

**PERANCANGAN ULANG MESIN PEMOTONG DOP  
SHUTTLECOCK BERDASARKAN ANALISIS *RAPID UPPER*  
*LIMB ASSESSMENT (RULA)***

**Skripsi**



**Dian Krisnawati  
I 0305025**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2010**

**BAB I**

## PENDAHULUAN

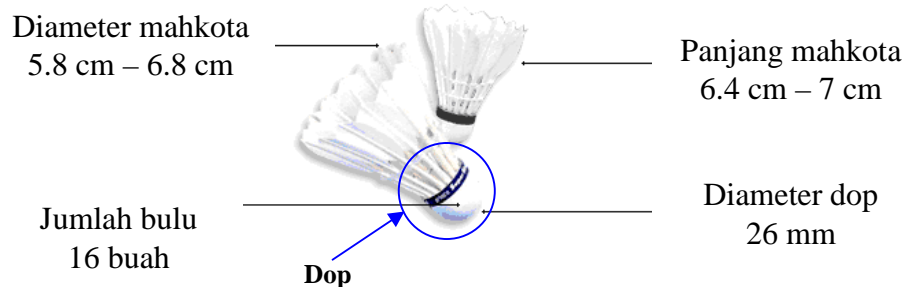
Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian yang dilakukan. Berikutnya diuraikan mengenai batasan masalah, asumsi yang digunakan dalam permasalahan, dan sistematika penulisan untuk menyelesaikan penelitian.

### 1.1 LATAR BELAKANG

Bulutangkis merupakan cabang olahraga populer di Indonesia. Olahraga ini tergolong *cheap body fit* (olahraga yang murah) karena bisa dilakukan hanya dengan menggunakan raket dan *shuttlecock*. Bulutangkis sebagai olahraga yang murah dapat dijangkau seluruh kalangan dari kalangan atas sampai kalangan bawah. Hal inilah yang menyebabkan bulutangkis tetap digemari masyarakat Indonesia.

Kegemaran masyarakat bermain bulutangkis berpengaruh terhadap peningkatan kebutuhan peralatan yang digunakan. Salah satu peralatan tersebut adalah *shuttlecock*. Oleh karena itu, bermunculan banyak industri *shuttlecock* di Indonesia. Salah satu sentra industri *shuttlecock* Indonesia berada di daerah Solo. Industri *shuttlecock* di daerah ini melaksanakan proses produksinya dengan membeli bahan setengah jadi berupa dop dari industri-industri kecil di daerah Solo contohnya industri kerajinan dop milik Bapak Soeroto yang berada di daerah Semanggi.

Dop merupakan bagian ujung dari *shuttlecock* yang berbentuk setengah bola dan merupakan tempat menempelkan bulu. Dop yang diproduksi oleh Bapak Soeroto terbuat dari kayu bakau yang biasa disebut dengan 'bogem'. Adapun spesifikasi ukuran dop yang diproduksi Bapak Soeroto memiliki diameter 26 mm, panjang 23 mm dan berat 2,3 gram. Industri dop Bapak Soeroto diharapkan mampu memproduksi dop mencapai 5000 dosin tiap minggu. Untuk memenuhi spesifikasi tersebut digunakan alat maupun mesin yang mendukung, salah satunya adalah mesin pemotong dop. Mesin pemotong dop ini digunakan untuk memotong dop setelah proses pengepresan sehingga didapatkan hasil pemotongan yang rapi dengan panjang dop sebesar 23 cm.



**Gambar 1.1** *Shuttlecock*

Sumber : news.bbc.co.uk, 2009

Proses pemotongan dop sebelumnya dilakukan secara manual dengan menggunakan pisau. Seiring dengan peningkatan kebutuhan dop maka muncul mesin pemotong dop. Mesin pemotong dop yang digunakan pada industri dop milik Bapak Soeroto saat ini memiliki bentuk dan cara kerja yang sama dengan mesin pemotong dop pengrajin lain yang ada di daerah Semanggi yaitu pemotongan dilakukan dengan arah vertikal dan cara memasukkan dop dari arah samping.

Mesin pemotong dop yang digunakan oleh industri dop milik Bapak Soeroto terdiri atas lima bagian utama yaitu motor, poros, pisau pemotong bagian pendorong, dan rangka. Motor sebagai tenaga pemutar mesin. Poros sebagai penerus putaran dari motor ke tempat dop. Pada poros terpasang komponen-komponen lain seperti tempat dop dan *pully*. Pisau sebagai pemotong (*cutter*) dop, bagian pendorong untuk mengeluarkan dop dari tempat dop, sedangkan rangka sebagai tempat peletakkan komponen-komponen mesin pemotong dop.



**Gambar 1.2** Proses Pemotongan Dop

Sumber : Dokumentasi proses pemotongan, 2009

Proses pemotongan dop menggunakan mesin pemotong dop terdiri dari lima langkah. Langkah tersebut adalah tangan kanan mengambil dop dari karung lalu memasukkannya ke dalam tempat dop mesin pemotong. Selanjutnya kaki kanan menginjak pijakan motor untuk memutar mesin. Sementara itu, tangan kanan menjalankan tuas pada pisau untuk memotong secara vertikal. Setelah proses pemotongan selesai dop dikeluarkan dengan menekan bagian pendorong oleh tangan kiri. Setelah itu, dop dipindahkan ke tempat yang sudah disediakan.

Dari kelima langkah pemotongan dop tersebut, ada beberapa keluhan dari operator pemotongan mengenai mekanisme dan bentuk fisik mesin tersebut. Pertama, mesin memiliki posisi tempat dop yang berada di samping sehingga menyebabkan operator tidak dapat melihat tempat dop dengan baik. Hal ini menyebabkan operator harus mencondongkan badan ke samping pada saat memasukkan dop ke dalam tempat dop. Kedua, mesin awal memiliki posisi tempat dop horisontal. Bila dibandingkan dengan posisi tempat dop yang vertikal, maka posisi horisontal menyebabkan operator mengeluarkan energi yang cukup besar saat proses memasukkan dop. Hal ini disebabkan, dengan posisi tempat dop yang vertikal, proses pemasukkan dop akan dibantu dengan adanya gaya gravitasi yang arahnya selalu ke bawah. Ketiga, tempat dop yang terbuat dari silinder besi sangat riskan karena besi dapat berkarat sehingga kain pelapis dop dapat tergores dan kotor. Keempat, mesin awal memiliki pegangan tuas pemotong yang kurang nyaman karena dibentuk dari kain yang dililitkan pada besi.

Berdasarkan hasil kuesioner *Nordic Body Map* terhadap 3 orang operator mesin pemotong dop di industri milik Bapak Soeroto didapatkan keluhan pada beberapa segmen tubuh operator. Dari ketiga operator tersebut diketahui bahwa ketiganya mengeluhkan adanya rasa nyeri pada leher bawah, lengan atas kanan, pergelangan tangan kanan, dan pinggul. Selain itu, dua dari tiga orang operator juga mengeluhkan rasa nyeri pada bahu kanan dan engkel kanan. Berdasarkan hasil pengamatan, terdapat postur kerja yang mengindikasikan terjadinya cedera otot. Oleh karena itu, dilakukan identifikasi postur kerja saat proses pemasukkan dan pengeluaran dop, serta proses pemotongan dop menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Metode RULA dipilih karena berdasarkan hasil kuesioner *Nordic Body Map* diketahui bahwa sebagian besar segmen tubuh

operator yang mengalami nyeri adalah segmen tubuh bagian atas. Oleh karena itu, metode RULA merupakan metode yang paling tepat digunakan karena RULA secara khusus digunakan untuk meneliti gangguan pada tubuh bagian atas. Setelah melakukan identifikasi postur kerja menggunakan metode RULA didapatkan hasil bahwa perlu dilakukan perbaikan sekarang juga untuk proses pemasukkan dan pengeluaran dop serta perbaikan dalam waktu dekat untuk proses pemotongan dop. Apabila mesin ini tidak segera diperbaiki maka akan menyebabkan cedera *musculoskeletal* yang akan mengganggu aktivitas operator. Sedangkan dari hasil pengamatan terhadap aktivitas operator pemotong dop diketahui bahwa kecepatan operator memotong dop dengan mesin awal adalah 30 dosin/ jam. Dengan jam kerja selama 8 jam per hari, menurut Bapak Soeroto, kondisi seperti ini masih di bawah target yang ditetapkan yaitu 40 dosin/ jam.

Keluhan para operator serta belum tercapainya kecepatan pemotongan dop tersebut membutuhkan perhatian khusus untuk dapat menciptakan kondisi kerja yang nyaman namun tetap produktif. Kondisi kerja yang nyaman dan produktif dapat diperoleh dengan merancang ulang mesin pemotong dop yang ergonomik. Berdasarkan uraian di atas diperlukan perancangan ulang mesin pemotong dop sebagai upaya untuk mengurangi keluhan-keluhan yang dirasakan oleh operator.

## **1.2 PERUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat dirumuskan permasalahan ini adalah bagaimana merancang alat pemotong dop *shuttlecock* yang ergonomik.

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah merancang ulang mesin pemotong dop yang ergonomik.

## **1.4 MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat yang diperoleh setelah penelitian dilakukan adalah menghasilkan rancangan mesin pemotong dop yang ergonomik.

## **1.5 BATASAN MASALAH**

Agar penelitian ini dapat terfokus pada masalah dan tujuan penelitian, maka penelitian perlu dibatasi. Batasan-batasan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian dilakukan pada industri dop milik Bapak Soeroto di daerah Semanggi, Kecamatan Pasar Kliwon, Kotamadya Surakarta.
2. Pengamatan dilakukan selama dua bulan (Juli – Agustus 2009).
3. Jumlah responden yang digunakan adalah 3 orang operator pemotong dop.
4. Perancangan alat bantu ini berdasarkan produk yang dihasilkan oleh industri *shuttlecock* yang dimiliki oleh Bapak Soeroto.

## **1.6 ASUMSI MASALAH**

Asumsi penelitian dibuat untuk menyederhanakan permasalahan dalam penelitian. Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Kualitas kayu bogem dan kain pelapis dop yang digunakan memenuhi syarat untuk perakitan pembuatan dop *shuttlecock*.
2. Tempat dop belah 5 merupakan yang terbaik untuk digunakan.
3. Faktor keamanan yang digunakan dalam perhitungan mekanika teknik sebesar 1,5.

## **1.7 SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan penelitian dalam laporan tugas akhir ini mengikuti uraian yang diberikan pada setiap bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya. Dari pokok-pokok permasalahan dapat dibagi menjadi enam bab, yaitu:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini dijelaskan tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan batasan masalah yang digunakan dalam penelitian mengenai perancangan alat pemotong dop *shuttle cock* pada industri kecil di daerah Semanggi.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan materi penulisan yang diperoleh dari beberapa referensi baik buku, jurnal penelitian maupun sumber literatur lain, dan studi terhadap penelitian terdahulu.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN MASALAH**

Bab ini berisi tentang langkah-langkah terstruktur dan sistematis yang dilakukan dalam penelitian. Langkah-langkah tersebut disajikan dalam bentuk diagram alir yang disertai dengan penjelasan singkat.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Berisi tentang data-data atau informasi yang diperlukan dalam menganalisis permasalahan yang ada serta pengolahan data berdasarkan metodologi yang telah ditentukan.

### **BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL**

Bab ini berisi analisis dan interpretasi hasil dari pengumpulan dan pengolahan data.

### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini akan membahas kesimpulan dari hasil pengolahan data dengan memperhatikan tujuan yang dicapai dari penelitian dan kemudian memberikan saran perbaikan yang dilakukan untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 GAMBARAN UMUM INDUSTRI KECIL *SHUTTLECOCK***

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang prospektif pengrajin, spesifikasi *shuttlecock*, bahan baku, peralatan, dan pembuatan *shuttlecock* pada sentra industri *shuttlecock* di daerah Semanggi.

##### **2.1.1 Prospektif Pengrajin**

Sejak tahun 1980-an daerah Semanggi terkenal sebagai penghasil dop *shuttlecock*. Pengrajin dop berskala kecil hingga besar tumbuh di daerah tersebut. Salah satu pengrajin dop di daerah tersebut adalah Bapak Soeroto. Industri ini berlokasi di Semanggi RT 03 RW XXIII Surakarta. Bapak Soeroto memulai usahanya sejak tahun 1984. Usaha tersebut dimulai dengan membuat dop untuk disetor ke industri dop *shuttlecock* yang lebih besar yang terdapat di sekitar tempat tinggalnya. Sampai pada tahun 1990, beliau memulai usaha dengan skala yang lebih besar bersama 4 orang karyawannya. Beliau mulai memasok dop ke perusahaan pembuat *shuttlecock* di daerah Tegal dan Malang. Berawal dari situlah, industri dop *shuttlecock* milik Bapak Soeroto memiliki perkembangan yang pesat.

Pada saat ini Bapak Soeroto memiliki 25 karyawan yang membantu dalam proses pembuatan dop *shuttlecock*. Jumlah karyawan tersebut dapat menghasilkan sekitar 5000 dosin. Karyawan – karyawan tersebut terbagi ke dalam beberapa stasiun kerja. Pembagian karyawan tersebut dapat dilihat dalam tabel 2.1. setiap karyawan hanya melakukan satu jenis pekerjaan. Mereka memiliki jam kerja regular selama 8 jam, mulai dari pukul 07.30 hingga pukul 16.30 dengan waktu istirahat selama 1 jam pada pukul 12.00 hingga pukul 13.00. Karyawan yang bekerja melebihi batas jam kerja dihitung lembur. Kebanyakan karyawan di tempat tersebut memiliki tingkat pendidikan yang rendah, yaitu lulusan SD dan SMP.



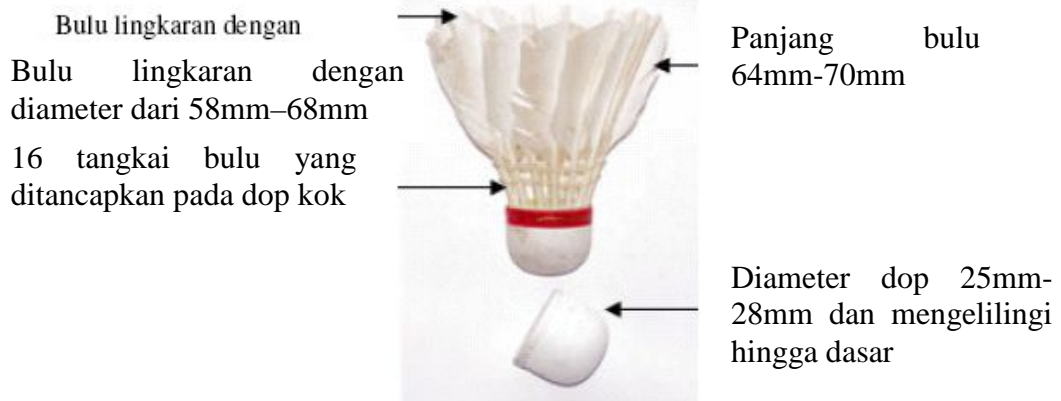
**Tabel 2.1** Pembagian Karyawan Masing-Masing Stasiun Kerja

No	Stasiun Kerja	Jumlah
1	Penempelan perpak	2
2	Pembubutan 1	2
3	Penambalan	3
4	Pembubutan 2	2
5	Penggergajian	1
6	Pengepresan	5
7	Pemotongan	3
8	Pengepliman	4
9	Pemitaan	3
<b>Total</b>		<b>25</b>

Sumber : Industri Dop Bapak Soeroto, 2009

### 2.1.2 Spesifikasi *Shuttlecock*

*Shuttlecock* memiliki bentuk dan ukuran yang telah ditentukan oleh pihak pemesan. Pada *Badminton Equipment Guide* di situs [news.bbc.co.uk](http://news.bbc.co.uk), *shuttlecock* yang memenuhi spesifikasi standar internasional dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini.



