri tidak hanya fokus pada kesesuaian ketinggian tempat kerja, tetapi juga bagaimana operator dapat dengan mudah mengakses kontrol dan perangkat input (Helander, 2006).

6 prinsip umum untuk diikuti agar rancangan menghasilkan kondisi kerja yang efektif, efisien, nyaman dan aman (Tayari dan Smith, 1997), yaitu sebagai berikut:

- a. Prinsip tentang apa-apa yang harus bisa dilihat dan diidentifikasi dengan jelas oleh seorang pekerja pada posisi dimana seharusnya dia berada. Untuk memenuhi prinsip ini, maka mekanisme display maupun kendali (kontrol) baik ditinjau dari segi jumlah maupun jenis/tipikalnya haruslah dirancang serta ditempatkan (*layout*) pada posisi dan jarak yang mudah untuk dilihat, dimonitor serta dioperasikan.
- b. Prinsip tentang apa-apa yang harus mampu didengar secara jelas oleh seorang pekerja pada posisi dimana seharusnya dia berada. Apa yang harus bisa didengar secara jelas tersebut meliputi kebutuhan untuk bisa berkomunikasi lisan dengan pekerja lain yang berada di stasiun kerja yang berbeda, kebutuhan untuk mampu mendengarkan signal suara yang berasal dari mesin ataupun fasilitas kerja yang dioperasikan dan menjadi tanggung-jawab dalam hal pengawasannya, dan sebagainya.
- c. Prinsip tentang ruang lingkup tugas (aktivitas) yang harus dikerjakan oleh seorang pekerja dalam batas-batas area kerja yang menjadi tanggung-jawabnya. Dalam hal ini harus bisa dianalisa dan diidentifikasi gerakan-

gerakan kerja yang harus dilakukan oleh pekerja, terutama pada saat yang bersangkutan harus berinteraksi dengan fasilitas kerja yang dioperasikannya. Gerakan-gerakan kerja tersebut bisa berupa kegiatan untuk mengangkat, membawa, atau mengatur letak material, dan sebagainya. Agar gerakan kerja tersebut bisa dilakukan secara leluasa, maka diperlukan akses ruang yang cukup untuk dilalui oleh pergerakan operator maupun peralatan material *handling*.

- d. Prinsip tentang urutan kerja yang harus dilalui untuk penyelesaian sebuah kegiatan. Disini harus dipahami benar kondisi alami dan urutan pekerjaan yang harus diselesaikan oleh seorang pekerja.
- e. Prinsip tentang perlunya ada ruang dan jarak (*clearance*) untuk memberikan keleluasaan pada pekerja agar bisa bekerja dengan efektif, efisien, nyaman dan aman. Analisa tekno-ekonomi dalam penetapan "*clearance*" yang harus diberikan akan menentukan kelancaran aktivitas yang harus dilakukan, dan disisi lain biaya untuk tambahan space harus dijaga dalam batas-batas yang seminimal mungkin.
- f. Prinsip tentang perlu tidaknya area khusus untuk menempatkan material (gudang) dalam sebuah stasiun kerja. Perancang harus mengalokasikan ruang yang cukup untuk menempatkan bahan baku, produk setengah jadi dan produk jadi. Demikian juga perlu diberikan ruang yang cukup untuk penempatan perkakas kerja ataupun alat bantu lainnya yang akan digunakan dan harus disimpan dalam stasiun kerja.

Dari enam prinsip diatas, dapat disimpulkan bahwa perancangan stasiun kerja yang diharapkan memenuhi persyaratan ergonomis untuk menentukan dimensi ukuran didasarkan pada 3 faktor, yaitu :

- a. Pemakaian data anthropometri,
- b. Kondisi alami dari pekerjaan yang harus diselesaikan
- c. Pola perilaku pekerja. Perancangan stasiun kerja yang dilakukan secara benar akan mampu memberikan hasil kerja yang lebih ekonomis, meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerja, memungkinkan pengaturan posisi kerja operator (duduk, berdiri atau kombinasi posisi kerja duduk dan berdiri), meminimalkan kelelahan fisik, serta meminimalkan resiko terhadap kesehatan dan keselamatan kerja.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi variasi dimensi tubuh manusia (Wickens, et al, 2004), diantaranya :

a. Usia

Ukuran tubuh manusia (*stature*) akan berkembang dari saat lahir sampai kira-kira berumur 20-25 tahun (Roche dan Davila, 1972) dan mulai menurun setelah usia 35-40 tahun. Bahkan, untuk wanita kemungkinan penyusutannya lebih besar. Sementara untuk berat dan *circumference chest* akan berkembang sampai usia 60 tahun.