**Gambar 2.1** Standar *Shuttlecock*

Sumber: [news.bbc.co.uk](http://news.bbc.co.uk), 2006

Standar internasional pada *shuttlecock* memiliki bulu yang dipasang pada dop (*base*) sebanyak 16 buah. Panjang mahkota bervariasi dengan spesifikasi ukuran 6,4 cm sampai dengan 7 cm, tetapi *shuttlecock* harus memiliki panjang bulu yang sama. Ujung bulu (diameter mahkota) harus membentuk lingkaran dengan spesifikasi ukuran diameter 5,8 cm sampai dengan 6,8 cm. Dop yang digunakan harus memiliki spesifikasi ukuran diameter 2,5 cm sampai dengan 2,8 cm dan berbentuk bulat di bawahnya. *Shuttlecock* harus memiliki spesifikasi berat

4,74 sampai dengan 5,5 gram. Mengikuti spesifikasi ini kecepatan *shuttlecock* dapat mencapai 200 mil per jam (news.bbc.co.uk).

Berdasarkan hasil dari wawancara dengan Bapak Soeroto diketahui bahwa ukuran dop *shuttlecock* di industri dop miliknya disesuaikan dengan permintaan dari konsumen. Konsumen tersebut adalah perusahaan-perusahaan *shuttlecock*. Menurut beliau konsumen akan menyesuaikan ukuran dop dengan daerah pemasaran *shuttlecock*-nya. Untuk pemasaran wilayah Surakarta dop memiliki spesifikasi panjang 23 mm, diameter 26 mm, dan berat 2,3 g..

### **2.1.3 Bahan Baku Dop Shuttlecock**

Dop pada awalnya dibuat dari papah aren lalu pada tahun 1953 diganti menjadi bogem (sejenis gabus dari Cilacap yang bahannya dari rawa-rawa). Bahan baku utama yang digunakan untuk membuat dop *shuttlecock* adalah gabus atau akar bakau (bogem), perpak, dempul, dan kulit imitasi.. Selain bahan baku utama juga dibutuhkan bahan baku penunjang yang meliputi label, lem dan lis pita yang mudah didapatkan di kota Surakarta.

### **2.1.4 Peralatan Pembuatan Dop Shuttlecock**

Dop *shuttlecock* dibuat dengan peralatan yang sederhana. Adapun peralatan yang digunakan adalah alat pengeplong bogem, alat dempul, mesin *forming*, mesin gergaji, alat pengepres, dan mesin pemotong dop. Fungsi masing-masing alat, yaitu:

#### **1. Alat pengeplong bogem**

Alat ini berfungsi untuk mencetak bogem dari bahan semula yang berupa kayu gelondongan menjadi bogem yang berukuran panjang sekitar 7 cm dan diameter sekitar 3 cm.

#### **2. Alat penambal**

Alat ini berfungsi untuk menambal ujung bahan dop setelah dilakukan pembubutan pertama. Alat ini mempunyai bentuk setengah bola untuk membentuk dop.



**Gambar 2.2** Alat Penambal

Sumber : Industri Dop Bapak Soeroto, 2009

### 3. Mesin bubut dop

Mesin ini berfungsi untuk menghaluskan setelah proses penambalan dan membentuk ujung dop agar diperoleh ukuran diameter yang diinginkan.

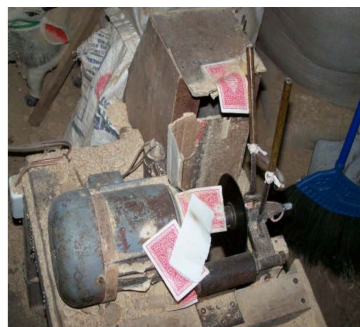


**Gambar 2.3** Mesin Bubut Dop

Sumber : Industri Dop Bapak Soeroto, 2009

### 4. Mesin gergaji

Mesin ini berfungsi untuk memotong hasil dari mesin bubut dop sehingga untuk satu buah bogem dapat menjadi dua buah bagian yang sama (disebut poreman).



**Gambar 2.4** Mesin Gergaji

Sumber : Industri Dop Bapak Soeroto, 2009

### 5. Alat pengepres

Alat ini digunakan untuk mengepres poreman dengan kulit/ imitasi sehingga didapat hasil yang presisi.



**Gambar 2.5** Alat Pengepres

Sumber : Industri Dop Bapak Soeroto, 2009

### 6. Alat Penjemur

Alat ini berbentuk papan yang dilubangi sebesar dop untuk meletakkan dop yang telah dipres sehingga bentuk tidak berubah.



**Gambar 2.6** Alat Penjemur

Sumber : Industri dop Bapak Soeroto, 2009

#### 7. Mesin pemotong dop

Mesin ini digunakan untuk memotong dan meratakan permukaan dop dan merupakan pmesin penentu ukuran dop.



**Gambar 2.7** Mesin Pemotong Dop

Sumber : Industri Dop Bapak Soeroto, 2009

#### **2.1.5** Proses Produksi Dop *Shuttlecock*

Cara pembuatan dop adalah sebagai berikut :

1. Menambal,

Pada proses ini bahan dasar kayu ditambal pada kedua ujungnya dengan perpak dan serbuk gergaji sebagai ujung dop.

2. Pengeringan atau oven,

Pada proses ini dilakukan pengeringan dengan cara dijemur atau dapat juga dengan cara pengovenan untuk mendapatkan pengeringan yang

merata maka diperlukan pengovenan selama + 2 jam.

### 3. Pembubutan ujung dop

Pada proses ini dilakukan pembubutan pada kedua ujung bahan dop untuk mendapatkan bentuk dan ukuran sesuai dengan ukuran ujung dop yang telah ditentukan dengan diameter 2,5 cm sampai dengan 2,8

### 4. Penggergajian,

Pada proses penggergajian bahan dop yang telah dibubut kemudian dipotong menjadi dua sesuai dengan ukuran panjang dop.

### 5. Pengepresan,

Pada proses ini bahan dop yang telah dipotong ditempel dengan kain pelapis dop, dengan cara kain pelapis dop yang telah diberi lem diletakkan di atas lubang pres dan dop diletakkan di atasnya kemudian dop diberi tekanan ke bawah hingga kulit dan bahan dop masuk ke lubang pres dop .

### 6. Pengeringan,

Pada proses ini dilakukan penjemuran untuk mengeringkan lem pada proses pengepresan dengan cara diletakkan pada cetakan dop .

### 7. Pemotongan,

Pada proses pemotongan kedua dop dipotong dengan ukuran 2,3 cm dan untuk merapikan kain pelapis dop pada proses pengepresan .

### 8. Pengepliman,

Pada proses ini dilakukan penutupan atau penempelan kain pada bagian belakang dop dengan cara dilem dan dirapikan dengan gunting.

### 9. Finising,

Pada proses ini dilakukan pemberian pita dan penimbangan dop *shuttlecock* untuk mengetahui beratnya apakah sesuai dengan standar dan menghitung dop sesuai dengan pesanan.

## 2.2 KONSEP PERANCANGAN

Perancangan secara harafiah dapat diartikan sebagai perencanaan membuat sesuatu hal atau mengatur segala sesuatu sebelum mengerjakan serta melakukan sesuatu hal (Poerwadarminta, 1984). Dengan kata lain, perancangan dapat diartikan sebagai perencanaan terhadap suatu hal yang diikuti dengan langkah realisasi atau perwujudan dari rencana yang telah dibuat sebelumnya.

Dari definisi perancangan di atas, perancangan dapat berwujud fisik yaitu berupa rancangan produk ataupun berupa suatu hal yang abstrak seperti suatu sistem informasi pada suatu instansi. Suatu industri tidak akan terlepas dari perancangan, perancangan dapat berupa sistem manajerial yang diterapkan pada perusahaan ataupun perancangan yang bersifat teknis seperti desain rancangan produk. Pada penelitian ini perancangan difokuskan pada rancangan fisik yang berupa perancangan ulang mesin pemotong dop dengan studi kasus industri dop milik Bapak Soeroto di daerah Semanggi..

## **2.3 KAJIAN ERGONOMI**

Agar perbaikan alat dapat sesuai dengan target penelitian yaitu terciptanya alat yang dapat memberi kenyamanan pengrajin saat bekerja, maka pada subbab ini diawali dengan pengertian ergonomi.

### **2.3.1 Pengertian Ergonomi**

Ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum alam. Di Amerika Serikat, ergonomi disebut sebagai "*human faktor engineering*". Eko Nurmianto (1996) mendefinisikan ergonomi sebagai ilmu yang mempelajari tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau dari aspek anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain perancangan. Ergonomi terkait dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja.

Dalam ergonomi diperlukan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya, saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Setiap pekerjaan yang dilakukan, apabila tidak dilakukan dengan ergonomis akan mengakibatkan ketidaknyamanan, biaya tinggi, kecelakaan dan meningkatnya penyakit akibat kerja, performansi kerja menurun yang berakibat kepada efisiensi dan penurunan daya kerja (Tarwaka, 2004).

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (*design*) maupun rancang ulang (*redesign*). Hal ini dapat meliputi perangkat keras, seperti misalnya perkakas kerja (*tools*), bangku kerja (*branches*), platform kursi,

pegangan alat kerja (*work holders*), sistem pengendali (*controls*), alat peraga (*display*), pintu (*doors*), jendela (*windows*), dan lain-lain (Nurmianto, 2004).

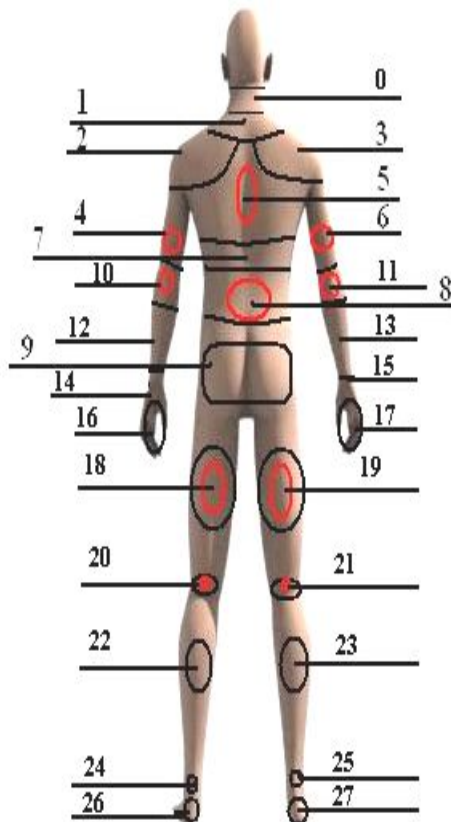
### **2.3.2 Tujuan Ergonomi**

Secara umum tujuan ergonomi dapat dibedakan menjadi tiga tujuan. Ketiga tujuan tersebut yaitu:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek teknis, ekonomis, antropologis, dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi (Tarwaka, 2004).

### **2.4 Nordic Body Map (NBM)**

Salah satu alat ukur ergonomik sederhana yang dapat digunakan untuk mengenali sumber penyebab keluhan *musculoskeletal* adalah *nordic body map*. Melalui *nordic body map* dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak sakit sampai dengan sangat sakit (Corlett, 1992). Kuesioner *nordic body map* terhadap segmen-segmen tubuh dapat dilihat dalam gambar 2.8 berikut ini.



**Gambar 2.8** *Nordic Body Map*

Sumber : safelindo.blogspot.com, 2009

**Keterangan Gambar 2.8**

- |                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| 0 : Leher atas                | 19 : paha kanan         |
| 1 : Leher bawah               | 20 : Lutut kiri         |
| 2 : Pundak kiri               | 21 : Lutut kanan        |
| 3 : Pundak kanan              | 22 : Betis kiri         |
| 4 : Lengan atas kiri          | 23 : Betis kanan        |
| 5 : Punggung                  | 24 : Engkel kiri        |
| 6 : Lengan atas kanan         | 25 : Engkel kanan       |
| 7 : Pinggang                  | 26 : Telapak kaki kiri  |
| 8 : Pinggul                   | 27 : Telapak kaki kanan |
| 9 : Pantat                    |                         |
| 10 : Siku kiri                |                         |
| 11 : Siku kanan               |                         |
| 12 : Lengan bawah kiri        |                         |
| 13 : Lengan bawah kanan       |                         |
| 14 : Pergelangan tangan kiri  |                         |
| 15 : Pergelangan tangan kanan |                         |
| 16 : Jari jari kiri           |                         |
| 17 : Jari kanan               |                         |
| 18 : Paha kiri                |                         |



## **2.5 ANTHROPOMETRI**

Istilah Anthropometri berasal dari “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metri*” yang berarti ukuran. Secara definitif, anthropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (Wignjosoebroto, 2000).

Pada dasarnya manusia mempunyai perbedaan fisik yang nyata terlihat, antara lain berupa perbedaan bentuk, ukuran (tinggi dan lebar), dan berat. Pendekatan anthropometri digunakan sebagai pertimbangan untuk desain perancangan suatu produk maupun fasilitas kerja lainnya yang memerlukan interaksi dengan manusia. Kegunaan data anthropometri menurut Wignjosoebroto (2000), sebagai berikut:

1. Perancangan area kerja.
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, peralatan, perkakas (tools), dan lain sebagainya.
3. Perancangan produk konsumtif, seperti pakaian, kursi, meja, komputer, dan lain-lain.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

### **2.5.1 Faktor Penyebab Variabilitas Ukuran Tubuh Manusia**

Manusia pada umumnya berbeda-beda dalam hal bentuk dan ukuran tubuhnya. Menurut Stevenson (1989) dalam buku Nurmianto (1996), perbedaan (variabilitas) antara satu populasi dengan populasi yang lain dikarenakan oleh faktor-faktor, sebagai berikut:

1. Keacakan/Random

Walaupun terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku/bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, namun masih akan ada perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat. Distribusi frekuensi secara statistik dari dimensi kelompok anggota masyarakat jelas dapat diperkirakan dengan menggunakan distribusi

normal, yaitu dengan menggunakan data persentil yang telah diduga, jika rata-rata (*mean*) dan SD (standar deviasi) telah dapat diestimasi.

## 2. Jenis Kelamin (*sex*)

Dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk bagian tubuh tertentu seperti pinggul.

## 3. Suku bangsa

Setiap suku bangsa akan memiliki karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Dimensi suku bangsa barat cenderung lebih besar daripada dimensi tubuh suku bangsa timur.

## 4. Usia

Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur. Dari suatu penelitian yang dilakukan oleh A.F. Roche dan G.H. Davila (1972) di USA, diperoleh kesimpulan bahwa laki-laki akan tumbuh dan berkembang naik hingga usia 21,2 tahun, sedangkan wanita 17,3 tahun, meskipun ada sekitar 10% yang masih terus bertambah tinggi sampai usia 23,5 tahun (laki-laki) dan 21,1 tahun (perempuan). Setelah itu tidak terjadi pertumbuhan melainkan terjadi penurunan sekitar umur 40 tahunan.

## 5. Tebal tipis pakaian

Hal ini juga merupakan sumber variabilitas yang disebabkan oleh bervariasinya iklim atau musim yang berbeda dari satu tempat ke tempat yang lainnya terutama untuk daerah yang mempunyai empat musim.

## 6. Kehamilan

Tubuh wanita yang hamil jelas akan mempengaruhi ukuran, terutama yang berkaitan dengan Analisis Perancangan Produk (APP) dan Analisis Perancangan Kerja (APK).

## 7. Posisi tubuh (*postur*)

Posisi tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh, oleh sebab itu, posisi tubuh standar harus diterapkan untuk survei pengukuran.

## 8. Cacat tubuh

Dalam perancangan produk yang dikhususkan bagi orang-orang cacat, perlu diperhatikan masalah keterbatasan gerak maupun jangkauan dari penderita sehingga mereka dapat merasakan “kesamaan” dalam penggunaan jasa dari ilmu ergonomi di dalam pelayanan untuk masyarakat.

### 2.5.2 Data Anthropometri dan Cara Pengukurannya

Dalam penggunaan data anthropometri perlu menggunakan ukuran persentil. Hal ini dimaksudkan agar ukuran yang dipakai dalam perancangan terasa nyaman bagi pemakai maupun bagi operator. Adapun persentil yang sering digunakan adalah 5P, 10P, 50P, 90P, dan 95P. Menurut Wignjosoebroto (2000), cara pengukuran dimensi tubuh manusia berdasarkan posisi kerja tubuh dibedakan menjadi dua macam pengukuran, yaitu:

#### 1. Pengukuran dimensi struktur tubuh (*structural body dimension*)

Pengukuran tubuh dengan cara ini dilakukan pada saat tubuh berada dalam posisi diam dan tidak bergerak. Istilah lain untuk pengukuran dengan menggunakan metode ini adalah *static anthropometry*. Adapun dimensi tubuh yang diukur dengan menggunakan cara ini adalah tinggi tubuh dalam posisi berdiri maupun duduk, ukuran kepala, tinggi maupun panjang lutut pada saat berdiri maupun pada saat duduk, panjang lengan dan lain sebagainya. Ukuran tubuh diambil dengan menggunakan persentil tertentu seperti 5P, 50P dan 95P.

#### 2. Pengukuran dimensi fungsional tubuh (*functional body dimensions*)

Pengukuran tubuh pada cara ini dilakukan ketika tubuh berfungsi melakukan gerakan-gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus diselesaikan. Hal yang ditekankan dalam pengukuran dengan menggunakan metode ini adalah mendapatkan ukuran tubuh yang nantinya akan berkaitan dengan gerakan-gerakan nyata yang diperlukan tubuh untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan tertentu. Pengukuran dengan cara ini sering disebut dengan *dynamic anthropometry*. Pengukuran anthropometri dinamis akan diaplikasikan dalam perancangan fasilitas maupun ruang kerja.

### **2.5.3 Aplikasi Data Anthropometri dalam Perancangan Produk/Fasilitas Kerja**

Data anthropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk maupun fasilitas kerja akan dibuat. Agar rancangan suatu produk bisa sesuai dengan orang yang mengoperasikannya, maka pengukuran data anthropometri harus memenuhi prinsip-prinsip sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2000) :

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim

Rancangan produk dibuat untuk bisa memenuhi dua sasaran, yaitu bisa sesuai untuk mengikuti klasifikasi ekstrim (terlalu besar maupun terlalu kecil dibandingkan dengan rata-rata) dan memenuhi ukuran tubuh mayoritas. Untuk dimensi minimum digunakan nilai persentil ke-90, ke-95 atau ke-99 dan untuk dimensi maksimum digunakan persentil ke-1, ke-5, atau ke-10. Pada umumnya persentil yang paling sering digunakan adalah persentil ke-95 dan ke-5.

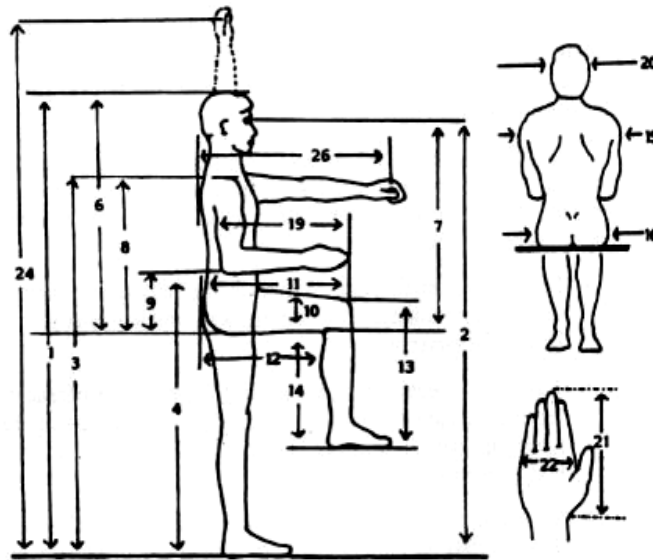
2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang

Produk dirancang dapat diubah-ubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel umumnya digunakan rentang persentil ke-5 sampai dengan ke-95.

3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata

Produk dirancang berdasarkan rata-rata ukuran manusia. Dalam hal ini kemungkinan orang yang berada dalam ukuran rata-rata sedikit, sedangkan ukuran ekstrim dibuatkan rancangan tersendiri.

Untuk memperjelas prinsip pengukuran anthropometri untuk perancangan suatu produk, maka perhatikan Gambar 2.9 berikut.



**Gambar 2.9** Anthropometri untuk Perancangan Produk atau Fasilitas  
 Sumber: Wignjosoebroto S, 2000

Keterangan:

1. Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d 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 (diukur 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 diukur dari pantat s/d ujung lutut.
12. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis.
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha.
15. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk).

16. Lebar pinggul/pantat.
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar).
18. Lebar perut.
19. Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
20. Lebar kepala.
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan.
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya no 24 tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar).
26. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan

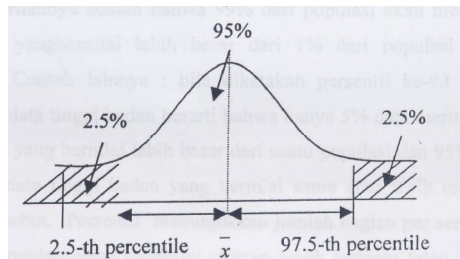
#### **2.5.4 Aplikasi Distribusi Normal dan Persentil Dalam Penetapan Data**

##### **Anthropometri**

Data anthropometri jelas diperlukan supaya rancangan produk sesuai dengan orang yang mengoperasikannya. Kesulitan dalam penetapan data anthropometri biasanya disebabkan karena perbedaan hasil pengukuran antara individu yang satu dengan yang lainnya. Permasalahan adanya variasi ukuran sebenarnya akan lebih mudah diatasi bilamana mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat ‘mampu suai’ dengan suatu rentang ukuran tertentu (Wignjoseobroto, 2000).

Pada umumnya distribusi normal sering diterapkan dalam penetapan data anthropometri. Distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata ( $\bar{x}$ ) dan simpangan standarnya ( $\sigma_x$ ) dari data yang ada. Berdasarkan nilai yang ada tersebut, maka persentil (nilai yang menunjukkan prosentase tertentu dari

orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut) bisa ditetapkan sesuai tabel probabilitas distribusi normal. Contoh penerapan distribusi normal dalam penetapan data antropometri ditunjukkan dalam Gambar 2.4. Apabila diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasi 95% dari populasi yang ada, maka di sini diambil rentang 2,5<sup>th</sup> dan 97,5<sup>th</sup> *percentile* sebagai batas-batasnya (Wignjoseobroto, 2000).



**Gambar 2.10** Distribusi Normal yang Mengakomodasi 95% dari Populasi  
Sumber: Wignjoseobroto, 2000

Secara statistik sudah diperlihatkan bahwa data hasil pengukuran tubuh manusia pada berbagai populasi akan terdistribusi dalam grafik sedemikian rupa sehingga data-data yang bernilai kurang lebih sama akan terkumpul di bagian tengah grafik, sedangkan data-data dengan nilai penyimpangan yang ekstrim akan terletak pada ujung-ujung grafik. Menurut Julius Panero dan Martin Zelnik (2003), merancang untuk kepentingan keseluruhan populasi sekaligus merupakan hal yang tidak praktis, maka dari itu sebaiknya dilakukan perancangan dengan tujuan dan data yang berasal dari segmen populasi di bagian tengah grafik. Jadi merupakan hal yang logis untuk mengesampingkan perbedaan yang ekstrim pada bagian ujung grafik dan hanya menggunakan segmen terbesar yaitu 95% dari kelompok populasi tersebut.

Persentil menunjukkan jumlah bagian per-seratus orang dari suatu populasi yang memiliki ukuran tubuh tertentu. Untuk tujuan penelitian, sebuah populasi dibagi-bagi berdasarkan kategori-kategori dengan jumlah keseluruhan 100% dan diurutkan mulai dari populasi terkecil hingga terbesar berkaitan dengan beberapa pengukuran tubuh tertentu. Sebagai contoh bila dikatakan persentil ke-95 dari suatu data pengukuran tinggi badan, berarti bahwa hanya 5% data merupakan data tinggi badan yang bernilai lebih besar pada suatu populasi dan

95% merupakan data tinggi badan yang bernilai sama atau lebih rendah pada populasi tersebut (Panero, et al, 2003).

Menurut Julius Panero dan Martin Zelnik (2003) persentil ke-50 memberi gambaran yang mendekati nilai rata-rata dari suatu kelompok tertentu. Suatu kesalahan yang serius pada penerapan suatu data adalah dengan mengasumsikan bahwa setiap ukuran pada persentil ke-50 mewakili pengukuran manusia rata-rata pada umumnya, sehingga sering digunakan sebagai pedoman perancangan. Kesalahpahaman yang terjadi dengan asumsi tersebut mengaburkan pengertian atas makna 50% dari kelompok. Sebenarnya tidak ada yang dapat disebut “manusia rata-rata”. Ada dua hal penting yang harus selalu diingat bila menggunakan persentil. Pertama, suatu persentil anthropometri dari tiap individu hanya berlaku untuk satu data dimensi tubuh saja. Kedua, tidak dapat dikatakan seseorang memiliki persentil yang sama, ke-95, atau ke-90 atau ke-5, untuk keseluruhan dimensi. Tidak ada orang dengan keseluruhan dimensi tubuhnya mempunyai nilai persentil yang sama, karena seseorang dengan persentil ke-50 untuk data tinggi badannya, dapat saja memiliki persentil 40 untuk data tinggi lututnya, atau persentil ke-60 untuk data panjang lengannya.

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data anthropometri dijelaskan pada Tabel 2.5.

**Tabel 2.2** Macam Persentil dan Cara Perhitungan dalam Distribusi Normal

Persentil	Perhitungan
1-st	$\bar{x} - 2.325 \sigma x$
2.5-th	$\bar{x} - 1.96 \sigma x$
5-th	$\bar{x} - 1.645 \sigma x$
10-th	$\bar{x} - 1.28 \sigma x$
50-th	$\bar{x}$
90-th	$\bar{x} + 1.28 \sigma x$
95-th	$\bar{x} + 1.645 \sigma x$
97.5-th	$\bar{x} + 1.96 \sigma x$
99-th	$\bar{x} + 2.325 \sigma x$

Sumber: Wignjosoebroto, 2000



Keterangan:

$\bar{x}$  = *mean* data

$\sigma_x$  = standar deviasi dari data x

## 2.6 Metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA)

*Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) merupakan metode penilaian postur kerja yang secara khusus digunakan untuk meneliti gangguan pada tubuh bagian atas. RULA pertama kali dikembangkan oleh Dr. Lynn McAtamney dan Dr. Nigel Corlet dari Universitas Nottingham (*University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomics*). Penilaian postur kerja menggunakan metode RULA tidak membutuhkan peralatan khusus dalam menilai postur leher, punggung dan tubuh bagian atas, sejalan dengan fungsi otot dan beban eksternal yang ditopang oleh tubuh.

Penilaian menggunakan RULA hanya membutuhkan waktu yang sedikit untuk memberi skor pada setiap pergerakan. RULA dikembangkan sebagai suatu metode untuk mendeteksi postur kerja yang merupakan faktor resiko terjadinya cedera tubuh bagian atas akibat beban *musculoskeletal* yang berlebihan. Metode RULA menggunakan gambar postur tubuh serta tiga tabel untuk memberikan evaluasi paparan terhadap faktor-faktor resiko.