b. Jenis Kelamin

Pada umumnya pria memiliki dimensi tubuh yang lebih besar kecuali dada dan pinggul.

c. Suku Bangsa (Etnis) dan Ras

Ukuran tubuh dan proporsi manusia yang berbeda etnis dan ras mempunyai perbedaan yang signifikan. Orang kulit hitam cenderung mempunyai lengan dan kaki yang lebih panjang dibandingkan orang kulit putih.

d. Pekerjaan

Aktivitas kerja sehari-hari juga menyebabkan perbedaan ukuran tubuh manusia. Pemain basket professional biasanya lebih tinggi dari orang biasa. Pemain balet biasanya lebih kurus disbanding rata-rata orang. Selain faktor-faktor di atas, masih ada beberapa kondisi khusus yang dapat mempengaruhi variabilitas ukuran dimensi tubuh manusia yang juga perlu mendapat perhatian, seperti:

i. Cacat tubuh.

Data antropometri akan diperlukan untuk perancangan produk bagi orang-orang cacat.

ii. Faktor iklim

Faktor iklim yang berbeda akan memberikan variasi yang berbeda pula dalam bentuk rancangan dan spesifikasi pakaian. Artinya, dimensi orang pun akan berbeda dalam satu tempat dengan tempat yang lain.

iii. Kehamilan (*pregnancy*)

Kondisi semacam ini jelas akan mempengaruhi bentuk dan ukuran dimensi tubuh perempuan dan tentu saja memerlukan perhatian khusus terhadap produk-produk yang dirancang bagi segmentasi seperti itu.

#### **2.2.4. Keluhan *Mosculoskeletal***

Menurut Tarwaka (2004) Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu :

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

Menurut Peter Vi (2000) ada pula faktor yang menyebabkan terjadinya keluhan musculoskeletal, yaitu :

1. Peregangan Otot yang Berlebihan  
Keluhan ini sering dikeluhkan oleh pekerja yang aktivitas kerjanya menuntut pengerahan tenaga yang besar seperti mengangkat, mendorong, menarik, dan menahan beban yang berat.
2. Aktivitas Berulang  
Keluhan ini diakibatkan oleh pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus seperti mencangkul, membelah kayu besar, angkut-angkut dsb.
3. Sikap Kerja Tidak Alami  
Keluhan ini disebabkan karena sikap kerja yang menyebabkan posisi dari bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alami tubuh, missal pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, dsb.
4. Faktor Penyebab Sekunder
  - a. Tekanan  
Terjadinya tekanan langsung pada jaringan otot yang lunak. Contohnya adalah ketika tangan harus memegang alat, maka jaringan otot tangan yang lunak akan menerima tekanan langsung dari pegangan alat.

- b. Getaran

Getaran dengan frekuensi tinggi akan menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis menyebabkan peredaran darah tidak lancar.
  - c. Mikroklimat

Paparan suhu yang dingin berlebihan dapat menurunkan kelincihan, kepekaan dan kekuatan pekerja sehingga gerakan pekerja menjadi lamban, sulit bergerak yang disertai dengan menurunnya kekuatan otot. Begitu pula sebaliknya juga suhu lingkungan yang panas.
5. Penyebab Kombinasi
- a. Umur

Pada umumnya keluhan otot skeletal mulai dirasakan pada usia kerja, yaitu 25-65 tahun. Keluhan pertama biasanya dirasakan pada umur 35 tahun dan tingkat keluhan akan terus meningkat sejalan dengan bertambahnya umur. Hal ini terjadi karena pada umur setengah baya, kekuatan dan ketahanan otot mulai menurun sehingga resiko terjadinya keluhan otot meningkat.
  - b. Jenis Kelamin