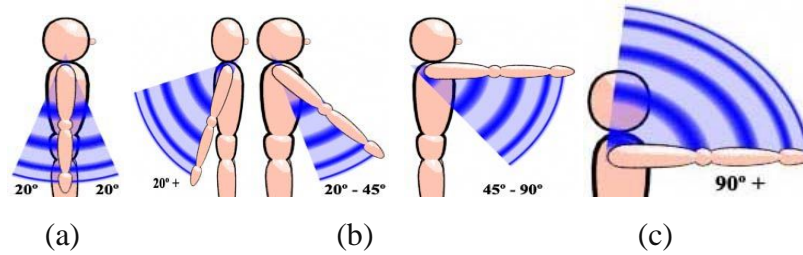
### 2.6.1 Grup A

Grup A memperlihatkan postur tubuh bagian lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Kisaran lengan atas diukur dan diberi skor, yaitu:

**Tabel 2.3** Skor Pergerakan Lengan Atas

Posisi Lengan Atas	Skor	Adjustment
20 <sup>0</sup> ke depan maupun belakang dari tubuh	1	+ 1 jika bahu naik
> 20 <sup>0</sup> ke belakang atau 20 <sup>0</sup> - 45 <sup>0</sup>	2	
45 <sup>0</sup> - 90 <sup>0</sup>	3	+ 1 jika lengan berputar
> 90 <sup>0</sup>	4	atau bengkok

Sumber: McAtamney, 1993



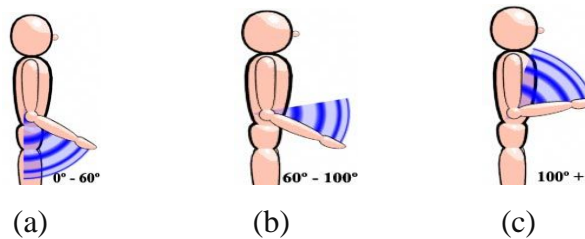
**Gambar 2.11** Range Pergerakan Lengan Atas (a) Postur Alamiah, (b) Postur Ekstension dan Fleksion, (c) Postur Lengan Atas Fleksion  
 Sumber: McAtamney, 1993

Rentang untuk lengan bawah dikembangkan dari penelitian Grandjean dan Tichauer. Skor tersebut, yaitu:

**Tabel 2.4** Skor Pergerakan Lengan Bawah

Posisi Lengan Bawah	Skor	Adjustment
$60^0 - 100^0$	1	+ 1 jika lengan bawah bekerja melewati garis tengah atau keluar dari sisi tubuh
$<60^0$ atau $>100^0$	2	

Sumber: McAtamney, 1993



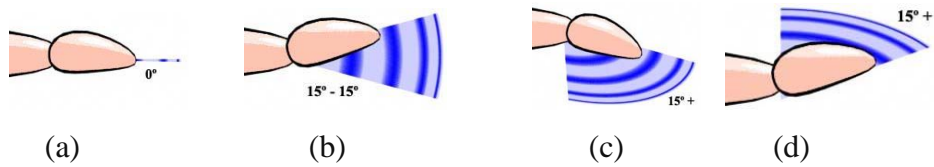
**Gambar 2.12** Range Pergerakan Lengan Bawah (a) Postur Fleksion, (b) Postur Fleksion  $60^0-100^0$  dan, (c) Postur Fleksion  $100^0+$   
 Sumber: McAtamney, 1993

Panduan untuk pergelangan tangan dikembangkan dari penelitian *Health and Safety Executive*, digunakan untuk menghasilkan skor postur tubuh, yaitu:

**Tabel 2.5** Skor Pergelangan Tangan

Posisi Pergelangan Tangan	Skor
Posisi netral	1
$0^0 - 15^0$	2

Sumber: McAtamney, 1993



**Gambar 2.13** Range Pergerakan Pergelangan Tangan (a) Postur Alamiah, (b) postur Fleksion 15°+, (c) postur 0°–15° Fleksion maupun Ekstension, dan (d) Postur Ekstension 15°+  
 Sumber: McAtamney, 1993

Putaran pergelangan tangan (*wrist twist*) yang dikeluarkan oleh *Health and Safety Executive* pada postur netral berdasar Tichauer.

- + 1 Jika pergelangan tangan berada pada rentang menengah putaran
- + 2 Jika pergelangan tangan pada atau hampir berada pada akhir rentang putaran

Hasil skor untuk grup A kemudian dimasukkan ke dalam tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.6** Tabel A RULA

Upper Arm	Lower Arm	Wrist							
		1		2		3		4	
		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	4	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	5	5	4	5	5
	3	3	4	5	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	8	8	8
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Sumber: McAtamney, 1993

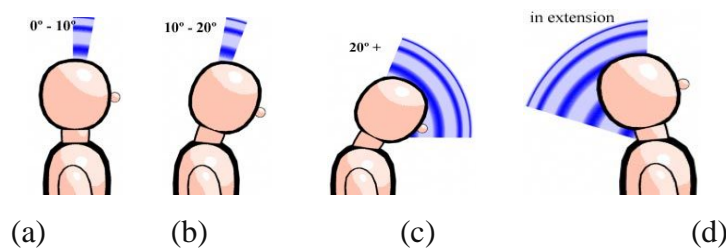
## 2.6.2 Grup B

Kelompok B adalah rentang postur untuk leher, badan dan kaki. Rentang postur untuk leher didasarkan pada studi Chaffin dan Kilborn, et al. Skor dan kisaran tersebut, yaitu:

**Tabel 2.7** Skor Pergerakan Leher

Posisi Leher	Skor	Adjustment
$0^{\circ} - 10^{\circ}$	1	
$10^{\circ} - 20^{\circ}$	2	+ 1 jika leher berputar
$>20^{\circ}$	3	atau bengkok
Ekstensi	4	

Sumber: McAtamney, 1993



**Gambar 2.14** Range Pergerakan Putaran Leher (a) Postur Alamiah, (b) Postur  $10^{\circ}$ – $20^{\circ}$  Fleksion, (c) Postur  $20^{\circ}$  atau Lebih Fleksion, dan (d) Postur Ekstension

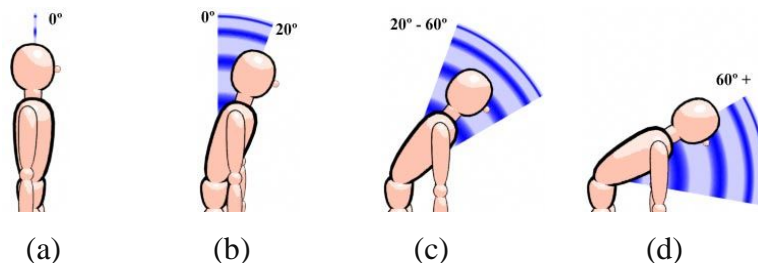
Sumber: McAtamney, 1993

Kisaran untuk punggung dikembangkan oleh Drury, Grandjean dan Grandjean, et al. Skornya, yaitu:

**Tabel 2.8** Skor Pergerakan Punggung

Posisi Punggung	Skor	Adjustment
Posisi normal $90^{\circ}$	1	+ 1 jika leher berputar/ bengkok
$0^{\circ} - 20^{\circ}$	2	
$20^{\circ} - 60^{\circ}$	3	+ 1 jika batang tubuh bungkuk
$>60^{\circ}$	4	

Sumber: McAtamney, 1993



**Gambar 2.15** Range Pergerakan Punggung (a) Postur Alamiah, (b) Postur  $0^{\circ}$ – $20^{\circ}$  Fleksion, (c) Postur  $20^{\circ}$ – $60^{\circ}$  Fleksion, (d) Postur  $60^{\circ}$  atau Lebih Fleksion

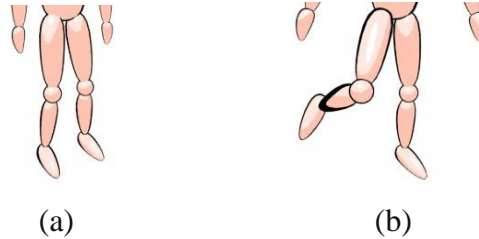
Sumber: McAtamney, 1993

Kisaran untuk postur kaki dengan skor postur kaki, yaitu:

**Tabel 2.9** Skor Postur Kaki

Posisi Kaki	Skor
Posisi normal/ seimbang	1
Posisi tidak seimbang	2

Sumber: McAtamney, 1993



**Gambar 2.16** Range Pergerakan Kaki (a) Kaki Tertopang, Bobot Tersebar Merata (b) Kaki Tidak Tertopang, Bobot Tidak Tersebar Merata  
Sumber: McAtamney, 1993

Hasil skor untuk grup B kemudian dimasukkan ke dalam tabel 2.10 berikut ini.

**Tabel 210** Tabel B RULA

Neck Posture Score	Trunk Posture											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	2	1	2	2	3	3	4	4	4	4	4
2	1	2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	5
3	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6
4	2	3	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6
5	3	4	4	4	4	5	5	6	6	6	6	6

Sumber: McAtamney, 1993

Sistem penskoran dilanjutkan dengan melibatkan sistem otot dan tenaga yang digunakan saat melakukan aktivitas:

1. Skor untuk otot (*muscle*)

+1 Jika postur statis (dipertahankan dalam waktu 1 menit) atau aktivitas diulang lebih dari 4 kali/menit.

2. Skor untuk beban (*force*)

0 = Beban < 2 kg (pembebanan sesekali)

1 = Beban 2 – 10 kg (pembebanan sesekali)

2 = Beban 2 – 10 kg (statis atau berulang-ulang)

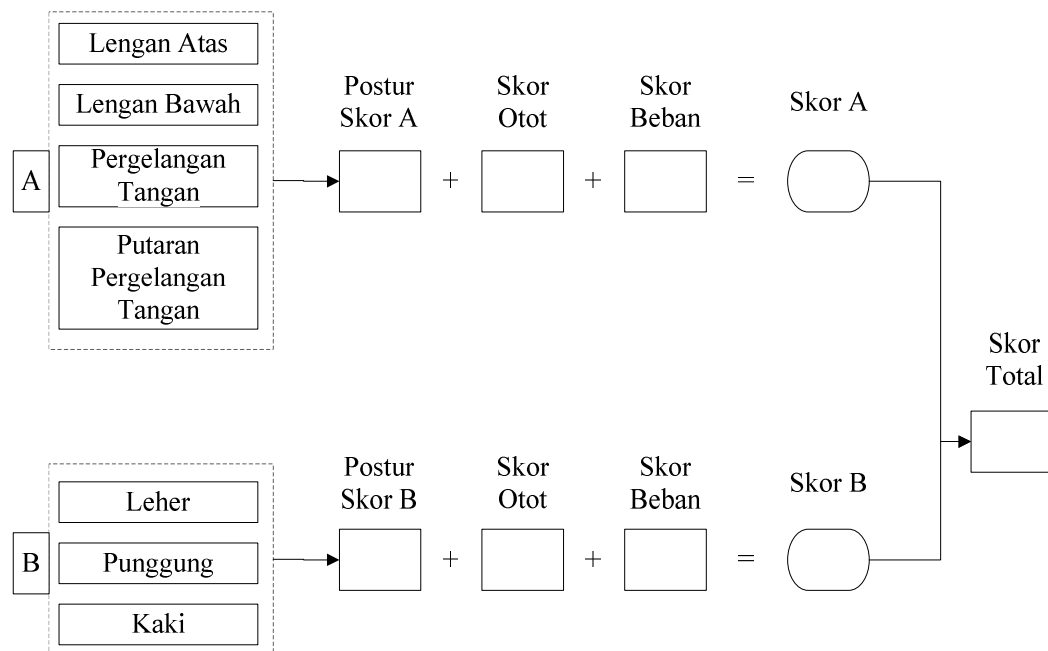
3 = Beban > 10 kg (berulang-ulang atau sentakan cepat)

Tabel 2.11 Tabel C RULA

Tabel C		Skor Grup B						
		1	2	3	4	5	6	7
Skor Grup A	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Sumber: McAtamney, 1993

Sistem penskoran dari masing-masing grup selanjutnya dikombinasikan sehingga menjadi skor final. Sistem penskoran RULA dilihat dari gambar 2.16 berikut ini.



Gambar 2.17 Sistem Penskoran RULA

Sumber: McAtamney, 1993

Skor dari hasil kombinasi postur kerja tersebut diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori level resiko, yaitu:

**Tabel 2.12** Kategori Tindakan RULA

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

Sumber: McAtamney, 1993

Penilaian sikap kerja menggunakan metode RULA dapat dilakukan secara manual menggunakan *RULA Score Sheet* ataupun menggunakan *software RULA Online* di website [www.rula.co.uk](http://www.rula.co.uk).

## 2.7 DASAR PERENCANAAN DAN PEMILIHAN ELEMEN MESIN

Dalam perencanaan dan pemilihan elemen mesin, terlebih dahulu perlu adanya pemahaman tentang pemindahan daya. Pemindahan daya pada mesin adalah pemindahan daya dari mesin-sumber-daya kepada mesin-pemakai-daya yang diinginkan bergerak menurut kebutuhan. Pemindahan daya dapat disertai dengan perubahan arah putaran, perubahan kecepatan putaran, dan perbesaran atau memperkecil momen puntir pada poros yang menerima daya. Alat-alat transmisi daya dapat berupa (Anwari, 1980):

1. Pemindah daya dengan sabuk/*belt*
2. Pemindah daya dengan roda rantai
3. Pemindah daya dengan roda gesek
4. Pemindah daya dengan roda gigi
5. Pemindah daya dengan poros ulir

Penjelasan tentang masing-masing alat pemindah daya tersebut ditunjukkan dalam uraian berikut.

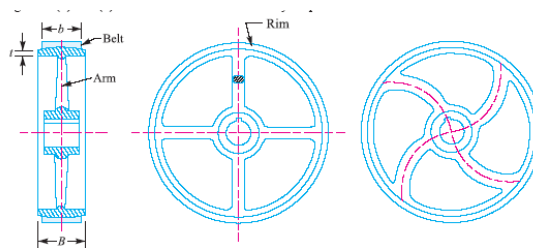
### 2.7.1 Pemindahan Daya dengan Sabuk/*Belt*

Menurut Anwari (1980), keuntungan pemindahan daya dengan sabuk dibandingkan dengan transmisi lain, yaitu:

1. Dapat terjadi slip pada beban lebih (*overload*), sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat transmisi, poros, dan bantalan.
2. Dapat meredam guncangan dan kejutan.

3. Dapat dipergunakan untuk memutar poros yang digerakkan dalam dua arah, tanpa mengubah kedudukan motor penggerak.
4. Poros yang digerakkan dapat berkedudukan sembarang terhadap poros penggerak.

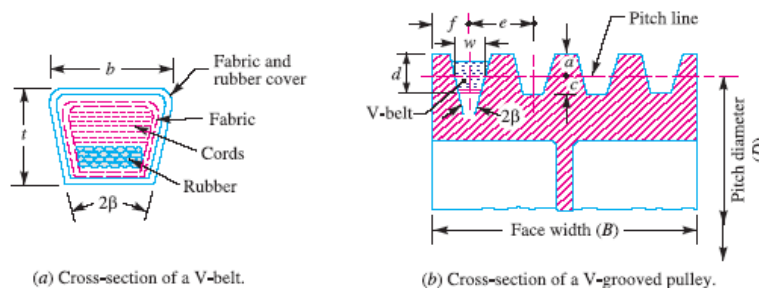
Dalam proses pemindahan daya, *belt* berfungsi untuk penghubung antar puli. Puli (puli) biasanya dibuat dari besi cor untuk penghematan biaya. Lingkaran puli (*rim*) merupakan tempat sambungan dengan lengan (*arm*) atau jari-jari (ruji). Lengan dapat berbentuk lurus ataupun melengkung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.18.



**Gambar 2.18** Bentuk Puli

Sumber : Khurmi, 2002

Pembahasan selanjutnya difokuskan pada *V-belt* karena alat perancangan lama menggunakan tipe *V-belt* untuk pemindahan dayanya. *V-belt* biasanya digunakan dalam pabrik dan bengkel yang membutuhkan jumlah daya yang besar untuk ditransmisikan dari satu puli ke puli yang lain yang jaraknya dekat. *V-belt* biasanya dibuat dari tali (*cord*) atau *fabric* yang dicetak dengan karet (*rubber*) seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.19 (a). Daya ditransmisikan oleh aksi irisan atau gesekan antara *belt* dengan permukaan V puli. Contoh yang mewakili permukaan V puli ditunjukkan dalam Gambar 2.19 (b).



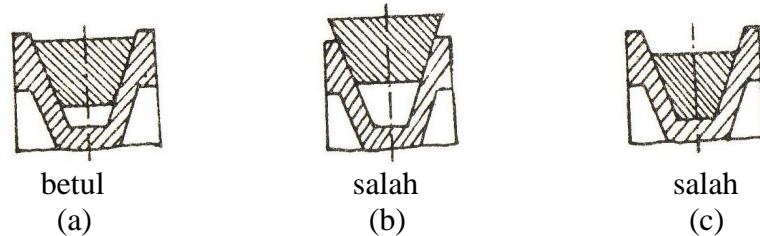
**Gambar 2.19** *V-Belt* dan Permukaan-V Puli

Sumber : Khurmi, 2002

Pada dasarnya peletakan suatu *belt* dan ukuran penampangnya tergantung pada daya input yang direncanakan (Sularso, 1980). Menurut Anwari (1980),



peletakan puli yang benar sesuai Gambar 2.20 (a), sedangkan peletakan yang salah sesuai Gambar 2.20 (b) dan (c). Perencanaan penampang *V-belt* juga disesuaikan dengan poros penggerak. Jarak sumbu poros harus sebesar 1,5 sampai 2 kali diameter puli besar (Sularso, 1980).



**Gambar 2.20** Pemasangan Ban V Pada Alur Puli  
Sumber : Anwari, 1980

### 2.7.2 Pemindahan Daya dengan Rantai

Elemen-elemen pemindah daya dengan rantai, terdiri dari dua buah roda rantai dan rantai. Satu diantara roda rantai digerakkan oleh motor penggerak (poros penggerak) dan satu lagi dipasang pada poros yang digerakkan. Pemindahan daya dengan rantai banyak digunakan pada mesin-mesin pertanian, sepeda motor, mesin-mesin perkakas, dan alat-alat transmisi tambahan pada mesin-mesin besar. Keuntungan pemindahan daya dengan rantai (Anwari, 1980) yaitu :

1. Dapat dipergunakan untuk jarak poros dekat dan jauh
2. Dapat mencapai efisiensi pemindahan daya yang tinggi hingga 0.98
3. Tidak terjadi slip
4. Dapat menggerakkan beberapa poros sekaligus

Kekurangan-kekurangannya (Anwari, 1980) yaitu :

1. Ongkos pembuatan lebih tinggi dibandingkan dengan sabuk
2. Daya tahan cepat berkurang terutama untuk kecepatan berubah-ubah
3. Memerlukan cara pemasangan dan perawatan yang lebih teliti
4. Tidak fleksibel arah aksial poros, sehingga hanya dapat digunakan untuk pemindahan sistem terbuka (tidak memungkinkan untuk pemindahan sistem bersilang)

### 2.7.3 Pemindahan Daya dengan Roda Gigi

Menurut Anwari (1980), keuntungan pemindahan daya dengan roda gigi dibandingkan dengan transmisi lain, yaitu:

1. Lebih ringkas
2. Putaran lebih tinggi dan tepat
3. Daya lebih besar

Sedangkan kelemahan penggunaan roda gigi, yaitu:

1. Memerlukan ketelitian yang lebih besar dalam pembuatan dan pemasangan.
2. Perawatan relatif lebih sulit.

Untuk keperluan transmisi dengan kedudukan poros yang bermacam-macam, roda gigi dapat dibedakan menjadi:

1. Roda gigi silindris dengan gigi lurus.
2. Roda gigi silindris dengan gigi miring.
3. Roda gigi silindris dengan gigi bentuk panah.
4. Roda gigi silindris dengan gigi busur.
5. Roda gigi kerucut.
6. Roda gigi spiral.
7. Roda ulir.

#### **2.7.4 Pemindahan Daya dengan Poros**

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Poros (*shaft*) adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat, dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi, pulli, *flywheel*, engkol, sproket, dan elemen pemindah daya lainnya. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya, yaitu:

1. Poros transmisi

Poros jenis ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk, atau sproket rantai, dan lain-lain.

2. Spindle

Spindle merupakan poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

### 3. Gandar

Gandar merupakan poros yang tidak mendapatkan beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar, misalnya poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

Menurut bentuknya, poros dapat digolongkan menjadi poros lurus umum, poros engkol, poros luwes, dan lain-lain.

Selain pengetahuan tentang alat transmisi daya, perlu dipahami juga pengetahuan tentang perencanaan elemen mekanik lainnya, yaitu:

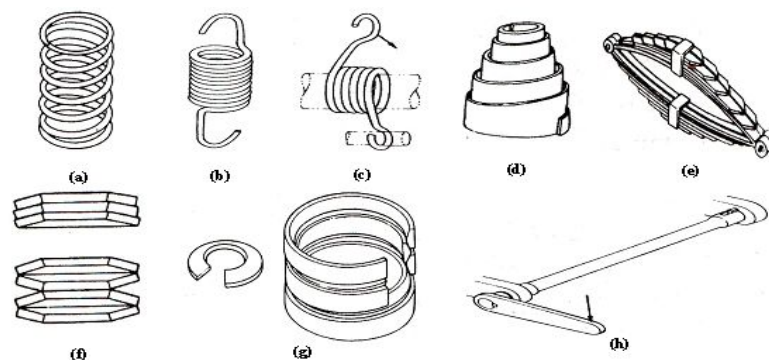
#### 1. Bantalan

Bantalan (*laker*) adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan awet (Sularso, 1980). Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya.

#### 2. Pegas

Fungsi pegas adalah memberikan gaya, melunakan tumbukan dengan memanfaatkan sifat elastisitas bahannya, menyerap dan menyimpan energi dalam waktu singkat dan mengeluarkannya lagi dalam jangka waktu yang lebih panjang, serta mengurangi getaran.

Pegas dapat digolongkan atas dasar jenis beban yang dapat diterimanya, seperti ditunjukkan dalam gambar 2.21 sebagai berikut :



**Gambar 2.21** Macam-Macam Pegas  
Sumber : Sularso, 1980

Keterangan Gambar 2.21;

- a) Pegas tekan
- b) Pegas tarik
- c) Pegas puntir
- d) Pegas volut
- e) Pegas daun
- f) Pegas piring (paralel/seri)
- g) Pegas cincin
- h) Pegas batang puntir

## **2.8 MEKANIKA KONSTRUKSI**

Konsep mekanika konstruksi mesin yang berkaitan dengan objek penelitian yang dilakukan yaitu mengenai ilmu statika, gaya, dan kekuatan material.

### **2.8.1 Statika**

Statika adalah ilmu yang mempelajari tentang statik dari suatu beban terhadap gaya-gaya dan beban yang mungkin ada pada bahan tersebut, atau juga dapat dikatakan sebagai perubahan terhadap panjang benda awal karena gaya atau beban.

Beban adalah beratnya beban atau barang yang didukung oleh suatu konstruksi atau bangunan beban dan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

#### **1. Beban statis**

Yaitu berat suatu benda yang tidak bergerak dan tidak berubah beratnya. Berat konstruksi yang mendukung itu termasuk beban mati dan disebut berat sendiri konstruksi.

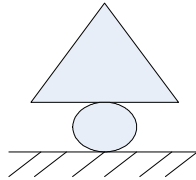
#### **2. Beban dinamis.**

Yaitu beban yang berubah beratnya. Sebagai contoh beban hidup yaitu kendaraan atau orang berjalan diatas sebuah jembatan, tekanan atap rumah atau bangunan.

Terdapat tiga jenis tumpuan dalam ilmu statika untuk menentukan jenis peletakan yang digunakan dalam menahan beban. Beberapa peletakan diantaranya (Popov, 1991):

### 1. Tumpuan rol

Tumpuan rol yaitu tumpuan yang dapat meneruskan gaya desak yang tegak lurus bidang peletakannya. Dengan kata lain, tumpuan ini dapat menerima satu beban yaitu vertikal saja.

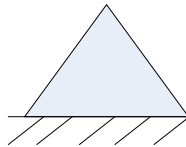


**Gambar 2.22** Tumpuan Rol

Sumber : Popov, 1991

### 2. Tumpuan sendi

Tumpuan yang dapat meneruskan gaya tarik dan desak tetapi arahnya selalu menurut sumbu batang sehingga tumpuan ini dapat menerima dua beban yaitu vertikal dan horizontal.

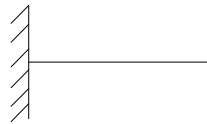


**Gambar 2.23** Tumpuan Sendi

Sumber : Popov, 1991

### 3. Tumpuan jepitan

Jepitan adalah tumpuan yang dapat meneruskan segala gaya dan momen sehingga dapat mendukung H, V dan M yang berarti mempunyai tiga gaya. Dari kesetimbangan kita memenuhi bahwa agar susunan gaya dalam keadaan setimbang haruslah dipenuhi tiga syarat yaitu  $\sum F_{\text{Horizontal}} = 0$ ,  $\sum F_{\text{Vertikal}} = 0$ ,  $\sum M = 0$



**Gambar 2.24** Tumpuan Jepit

Sumber : Popov, 1991

## 2.8.2 Gaya

Gaya adalah sesuatu yang menyebabkan suatu benda dari keadaan diam menjadi bergerak atau sebaliknya. Dalam ilmu statika berlaku hukum aksi sama dengan. Gaya dalam statika kemudian dibedakan menjadi:

## 1. Gaya Luar

Gaya luar adalah gaya yang diakibatkan oleh beban yang berasal dari luar sistem yang pada umumnya menciptakan kestabilan konstruksi. Beban ini dibedakan menjadi lima, yaitu:

- a. Beban mati yaitu beban yang sudah tidak bisa dipindah-pindah, seperti dinding, penutup lantai dan lain-lain.
- b. Beban sementara yaitu beban yang masih bisa dipindah-pindahkan, ataupun beban yang dapat berjalan seperti beban orang, mobil (kendaraan), kereta dan lain-lain.
- c. Beban terbagi rata yaitu beban yang secara merata membebani struktur. Beban dapat dibedakan menjadi beban segi empat dan beban segitiga.
- d. Beban titik terpusat adalah beban yang membebani pada suatu titik.
- e. Beban berjalan adalah beban yang bisa berjalan atau dipindah-pindahkan baik itu beban merata, titik, atau kombinasi antar keduanya.

## 2. Gaya dalam

Gaya dalam terjadi akibat adanya gaya luar yang bekerja, maka bahan memberikan perlawanan sehingga timbul gaya dalam yang menyebabkan terjadinya deformasi atau perubahan bentuk.

## 3. Gaya geser (*Shearing Force Diagram*)

Gaya geser merupakan gaya dalam yang terjadi akibat adanya beban yang arah garis kerjanya tegak lurus ( $\perp$ ) pada sumbu batang yang ditinjau. Gaya bidang lintang ditunjukkan dengan SFD (*Shearing Force Diagram*), dimana penentuan tanda pada SFD berupa tanda negatif (-) atau positif (+) bergantung dari arah gaya.

## 4. Gaya normal (*Normal force*)

Gaya normal merupakan gaya dalam yang terjadi akibat adanya beban yang arah garis kerjanya searah ( $//$ ) sumbu batang yang ditinjau.

## 5. Momen

Momen adalah gaya yang bekerja dikalikan dengan panjang lengan yang terjadi akibat adanya beban yang terjadi pada struktur tersebut.

Momen =  $F \times X$  .....Persamaan 2.12

dengan;


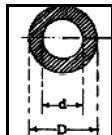
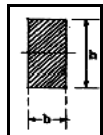
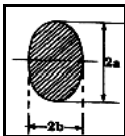
$F$  = gaya (Newton)

$X$  = jarak (meter)

### 2.8.3 Kekuatan Material



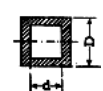
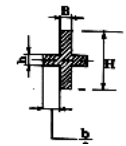
Kekuatan material dapat didefinisikan sebagai kesanggupan suatu material terhadap gaya. Kekuatan material ( $\bar{F}$ ) dipengaruhi oleh besarnya momen penahan ( $W$ ), tegangan ijin material ( $T$ ), dan panjang material ( $l$ ). Momen penahan setiap material berbeda-beda, tergantung dari dimensi dan geometri penampang melintangnya. Tabel 2.13 menunjukkan beberapa contoh rumus perhitungan momen penahan ( $W$ ) untuk beberapa geometri melintang material, dan tabel 2.14 menunjukkan beberapa perhitungan kekuatan material berdasarkan titik tumpu dan muatan.