Perbedaan jenis kelamin mempengaruhi tingkat resiko keluhan musculoskeletal. Kekuatan otot wanita hanya sekitar dua pertiga dari kekuatan otot pria, sehingga daya tahan otot pria pun lebih tinggi dibandingkan dengan wanita. rerata kekuatan otot wanita kurang lebih hanya 60 % dari kekuatan otot pria, khususnya untuk otot lengan, punggung dan kaki.
  - c. Kebiasaan Merokok

Hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan keluhan otot pinggang, khususnya untuk pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot. Hal ini sebenarnya terkait erat dengan kondisi kesegaran tubuh seseorang. Kebiasaan merokok akan dapat menurunkan kapasitas paru-paru, sehingga kemampuan untuk mengkonsumsi oksigen menurun dan sebagai akibatnya, tingkat kesegaran tubuh juga menurun.
  - d. Kesegaran Jasmani

Keluhan otot akan lebih jarang ditemui pada seseorang yang mempunyai waktu istirahat yang cukup pada kesehariannya. Sebaliknya, jika kesehariannya melakukan pekerjaan yang memerlukan tenaga yang besar

dan waktu istirahat yang kurang, bisa dipastikan akan terjadi keluhan muskuloskeletal.

e. Kekuatan Fisik

Kekuatan fisik mempunyai pengaruh terhadap keluhan muskuloskeletal yang dikarenakan ada orang yang dilahirkan dengan struktur otot yang lebih kuat disbanding dengan yang lainnya. Dengan kekuatan yang berbeda, apabila harus melakukan pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot, jelas yang mempunyai kekuatan rendah akan lebih rentan terhadap cedera otot.

f. Ukuran Tubuh

Pengaruh dari ukuran tubuh relatif kecil, berat badan, tinggi badan dan massa tubuh merupakan faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal.

Pengukuran keluhan muskuloskeletal dapat dilakukan dengan menggunakan *Nordic Body Map* (NBM). *Nordic Body Map* adalah salah satu cara untuk mengetahui keluhan otot skeletal dengan menggunakan gambar peta tubuh. Data didapatkan dengan menyebarkan kuesioner *Nordic Body Map*. Cara ini sangat sederhana tetapi tingkat keakurantannya kurang karena tingkat subyektifnya sangat tinggi. Sehingga untuk mengurangi tingkat biasnya, dilakukan pengukuran sebelum dan sesudah aktifitas kerja.

### **2.2.5. Pengetahuan Bahan**

a. Bambu

Pengertian bambu menurut KBBI adalah suatu tumbuhan berumpun, beruas, berakar, keras, dan memiliki ketinggian antara 10 sampai dengan 20 meter. Bambu memiliki banyak kegunaan yang dapat diperoleh dari batang, dan tunas mudanya. Contoh penggunaan batang bambu adalah sebagai bahan konstruksi bangunan, alat memasak, alat musik, maupun sebagai kerajinan dan dekorasi. Bambu mempunyai jenis yang sangat beragam, terdapat kurang lebih 75 marga yang tersebar di dunia. Indonesia sendiri mempunyai jenis bambu yang beragam, terdapat 157 jenis bambu dari 1250-1350 macam jenis yang tersebar di dunia (Widjaja, 2015). Bambu memiliki karakteristik, kelembaban, dan perlakuan untuk dapat tumbuh yang berbeda dari tiap jenisnya sehingga fungsi dari tiap jenis bambu bisa berbeda. Data dari tingkat

kelembaban, suhu, dan pH tanah dari jenis bambu yang terdapat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.1. berikut.

**Tabel 2.1. Perbedaan Tingkat Kelembaban, Suhu, dan Perbedaan pH Tanah**

No	Nama Bambu	Kelembaban (kadar air)	Suhu (°C)	Tebal Dinding (cm)	pH Tanah
1	Bambu Apus ( <i>Gigantochloa apus</i> )	69%	29,8	1,5	6,2
2	Bambu Ampel ( <i>Bambusa vulgaris</i> )	72%	29,1	1,5	6,1
3	Bambu Pager ( <i>Bambusa glaucescens</i> )	72%	29,2	0,5	6,4
4	Bambu Betung ( <i>Dendrocalamus asper</i> )	71%	27,8	5	6,1
5	Bambu Wulung ( <i>Gigantochloa atroviolacea</i> )	74%	28,4	2	6,3
6	Bambu Andong ( <i>Gigantochloa pseudoarundinaceae</i> )	70%	28,5	0,3 – 0,5	6,1
7	Bambu Ampel Gading ( <i>Bambusa vulgaris var. Striata</i> )	70%	29,1	0,7 – 1,5	6,1
8	Bambu Tamiang ( <i>Schizotachyum blunei</i> )	75%	28,7	0,3 – 0,7	6,4