**Tabel 2.13** Rumus Perhitungan Momen Penahan untuk Beberapa Geometri Melintang Material

				
$l$	$\frac{\pi}{64} D^4 \approx \frac{D^4}{20}$	$\frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) \approx \frac{D^4 - d^4}{20}$	$\frac{bh^2}{12}$	$\frac{\pi}{4} a^3 b$
$W$	$\frac{\pi}{32} D^3 \approx \frac{D^3}{10}$	$\frac{\pi}{32} \frac{(D^4 - d^4)}{D} \approx \frac{D^4 - d^4}{10D}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{\pi}{4} a^2 b$

Sumber: Sati, Buku Polyteknik, 1980

**Tabel 2.14** Rumus Perhitungan Momen Penahan untuk Beberapa Geometri Melintang Material (Lanjutan)

				
$l$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{D^4 - d^4}{12}$	$\frac{BH^3 + bh^3}{12}$
$W$	$\frac{bh^2}{24}$	$\frac{h^3}{6\sqrt{2}}$	$\frac{D^4 - d^4}{6h}$	$\frac{BH^3 + bh^3}{6H}$

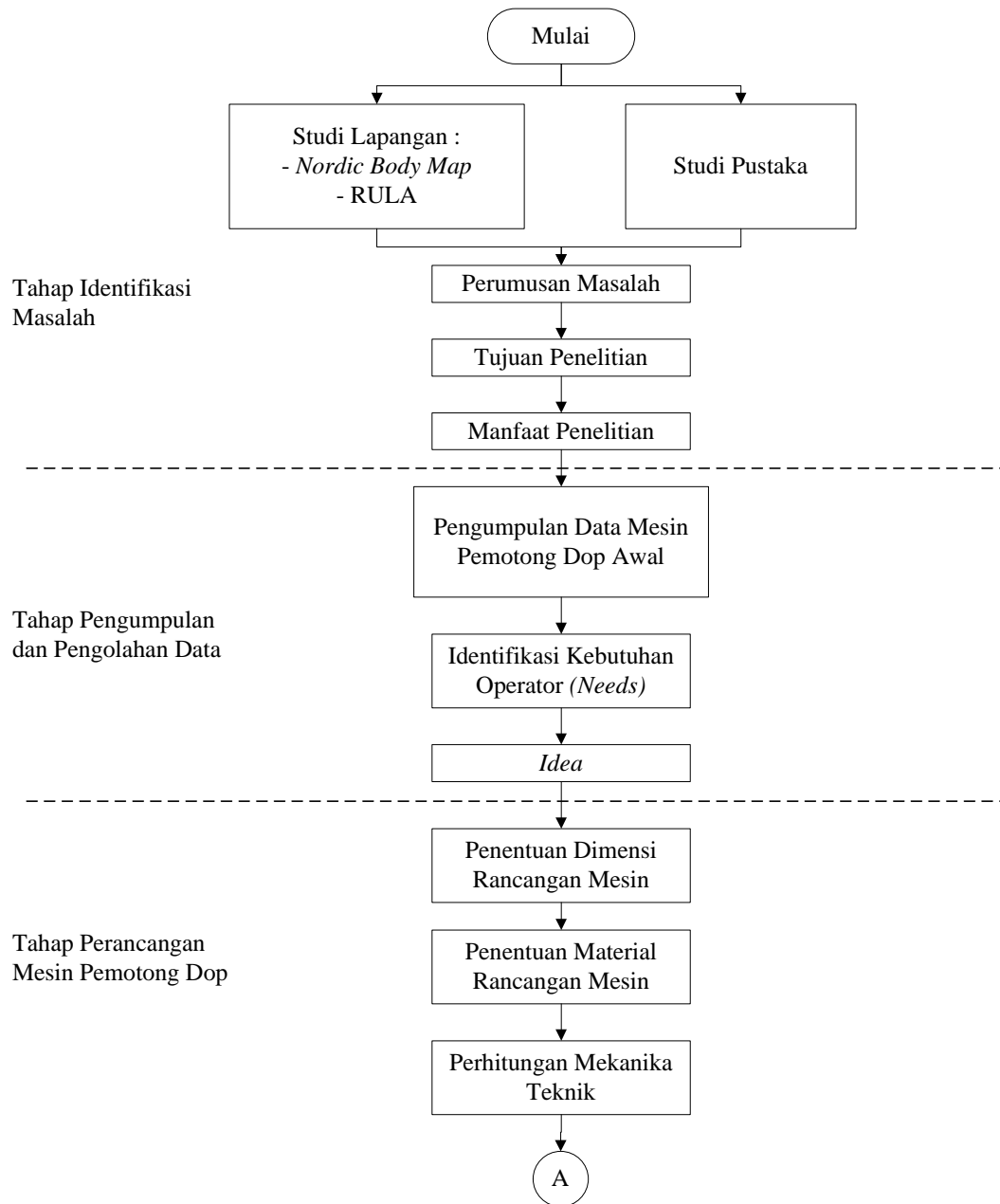
Sumber: Sati, Buku Polyteknik, 1980

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

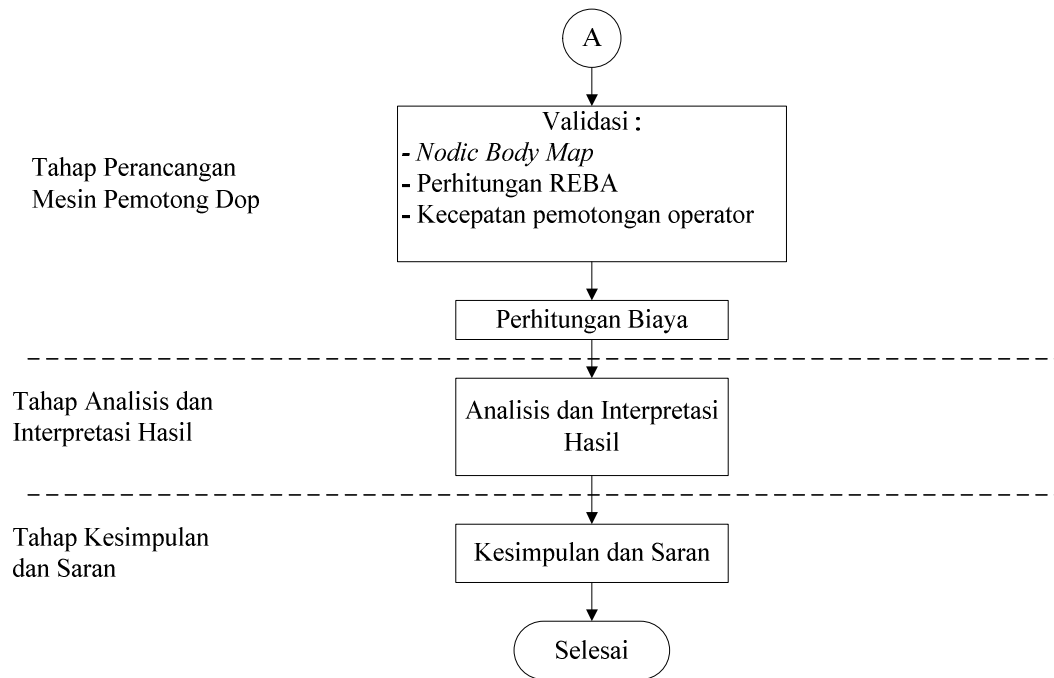
Metodologi penelitian diuraikan dalam bentuk tahapan-tahapan penelitian yang dimulai dengan tahap identifikasi masalah, pengumpulan dan pengolahan data, perancangan ulang, analisis dan interpretasi hasil, kesimpulan dan saran. Tahapan penelitian seperti yang terlihat dalam gambar 3.1 berikut ini.





**Gambar 3.1** Metodologi Penelitian

Sumber : Rancangan penelitian tugas akhir



**Gambar 3.1** Metodologi Penelitian (Lanjutan)

Sumber : Rancangan penelitian tugas akhir

Pada gambar 3.1. menunjukkan langkah-langkah penelitian mengenai perancangan mesin pemotong dop berdasarkan analisis RULA yang diuraikan dalam sub bab berikut ini.

### **3.1 TAHAP IDENTIFIKASI MASALAH**

Tahap ini diawali dengan studi pustaka, studi lapangan, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian dan menentukan manfaat penelitian. Langkah-langkah yang ada pada tahap identifikasi masalah tersebut dijelaskan pada sub bab berikut ini

#### **3.1.1 Studi Pustaka**

Studi pustaka dilakukan untuk mendukung proses identifikasi perancangan fasilitas kerja yang berupa mesin pemotong dop. Studi pustaka dilakukan dengan mencari informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas dalam perancangan ini. Pencarian informasi ini dilakukan dengan melalui internet, perpustakaan, dan sumber-sumber yang berkaitan sehingga diperoleh referensi yang dapat digunakan untuk mendukung pembahasan perancangan ini.

### 3.1.2 Studi Lapangan

Studi lapangan digunakan untuk mengetahui dan mempelajari keadaan proses kerja pemotongan dop di tempat penelitian dengan maksud untuk mendapatkan informasi awal yang lengkap serta menentukan masalah yang diangkat dalam penelitian. Metode untuk mendapatkan data awal dilakukan dengan pengamatan langsung, pendokumentasian gambar, wawancara dan penyebaran kuesioner *Nodic Body Map*. Pengamatan langsung dilakukan untuk mengetahui kondisi kerja operator secara nyata dan kecepatan pemotongan dop oleh operator. Pendokumentasian gambar digunakan untuk perhitungan RULA. Wawancara dilakukan untuk mengetahui masalah yang dialami operator saat mengoperasikan mesin awal. Kuesioner *Nodic Body Map* digunakan untuk mengetahui bagian tubuh operator yang mengalami keluhan.

Studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait dengan produk yang akan dirancang serta mendapatkan data yang digunakan pada pengolahan data selanjutnya. Pada studi lapangan ini dilakukan wawancara kepada tiga orang operator mesin pemotong dop yang ada di industri dop milik Bapak Soeroto. Wawancara ini dilakukan untuk mengetahui keluhan – keluhan apa saja yang dirasakan oleh ketiga operator tersebut pada saat mengoperasikan mesin pemotong dop yang mereka gunakan saat ini. Adapun pertanyaan – pertanyaan yang diajukan adalah sebagai berikut :

- Apakah mesin pemotong dop tersebut sudah sesuai keinginan anda?
- Apakah ada keluhan dalam menggunakan mesin tersebut?
  - Kalau ya, Apa saja keluhan anda?
- Apakah perlu dilakukan perbaikan pada mesin tersebut?
  - Kalau ya, Bagian mana saja yang perlu diadakan perbaikan?

#### *Nordic Body Map*

Pada studi lapangan juga dilakukan penyebaran kuesioner *Nordic Body Map*. Kuesioner ini berbentuk pertanyaan-pertanyaan untuk mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan saat melakukan proses pemotongan dop. Kuesioner ini diberikan kepada responden penelitian yaitu para operator mesin

pemotong dop di industri dop milik Bapak Soeroto. Munculnya keluhan atau rasa tidak nyaman ini mendukung untuk dilakukan penelitian mengenai perancangan ulang mesin pemotong dop.

### Analisis Postur Kerja

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis postur kerja menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) untuk mengetahui seberapa besar bahaya dari postur kerja operator. *Rapid Upper Limb Assessment* adalah sebuah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi dan dapat digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan seorang operator. Dari identifikasi postur kerja dengan menggunakan metode RULA ini maka resiko postur kerja seseorang dapat diklasifikasikan menjadi minimum, kecil, sedang, dan tinggi. Adapun postur kerja yang dianalisis adalah postur kerja saat melakukan pemotongan dan postur kerja pada saat memasukkan dop ke dalam tempat dop pada mesin.

### **3.1.3 Perumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dilakukan, kemudian disusun sebuah rumusan masalah. Perumusan masalah dilakukan dengan menetapkan sasaran-sasaran yang akan dibahas untuk kemudian dicari solusi pemecahan masalahnya. Perumusan masalah juga dilakukan agar dapat fokus dalam membahas permasalahan yang dihadapi. Adapun permasalahan yang akan dibahas lebih lanjut adalah bagaimana merancang ulang mesin pemotong dop *shuttlecock* yang ergonomik.

### **3.1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ditetapkan agar penelitian yang dilakukan dapat menjawab dan menyelesaikan rumusan masalah yang dihadapi. Adapun tujuan penelitian yang ditetapkan dari hasil perumusan masalah adalah merancang ulang mesin pemotong dop yang ergonomik.

### **3.1.5 Manfaat Penelitian**

Suatu permasalahan akan diteliti apabila di dalamnya mengandung unsur manfaat. Agar memenuhi suatu unsur manfaat maka perlu ditentukan terlebih dahulu manfaat yang akan didapatkan dari suatu penelitian. Adapun manfaat yang

diharapkan dari penelitian ini adalah menghasilkan rancangan mesin pemotong dop yang ergonomik.

### **3.2TAHAP PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Tahap-tahap pengumpulan dan pengolahan data yang diperlukan untuk mendukung penelitian mengenai perancangan mesin pemotong dop adalah sebagai berikut:

#### **3.2.1 Pengumpulan Data Mesin Pemotong Dop Awal**

Pada tahapan ini akan dikumpulkan data-data tentang mesin pemotong dop awal yang digunakan pada industri dop milik Bapak Soeroto. Adapun data-data tersebut meliputi komponen-komponen mesin, dimensi mesin pemotong dop, dimensi dop sebelum dan setelah dipotong, serta mekanisme mesin pemotong dop awal.

#### **3.2.2 Identifikasi Kebutuhan Operator (*Needs*)**

Pada tahapan ini akan dilakukan interpretasi keluhan operator menjadi kebutuhan operator. Keluhan operator diperoleh dengan cara wawancara pada saat studi lapangan. Keluhan operator diekspresikan sebagai pernyataan dan kebutuhan operator merupakan hasil interpretasi dari keluhan operator. Kebutuhan-kebutuhan operator inilah yang nantinya akan digunakan sebagai dasar perancangan ulang mesin pemotong dop. Hasil rancangan mesin pemotong dop diharapkan mampu memenuhi kebutuhan-kebutuhan operator tersebut.

#### **3.2.3 Penggalan Ide – Ide (*Ideas*)**

Penggalan ide bertujuan untuk menemukan penyelesaian tentang kebutuhan-kebutuhan operator yang belum terpenuhi pada mesin yang digunakan sekarang. Penggalan ide ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari wawancara pengguna (tiga orang operator), konsultasi dengan ahli (produsen mesin pemotong dop), dan pencarian literatur. Selain itu, juga berdasarkan pengetahuan yang dimiliki oleh perancang untuk mengembangkan ide-ide yang terlihat mungkin untuk dikerjakan.

### 3.3TAHAP PERANCANGAN ALAT

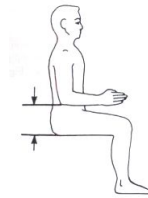
Tahap perancangan alat merupakan inti dari proses perancangan ulang mesin pemotong dop. Tahapan ini dibagi menjadi enam tahap berikut.

#### 3.3.1 Penentuan Dimensi Rancangan

Dalam penentuan dimensi rancangan mesin diperlukan data anthropometri. Hal ini dimaksudkan agar rancangan yang dihasilkan dapat digunakan dengan baik dan disesuaikan atau paling tidak mendekati karakteristik penggunanya. Pengambilan data diperoleh dari hasil pengukuran anthropometri tiga operator di lapangan. Adapun data anthropometri yang diambil sesuai dengan variabel yang dibutuhkan yaitu

1. Tinggi siku duduk,

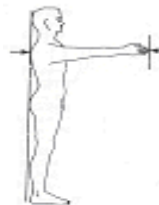
Cara Pengukurannya: Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung bawah situ. Subyek duduk tegak dengan lengan atas vertikal disisi badan dan membentuk sudut situ-siku dengan lengan bawah (Wignjosoebroto S, 2000). Cara pengukuran tinggi siku duduk ditunjukkan pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Pengukuran Tinggi Siku Duduk  
Sumber: Pengukuran data, 2009

2. Jangkauan tangan ke depan,

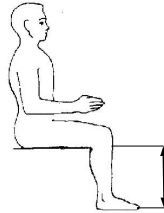
Cara Pengukurannya: Ukur jarak horizontal dari punggung sampai ujung jari tengah. Subyek duduk tegak tangan direntangkan horizontal ke depan (Wignjosoebroto S, 2000). Cara pengukuran jangkauan tangan ke depan ditunjukkan pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Pengukuran Jangkauan Tangan Ke Depan  
Sumber: Pengukuran data, 2009

3. Tinggi plopital,

Cara Pengukurannya: Ukur jarak vertikal dari alas kaki sampai bagian bawah paha (Wignjosoebroto S, 2000). Cara pengukuran tinggi plopital ditunjukkan pada Gambar 3.4.

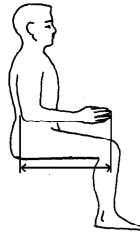


**Gambar 3.4** Pengukuran Tinggi Plopital

Sumber: Pengukuran data, 2009

4. Siku ke ujung jari tengah.

Cara Pengukurannya: Diukur dalam posisi siku tegak lurus kemudian diukur jarak horizontal dari siku bagian luar hingga ujung jari (Wignjosoebroto S, 2000). Cara pengukuran panjang siku ke ujung jari tengah ditunjukkan pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Pengukuran Panjang Siku Ke Ujung Jari Tengah

Sumber: Pengukuran Data, 2009

5. Lebar telapak tangan,

Cara Pengukurannya: Ukur jarak dari sisi luar ibu jari sampai sisi luar jari kelingking (Wignjosoebroto S, 2000). Cara pengukuran lebar telapak tangan ditunjukkan pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Pengukuran Lebar Telapak Tangan

Sumber: Pengukuran Data, 2009

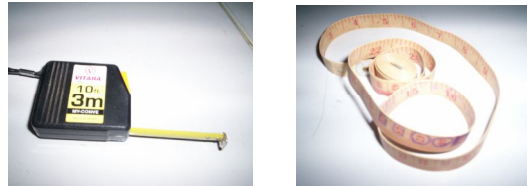
## 6. Genggaman tangan

Cara Pengukuran: Ukur diameter saat jari tangan menggenggam (Wignjosoebroto S, 2000).

Pengambilan data anthropometri operator menggunakan peralatan-peralatan sebagai berikut:

### 1. Meteran bangunan dan meteran kain

Meteran bangunan digunakan untuk mengukur tinggi siku duduk, tinggi plopital, jangkauan tangan ke depan, dan jarak siku ke ujung jari tengah. Sedangkan meteran kain digunakan untuk mengukur lebar telapak tangan operator.



**Gambar 3.2** Meteran Bangunan dan Meteran Kain

Sumber : Peralatan Perhitungan, 2009

### 2. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter genggaman tangan operator.



**Gambar 3.3** Jangka Sorong

Sumber : Peralatan Perhitungan, 2009

### 3. Kursi

Kursi digunakan sebagai tempat duduk operator pada saat dilakukan pengukuran.



**Gambar 3.4** Kursi

Sumber : Peralatan Perhitungan, 2009



#### 4. Penyesuai

Penyesuai digunakan untuk menyesuaikan sikap duduk operator sehingga pada waktu diukur dalam kondisi yang tepat.



**Gambar 3.5** Penyesuai

Sumber : Peralatan Perhitungan, 2009

Mekanisme pengambilan data anthropometri operator adalah sebagai berikut:

1. Operator duduk di kursi operator yang sudah tersedia di tempat Bapak Soeroto.
2. Dilakukan pengecekan apakah telapak kaki sudah menyentuh lantai dan betis sudah tegak lurus terhadap paha. Jika belum, maka ditambahkan penyesuai agar kondisi tersebut di atas terpenuhi.
3. Setelah kondisi tersebut terpenuhi maka siap dilakukan pengukuran data anthropometri yang diperlukan.

Data anthropometri yang diambil merupakan populasi sehingga tidak diperlukan pengujian data (uji kecukupan, uji keseragaman, dan uji kenormalan). Data yang diperoleh langsung dapat digunakan untuk tahap perancangan.

Data anthropometri yang telah diperoleh kemudian dihitung persentilnya. Persentil yang dihitung adalah persentil 5, 50, dan 95 karena persentil tersebut yang biasa digunakan dalam tahap perancangan. Penggunaan persentil disesuaikan dengan kebutuhan bagian yang dirancang.

Penentuan dimensi rancangan sebagian besar dilakukan berdasarkan informasi dari pustaka terkait elemen permesinan serta dari pihak teknisi. Sedangkan untuk penentuan dimensi tinggi, lebar mesin, panjang pegangan tuas pemotong, lebar pegangan tuas pemotong serta tinggi fasilitas pendukung berupa kursi dilakukan berdasarkan pendekatan anthropometri. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

### 1. Tinggi meja

Data anthropometri yang digunakan dalam penentuan tinggi meja adalah tinggi plopital dengan persentil ke-95 ditambah siku duduk persentil ke-5 ditambah *allowance* alas kaki sebesar 2 cm. Berdasarkan pendekatan yang dilakukan oleh E. Grandjean (*Fitting the task to the man*, Taylor & Francis Press, 1986) dalam buku Nurmianto (1996), disebutkan bahwa meja yang *non-adjustable* seharusnya dirancang cukup tinggi untuk disesuaikan dengan dimensi orang yang besar. Hal ini bertujuan untuk menjamin cukupnya ruang bagi lutut orang dewasa, sehingga direkomendasikan mengambil persentil ke-95 dan menambahkan *allowance*.

Tinggi meja = tinggi plopital (P95) + tinggi siku duduk (P5) + *allowance*

### 2. Lebar mesin

Data anthropometri yang digunakan dalam penentuan lebar mesin adalah panjang jangkauan tangan ke depan dikurangi dengan panjang siku ke ujung jari. Pengurangan dengan panjang siku ke ujung jari tengah didasarkan pada jarak antara mesin dengan operator ditetapkan sebesar siku ke ujung jari tengah. Persentil yang digunakan adalah persentil 50.

Lebar mesin = panjang jangkauan tangan ke depan (P50) - panjang siku ke ujung jari tengah (P50)

### 3. Panjang pegangan tuas pemotong

Data anthropometri yang digunakan dalam penentuan panjang pegangan tuas pemotong adalah lebar telapak tangan dengan persentil ke-95.

Panjang pegangan tuas pemotong = lebar telapak tangan (P95)

### 4. Lebar pegangan tuas pemotong

Data anthropometri yang digunakan dalam penentuan lebar pegangan tuas pemotong adalah genggam tangan dengan persentil ke-50.

Panjang pegangan tuas pemotong = genggam tangan (P50)

## 5. Tinggi kursi

Data anthropometri yang digunakan dalam penentuan tinggi kursi adalah tinggi plopital dengan persentil ke-95 ditambah *allowance* alas kaki sebesar 2 cm (Nurmianto, 1996).

Tinggi meja = tinggi plopital (P95) + *allowance*

### 3.3.2 Penentuan Material Rancangan Mesin

Penentuan material rancangan mesin diperlukan untuk mengetahui material apa yang cocok dengan mesin hasil rancangan. Penentuan material mesin hasil rancangan dilakukan berdasarkan informasi dari pustaka terkait elemen permesinan serta dari pihak teknisi.

### 3.3.3 Perhitungan Mekanika Teknik

Perhitungan teknik diperlukan untuk mengetahui kekuatan alat hasil perancangan ulang. Untuk mengetahui kekuatan alat menggunakan pendekatan mekanika teknik (statika).

### 3.3.4 Validasi Hasil Rancangan

Validasi hasil rancangan dilakukan untuk mengetahui apakah mesin pemotong dop hasil rancangan lebih baik dari mesin pemotong dop awal. Validasi hasil rancangan dilakukan dengan tiga cara :

#### 1. Penyebaran kuesioner *Nordic Body Map*

Penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* dilakukan untuk mengetahui apakah mesin pemotong dop hasil rancangan mampu mengurangi keluhan pada segmen tubuh operator.

#### 2. Perhitungan RULA

Perhitungan RULA hasil rancangan dilakukan dengan pendokumentasian gambar operator pada saat mengoperasikan mesin pemotong dop hasil rancangan. Semakin kecil skor akhir RULA berarti hasil rancangan semakin baik dan layak untuk digunakan.

#### 3. Perhitungan kecepatan pemotongan

Perhitungan kecepatan pemotongan dilakukan dengan menghitung berapa dosin dop yang dapat dipotong selama 1 jam. Mesin pemotong dop

hasil rancangan diharapkan mampu digunakan operator untuk memotong dop sesuai target yang ditetapkan yaitu 40 dosin/ jam.

### **3.3.5 Perhitungan Biaya**

Setelah dihitung kekuatan hasil rancangan, dapat diketahui bahan yang digunakan. Dari bahan yang dipakai, dapat dihitung besarnya biaya yang dikeluarkan. Biaya dibagi menjadi 2, yaitu biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja.

## **3.4 ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL**

Pada tahapan analisis dan interpretasi hasil dilakukan perbandingan antara mesin pemotong dop awal dengan mesin pemotong dop hasil perbaikan berdasarkan kuesioner *nordic body map*, perhitungan RULA, dan perhitungan kecepatan operator memotong dop.

## **3.5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bagian terakhir penelitian berisi kesimpulan yang menjawab tujuan dari penelitian berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan serta saran yang disampaikan untuk implementasi bagi pihak yang tertarik dalam bidang pengembangan mesin pemotong dop khususnya.

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini akan diuraikan proses pengumpulan dan pengolahan data. Data yang dikumpulkan meliputi data mesin pemotong dop sebelum rancangan dan data antropometri. Kemudian tahap pengolahan data meliputi penentuan ukuran dan pembuatan gambar rancangan mesin pemotong dop.

#### **4.1 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Data-data yang diperlukan untuk membuat mesin pemotong dop dengan prinsip ergonomi, dijelaskan pada sub bab berikut ini.

##### **4.1.1 Data Mesin Pemotong Dop Awal**

Data mesin pemotong dop diperoleh dari pengamatan langsung dilapangan. Data yang diambil adalah data mengenai bagian-bagian, ukuran dan mekanisme kerja dari mesin pemotong dop. Hasil pengumpulan data mesin pemotong dop adalah sebagai berikut :

1. Komponen mesin pemotong dop

- a. Motor

Motor merupakan bagian dari mesin pemotong yang berfungsi sebagai tenaga pemutar dari mesin. Motor ini dihubungkan dengan puli dengan menggunakan V-belt.

- b. V-belt

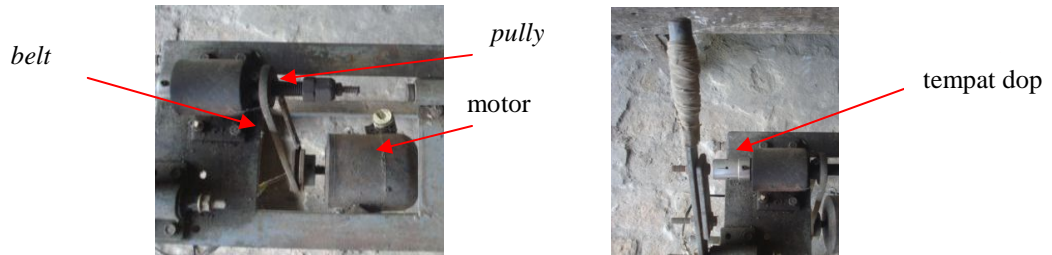
V-Belt berfungsi sebagai penerus gerakan dari motor ke puli pada mesin pemotong.

- c. Puli

Puli sebagai tempat V-belt yang menghubungkan motor dengan poros pada mesin pemotong.

- d. Tempat dop

Motor yang berputar akan memutar V-belt sehingga puli juga ikut bergerak. Puli ini terhubung dengan tempat dop, sehingga saat puli berputar maka tempat dop juga berputar. Tempat dop merupakan tempat peletakkan dop yang akan dipotong.



**Gambar 4.1** Motor, *Belt*, *Pully*, dan Tempat dop  
 Sumber : Dokumentasi alat, 2009

e. Pisau pemotong

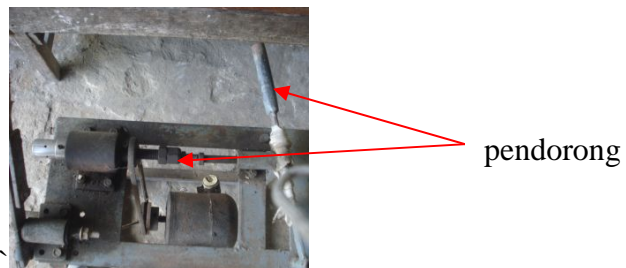
Pisau pemotong untuk memotong bagian dop yang semula memiliki panjang lebih dari 23 mm menjadi dop berukuran 23 mm. Pisau yang dipakai pada mesin ini harus memiliki tingkat ketajaman yang baik dan permukaan yang rata agar permukaan dop hasil pemotongan halus dan rata.



**Gambar 4.2** Pisau Pemotong  
 Sumber : Dokumentasi alat, 2009

f. Bagian pendorong

Bagian pendorong berfungsi dalam proses pengeluaran dop dari dalam tempat dop setelah dilakukan pemotongan. Cara kerja bagian ini adalah dengan cara melakukan dorongan pada pegangan tangan pendorong sehingga silinder pendorong akan mendorong dop keluar dari tempat dop.



**Gambar 4.3** Bagian Pendorong  
 Sumber : Dokumentasi alat, 2009

## 2. Dimensi mesin pemotong dop

Dimensi yang dimiliki oleh mesin pemotong dop awal adalah sebagai berikut:

- a. Tinggi mesin pemotong dop 58 cm
- b. Panjang mesin pemotong dop 37 cm
- c. Lebar mesin pemotong dop 25 cm

## 3. Dimensi dop sebelum dan setelah dipotong

Dimensi dop sebelum dan setelah dipotong dapat dilihat pada gambar 4.4 di bawah ini.

Gambar		Dop sebelum dipotong	Dop setelah dipotong
			
Ukuran	Panjang (mm)	30	23
	Diameter (mm)	26	26

**Gambar 4.4** Dimensi Dop

Sumber : Dokumentasi, 2009

## 4. Mekanisme kerja mesin pemotong dop

Adapun mekanisme kerja mesin pemotong dop adalah sebagai berikut :

- a. Mengambil dop dari karung .
- b. Memasukkan dop ke tempat dop yang terletak secara horisontal di mesin pemotong .
- c. Selanjutnya kaki kanan menginjak motor untuk memutar mesin sementara tangan kanan menjalankan pisau untuk memotong secara vertikal.
- d. Setelah proses pemotongan selesai dop dikeluarkan dengan menekan bagian pendorong dengan menggunakan tangan kiri.
- e. Setelah itu, dop dipindahkan ke tempat yang sudah disediakan.

### 4.1.2 Identifikasi Kebutuhan Operator

Berdasarkan analisis RULA, kuesioner *Nordic Body Map*, dan hasil wawancara dengan ketiga operator didapatkan keluhan operator. Keluhan-keluhan operator ini kemudian diidentifikasi menjadi kebutuhan operator. Identifikasi ini bertujuan untuk mempermudah perancang dalam merancang mesin pemotong dop

yang sesuai dengan kebutuhan operator. Adapun kebutuhan operator ditunjukkan dalam tabel di bawah ini :

**Tabel 4.1** Daftar Kebutuhan Operator

No	Keluhan Operator	Kebutuhan Operator
1	Saya capek karena badan saya harus miring ketika memasukkan dop ke dalam tempat dop	Mesin memungkinkan operator untuk memasukkan dop dengan posisi badan tidak miring.
2	Saya kesulitan memasukkan dop ke tempat dop karena tempat dop tidak kelihatan.	Tempat dop dapat dilihat dengan jelas oleh operator.
3	Saya butuh tenaga yang banyak untuk memasukkan dop secara horizontal.	Mesin memungkinkan operator untuk memasukkan dop dengan tenaga yang lebih sedikit.
4	Saya sering mengalami nyeri pada bagian lengan atas dan pergelangan tangan	Mesin memungkinkan untuk mengurangi timbulnya rasa nyeri pada lengan atas dan pergelangan tangan.
5	Saya kadang-kadang bingung dengan adanya kendali yang berbeda antara pemotongan dan pemutar motor.	Mesin memiliki kendali yang sama untuk pemotongan dan putaran mesin.
6	Pegangan tuas pemotong tidak nyaman.	Mesin memiliki pegangan tuas pemotong yang nyaman.