Untuk membuat kerajinan kipas tangan, bambu yang digunakan adalah bambu wulung atau bisa disebut dengan bambu hitam. Bambu wulung ini banyak terdapat di Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Sumatera. Untuk klasifikasi ilmiah dari bambu wulung ini dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

**Tabel 2.2. Klasifikasi Ilmiah Bambu Wulung**

Klasifikasi Ilmiah	
Kerajaan	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Subdivisi	Angeospermae
Famili	Gramineae
Subfamili	Bambusolideae
Genus	Gigantochloa
Spesies	Gigantochloa Atroviolacea
Kelas	Monocotiledonae
Ordo	Gramitiales

Bambu wulung mempunyai ciri-ciri sebagai berikut, rumpunnya tidak rapat, bambu memiliki batang berwarna hitam sampai keunguan, ada juga bambu bambu wulung yang berwarna hitam/ungu bercampur dengan kehijauan. Bambu wulung memiliki ketinggian sekitar 8-12 m dengan diameter bambu yang berukuran 6-12 cm dan panjang dari tiap ruas 40-50 cm. Bambu ini dapat tumbuh di dataran rendah yang lembah dengan curah hujan 1500-3700 mm/tahun dan biasanya bambu ini tumbuh di daerah yang kering berbatu atau tanah. Bambu wulung memiliki sifat getas (tidak ulet) tetapi bambu ini merupakan bambu yang mempunyai struktur terkuat dibanding bambu lain. Sehingga bambu ini sering digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan alat musik tradisional dan kerajinan tangan.

b. Pisau

Menurut KBBI pisau adalah sebilah besi tipis dan tajam yang bertangkai, sebagai alat pengiris dan sebagainya. Pisau yang digunakan dalam permesinan mempunyai beberapa jenis material yang dipakai sebagai bahan utama pembuatan pisau. Berikut adalah jenis material pisau yang dipakai dalam permesinan.

i. Baja Karbon

Baja karbon adalah baja yang hanya memiliki kandungan besi (Fe) dan karbon (C) saja tanpa adanya kandungan bahan pemuat lainnya seperti Si, Mn, P. Baja karbon mempunyai kandungan karbon antara 0,55 sampai 0,7%. Baja ini digunakan sebagai alat potong karena material ini mudah untuk dikeraskan dan memiliki kekerasan yang baik, tetapi susah dibentuk dan susah untuk di las (Sufyan, 2017). Baja ini mempunyai tingkat kekerasan 19-22 HRC.

ii. HSS (*High Speed Steel*)

HSS merupakan salah satu jenis material mata potong permesinan yang mempunyai kekerasan cukup tinggi. HSS ada 2 jenis yaitu Tungsten-type HSS dan Molybdenum-type HSS (Sufyan, 2017). Beberapa contoh alat potong yang menggunakan material HSS adalah mata bor (*twist drill*), pahat bubut, gergaji (*hacksaw blade*), dll (hima-tl.ppons.ac.id). HSS memiliki kekerasan 60 HRC pada suhu ruang 315°.

c. Baja konstruksi

Baja merupakan logam hasil dari paduan antara besi dan karbon. Besi sebagai unsur dasar dari baja dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan unsur karbon pada baja berkisar antara 0,2% sampai dengan 2,1% berat sesuai kelasnya (Achmadsyai, 2017). Ada banyak jenis dari baja konstruksi yang diantaranya adalah besi hollow (pipa kotak), besi siku (*Angle Bar*), baja CNP (Lip Channel / Kanal C), baja WF (*Wide Flange*) Beam, baja UNP (Kanal U), dll.

i. Besi Hollow (Pipa Kotak)

Besi hollow adalah besi yang berbentuk pipa kotak. Besi ini biasa digunakan sebagai kerangka plafon, partisi dinding, dll. Berikut adalah sifat-sifat dari besi hollow ASTM A 500.

**Tabel 2.3. Sifat-sifat Besi Hollow ASTM A 500**

(Purnomo, Burhaniddin, & Harun, 2014)

<i>Density</i>	7,85 g/cc (7850 kg/m <sup>3</sup> )
<i>Tensile Strength</i>	45000psi / 310264078,3 N/m <sup>2</sup>
<i>Yield strength</i>	39000psi / 268895534,6 N/m <sup>2</sup>
<i>Thermal conductivity</i>	0,2556 W / (m.K)
<i>Spesific heat</i>	1386 J/(kg.K)
<i>Maximum Deflection</i>	0,10668 mm

ii. Besi Siku (*Angle Bar*)

Besi siku adalah besi dengan sudut presisi 90°. Ukuran besi siku berkisar antara 50 mm sampai dengan 250 mm. Besi siku juga mempunyai dua tipe yaitu *equal angle* dan *unequal angle*. Sifat kimia dan mekanis besi siku dapat dilihat pada Tabel 2.4. berikut ini.

Chemical component							
Steel Grade	Styles	Carbon, max, %	Manganese, %	Phosphorus, max, %	Sulfur, max, %	Silicon, %	Copper, min, %
A529 Grade 50	Angle Steel	0.27	1.35	0.04	0.05	≤0.40	0.20

Mechanical properties			
Steel	Steel Grade	Tensile Strength, ksi [MPa]	Yield Point Strength, ksi [MPa]
A529	Grade 50	70 - 100 [485 - 690]	50 [345]

**Gambar 2.4 Sifat Kimia dan Mekanis Besi Siku**

([Http://www.steel-sections.com](http://www.steel-sections.com), 2018)

**Tabel 2.4. Sifat Mekanis Besi Siku**

Steel Grade	Grade 50
Tensile Strength, ksi [MPa]	70 – 100 [485 – 690]
Yield Point, min, ksi [MPa]	50 [345] / 50038 psi

iii. Baja UNP (Kanal U)

Baja UNP adalah besi baja yang mempunyai bentuk seperti huruf U. Kegunaan dari baja ini tidak jauh beda dari penggunaan baja *wide flange*. Hanya berbeda untuk penggunaan pada kolom, dikarenakan baja ini lebih mudah mengalami lekukan. Sifat kimia dan mekanis dari baja UNP dapat dilihat pada Tabel 2.6. berikut.

Chemical composition (heat analysis)						
Item	Grade	Carbon, max, %	Manganese, max, %	Silicon, max, %	Phosphorus, max, %	Sulfur, max, %
A572 steel angle	42	0.21	1.35	0.40	0.04	0.05
	50	0.23	1.35	0.40	0.04	0.05
	55	0.25	1.35	0.40	0.04	0.05

Mechanical properties			
Item	Grade	Yield point, min, ksi [MPa]	Tensile strength, min, ksi [MPa]
A572 steel angle	42	42 [290]	60 [415]
	50	50 [345]	65 [450]
	55	55 [380]	70 [485]

**Gambar 2.5. Sifat Kimia dan Mekanis Baja UNP**

([Http://www.steel-sections.com](http://www.steel-sections.com), 2018)

**Tabel 2.6. Sifat Mekanis Baja UNP**

Steel Grade	Grade 55
Tensile Strength, ksi [MPa]	70 [385]
Yield Point Strength, ksi [MPa]	55 [380] / 55114,3 psi

### 2.2.5. Uji Pengolah Data

Uji pengolahan data ini dilakukan untuk menguji data anthropometri dan pengukuran waktu proses. Keseragaman data, kecukupan datam uji kenormalan data dan perhitungan persentil adalah uji yang akan dilakukan pada uji pengolahan data. Ketepatan data pada saat pengukuran ditentukan dari pengujian data ini.

#### i. Uji Kenormalan Data

Tujuan dari pengujian kenormalan data ini adalah untuk mengetahui kenormalan pada distribusi data pengukuran. Menurut (Wahjudi, 2007) metode uji kenormalan data ada 4 jenis yaitu *Anderson-Darling test*, *Kolmogorov-Smirnov test*, *Cramer-von Mises test*, *Pearson Chi-square test*. Metode Anderson-Darling memiliki keunggulan diantara metode-metode lainnya. Ada 3 uji kenormalan data yang terdapat pada software minitab 18, yaitu *Anderson-Darling*, *Ryan-Joiner*, dan *Kolomogorov-Smirnov*.

#### ii. Uji Keseragaman Data

Tujuan dari pengujian keseragaman data adalah untuk memastikan keseragaman dari data yang diambil dan data masih dalam batas kendali. Berikut adalah langkah untuk menguji keseragaman data.

##### 1. Membagi data menjadi beberapa subgroup

Rumus untuk menentukan jumlah dari subgroup dapat dilihat pada persamaan 2.1. berikut.

$$k = 1 + 3,3 \log N \quad (2.1)$$

Keterangan :

N : banyak data yang diambil

k : banyak subgroup

##### 2. Menghitung rata-rata dari subgroup

Rumus perhitungan yang digunakan dalam menghitung rata-rata subgroup dapat dilihat dalam persamaan 2.2. berikut.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{k} \quad (2.2)$$

Keterangan :

$\bar{\bar{X}}$  : nilai rata-rata subgroup

$\sum \bar{X}_i$  : jumlah rata-rata subgroup

k : jumlah subgroup

3. Menghitung standar deviasi dari waktu penyelesaian.

Standar deviasi dari waktu penyelesaian ini dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan yang dapat dilihat pada persamaan 2.3. dan 2.4. dibawah ini.

(Untuk Data Populasi)

$$\sigma = SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad (2.3)$$

(Untuk Data Sampel)

$$\sigma = SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$\sigma$  : standar deviasi waktu

N : banyaknya data

$X_i$  : data ke-i

$\bar{\bar{X}}$  : nilai rata-rata subgroup

4. Menghitung standar deviasi dari distribusi rata-rata subgroup

Perhitungan untuk menghitung standar deviasi dari distribusi rata-rata subgroup dapat diihitung dengan menggunakan persamaan 2.5. berikut.

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (2.5)$$

Keterangan :

$\sigma_{\bar{x}}$  : standar deviasi dari nilai rata-rata subgroup

$\sigma$  : standar deviasi waktu

N : banyaknya data masing-masing subgroup

5. Menghitung nilai Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB)

Persamaan 2.6. dan 2.7. berikut akan menunjukkan rumus untuk menghitung Batas Kendali Atas dan Batas Kendali Bawah.

$$BKA = \bar{\bar{X}} + 3 \cdot \sigma_{\bar{X}} \quad (2.6)$$

$$BKB = \bar{\bar{X}} - 3 \cdot \sigma_{\bar{X}} \quad (2.7)$$

Keterangan :

$\sigma_{\bar{X}}$  : standar deviasi dari nilai rata-rata subgroup

$\bar{\bar{X}}$  : nilai rata-rata subgroup

Data yang seragam akan berada diantara batas kendali, dan data yang tidak seragam akan berada di luar batas kendali.

- iii. Uji Kecukupan Data

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diambil cukup atau tidak. Data akan dikatakan cukup apabila  $N' < N$  dan bila data tidak cukup maka perlu pengambilan data lagi. Rumus perhitungan uji kecukupan data dapat dilihat pada persamaan 2.8. berikut

$$N' = \left[ \frac{\frac{K}{s} \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right] \quad (2.8)$$

Keterangan :

$N'$  : jumlah pengukuran yang diperlukan

$N$  : jumlah pengukuran yang telah dilakukan

$K$  : tingkat keyakinan

$s$  : tingkat ketelitian

$X_i$  : data ke-i

- iv. Uji *Independent sample t-test*

Tujuan dari uji *independent sample t-test* adalah untuk melihat perbandingan data pengambilan dari kedua data yang diambil pada saat proses pengamatan. Perbedaan rata-rata dua populasi/kelompok data yang independen akan diketahui melalui uji ini. Syarat dari uji *independent sample t-test* ini adalah data terdistribusi normal dan kedua kelompok data independen atau bebas.