Sumber : Pengolahan Data, 2009

#### 4.1.3 Penggalian Ide

Berdasarkan kebutuhan yang telah dinyatakan diatas, dapat dikembangkan ide untuk menyelesaikan masalah. Ide yang dikembangkan diharapkan mampu memenuhi kebutuhan. Ide yang dikembangkan berdasar pada prinsip ergonomi agar operator dapat menggunakan hasil rancangan dengan nyaman. Berikut adalah ide yang dikembangkan dalam perancangan mesin pemotong dop berdasarkan kebutuhan operator:

1. Berdasarkan kebutuhan operator pada tabel 4.1 nomor 1 sampai dengan 3.



Kebutuhan operator nomor 1 sampai dengan 3 berhubungan dengan proses memasukkan dop. Bagian mesin yang berhubungan dengan proses tersebut adalah tempat dop. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka dilakukan perbaikan terhadap tempat dop tersebut. Perbaikan tersebut meliputi :

- a. Perubahan posisi tempat dop yang semula berada di samping kanan mesin menjadi di depan operator. Perubahan posisi ini bertujuan agar tempat dop mudah dilihat oleh operator sehingga dapat mengurangi aktivitas mata operator. Selain itu, posisi ini juga dapat mengurangi sudut kemiringan batang tubuh dan leher operator pada saat memasukkan dop ke dalam tempat dop tersebut.
  - b. Perubahan posisi tempat dop yang semula horisontal menjadi vertikal. Perubahan posisi ini bertujuan untuk mengurangi tenaga yang dikeluarkan operator pada saat memasukkan dop ke dalam tempat dop. Gaya dorong tangan terhadap dop akan dibantu dengan adanya gaya berat dari tangan itu sendiri. Selain itu juga dipengaruhi oleh adanya gaya gravitasi yang arahnya ke bawah. Oleh sebab itu, posisi tempat dop yang vertikal diharapkan mampu mengurangi tenaga yang dikeluarkan oleh operator.
2. Berdasarkan kebutuhan operator dalam hal mengurangi timbulnya rasa nyeri di lengan atas dan pergelangan tangan.

Rasa nyeri yang timbul pada lengan atas dan pergelangan tangan operator disebabkan karena posisi lengan atas dan pergelangan tangan operator yang tidak nyaman pada saat melakukan proses pemotongan. Tambahan pula aktivitas tersebut dilakukan secara berulang-ulang (rata-rata 6 kali dalam 1 menit). Sesuai dengan analisis postur kerja proses pemotongan, ketidaknyamanan operator ini dapat disebabkan karena sudut-sudut yang terbentuk antara lengan atas dengan batang tubuh dan antara pergelangan tangan dengan lengan bawah terlalu besar. Pada mesin awal tuas pemotong berbentuk vertikal sehingga pada saat tangan

memegang tuas tersebut akan menyebabkan sudut yang besar. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut, mesin dirancang dengan menggunakan tuas pemotong yang horisontal. Dengan tuas pemotong yang horisontal maka lengan atas operator tidak usah diangkat sehingga sudut yang terbentuk sangat kecil. Sudut yang dibentuk pergelangan tangan juga dapat berkurang karena pergerakan pergelangan tangan disertai dengan pergerakan lengan bagian bawah.

3. Berdasarkan kebutuhan operator dalam hal kendali pemotongan dan pemutar motor

Cara untuk memenuhi kebutuhan operator ini adalah dengan menggabungkan kendali pemotongan dan kendali pemutar mesin. Kendali pemotong semula ada di tangan kanan, sedangkan kendali putaran motor ada di kaki kanan. Dalam perbaikan ini, kendali keduanya digabungkan pada tangan kanan. Untuk menggabungkan kedua kendali ini digunakan saklar motor yang diletakkan di dekat tuas pemotong dan pada tuas pemotong ditambahkan kayu kecil untuk menekan saklar tersebut bila tuas digerakkan ke depan..

4. Berdasarkan kebutuhan operator dalam hal pegangan tuas pemotong yang memiliki pegangan yang nyaman

Kebutuhan operator akan pegangan yang nyaman dapat dipenuhi dengan menggunakan bahan pipa yang dipipihkan sehingga nyaman di genggam tangan operator. Selain itu, ukuran panjang dan lebar pegangan tuas pemotong ditentukan berdasarkan data antropometri operator.

5. Selain usulan mesin pemotong dop utama, juga diusulkan tinggi kursi operator yang digunakan.

## **4.2 TAHAP PERANCANGAN**

Data-data yang telah dikumpulkan dan diolah akan digunakan dalam proses perancangan. Pada tahapan ini akan dilakukan penentuan dimensi dan material, perhitungan mekanika teknik, validasi, dan perhitungan biaya mesin pemotong dop hasil rancangan.

#### 4.2.1 Penentuan Dimensi Rancangan Mesin

Penentuan dimensi rancangan mesin diawali dengan pengukuran data antropometri tiga orang operator mesin pemotong dop pada industri dop milik Bapak Soeroto. Data antropometri yang diambil sesuai dengan variabel dimensi yang telah ditentukan. Variabel data antropometri yang dikumpulkan, yaitu tinggi plopital (tpo), tinggi siku duduk (tsd), jangkauan tangan ke arah depan (jtd), siku ke ujung jari tengah (su), lebar telapak tangan (lt), dan genggam tangan (gt). Rekapitulasi data antropometri adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.2** Data Anthropometri Operator

Data yang diukur	Tinggi plopital (tpo)	Tinggi siku duduk (tsd)	Jangkauan tangan ke depan (jtd)	Siku ke ujung jari tengah (su)	Lebar telapak tangan (lt)	Genggam Tangan (gt)
1	44	21.5	85.5	43	11	4
2	41	24	69	40	7.5	3
3	45	20.5	83	43	10	4

Sumber : Pengukuran Anthropometri, 2009

Data antropometri operator yang sudah didapat kemudian dihitung persentil 5, 50, dan 95 untuk perancangan mesin. Untuk menghitung persentil diperlukan nilai rata – rata dan standar deviasi masing-masing data. Contoh perhitungan manual untuk perhitungan nilai rata-rata (mean) dan standar deviasi tinggi siku duduk adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{i=1}^3 X_i \\ &= \frac{66}{3} \\ &= 22 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{6,5}{2}} \\ &= 1,8 \text{ cm} \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai mean dan standar deviasi kemudian dilakukan perhitungan persentil masing-masing data. Contoh perhitungan manual untuk persentil tinggi siku duduk adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P5 &= \bar{x} - 1.645 \sigma_x \\
 &= 22 - (1,645 \times 1,8) \\
 &= 19 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$P50 = \bar{x} = 22 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 P95 &= \bar{x} + 1.645 \sigma_x \\
 &= 22 + (1,645 \times 1,8) \\
 &= 25 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan persentil masing-masing data dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini :

**Tabel 4.3** Persentil Data Anthropometri Operator

Data yang diukur	Tinggi siku duduk (tsd)	Jangkauan tangan ke depan (jtd)	Tinggi popliteal (tpo)	Siku ke ujung jari tengah (su)	Lebar telapak tangan (lt)	Genggaman Tangan (gt)
1	21.5	85.5	44	43	10	4
2	24	69	41	40	8	3
3	20.5	83	45	43	9	4
<b>Rata-rata</b>	22	79.2	43.3	42.0	9.0	3.7
<b>St Dev</b>	1.8	8.9	2.1	1.7	1.0	0.6
<b>P5</b>	19	64.5	39.9	39.2	7.4	2.7
<b>P50</b>	22	79.2	43.3	42.0	9.0	3.7
<b>P95</b>	25	93.8	46.8	44.8	10.6	4.6

Sumber : Pengolahan Data Anthropometri, 2009

Bagian-bagian mesin yang akan dihitung dimensinya menggunakan data anthropometri adalah tinggi mesin, lebar mesin, panjang pegangan tuas pemotong, lebar pegangan tuas pemotong, dan tinggi kursi.

#### 1. Penentuan tinggi mesin

Tinggi meja di dapat dari hasil penjumlahan data antropometri tinggi popliteal (tp) persentil ke-95 sebesar 46,8 cm, tinggi siku duduk (tsd) persentil ke-5 sebesar 19 dan toleransi alas kaki sebesar 2 cm (Nurmianto, 2004). Pemilihan tinggi siku duduk persentil ke-5 agar operator yang memiliki tinggi siku duduk kecil tidak perlu mengangkat bahu pada saat melakukan proses pemotongan dop.

$$\begin{aligned}
\text{Tinggi mesin} &= t_p \text{ persentil ke-95} + t_{sd} \text{ persentil ke-5} + \text{toleransi alas kaki} \\
&= 46,8 \text{ cm} + 19 \text{ cm} + 2 \text{ cm} \\
&= 67,8 \text{ cm} \approx 68 \text{ cm}
\end{aligned}$$

## 2. Penentuan lebar mesin

Penentuan lebar mesin memerlukan data dimensi jangkauan tangan ke depan persentil ke-50 dikurangi dengan panjang siku ke ujung jari tengah persentil ke-50. Pengurangan ini didasarkan pada jarak antara mesin dengan operator sebesar siku ke ujung jari tengah..

$$\begin{aligned}
\text{Lebar meja} &= \text{panjang jangkauan tangan ke depan (P50)} - \text{panjang siku ke ujung jari tengah (P50)} \\
&= 79,2 - 42 \text{ cm} \\
&= 37,2 \text{ cm} \approx 38 \text{ cm}
\end{aligned}$$

## 3. Penentuan panjang pegangan tuas pemotong

Penentuan panjang pegangan tuas pemotong memerlukan data dimensi lebar telapak tangan persentil ke-95. Pemilihan persentil ke-95 bertujuan untuk mengakomodasi operator yang memiliki lebar telapak tangan yang besar.

$$\begin{aligned}
\text{Panjang pegangan tuas pemotong} &= \text{lebar telapak tangan (P95)} \\
&= 10,6 \approx 11 \text{ cm}
\end{aligned}$$

## 4. Penentuan lebar pegangan tuas pemotong

Penentuan lebar pegangan tuas pemotong memerlukan data dimensi genggam tangan persentil ke-5. Pemilihan persentil ke-5 bertujuan untuk mengakomodasi operator yang memiliki genggam tangan yang kecil.

$$\begin{aligned}
\text{Lebar pegangan tuas pemotong} &= \text{genggam tangan (P50)} \\
&= 3,7 \text{ cm}
\end{aligned}$$

## 5. Penentuan tinggi kursi yang digunakan

Penentuan tinggi kursi memerlukan data dimensi tinggi popliteal persentil ke-95 sebesar 46,8 cm ditambah toleransi alas kaki sebesar 2 cm (Nurmianto E, 2004). Pemilihan persentil ke-95 untuk tinggi popliteal bertujuan untuk mengakomodasi orang-orang yang mempunyai tungkai bawah yang panjang.

$$\begin{aligned}\text{Tinggi kursi} &= \text{tp persentil ke-95} + \text{toleransi alas kaki} \\ &= 46,8 \text{ cm} + 2 \text{ cm} \\ &= 48,8 \text{ cm} \approx 49 \text{ cm}\end{aligned}$$

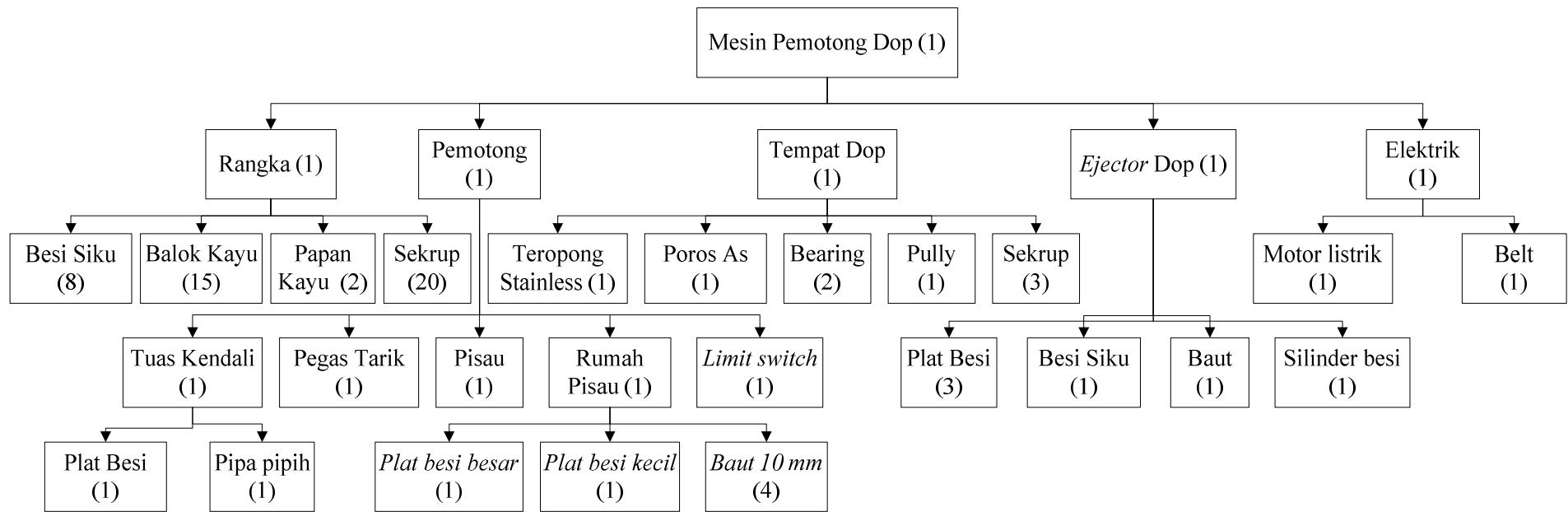
Untuk orang-orang yang mempunyai tungkai bawah pendek dapat ditambahkan penyangga pada kaki kursi.

#### **4.2.2 Penentuan Material Rancangan Mesin**

Mesin pemotong dop tersusun oleh komponen-komponen penyusun. Penentuan komponen penyusun alat dilakukan berdasarkan informasi dari pustaka terkait elemen permesinan serta dari pihak teknisi.

##### **1. Penentuan *bill of materials***

Komponen-komponen penyusun tersebut dapat dilihat dalam diagram *bill of materials* pada gambar 4.6 di bawah ini.



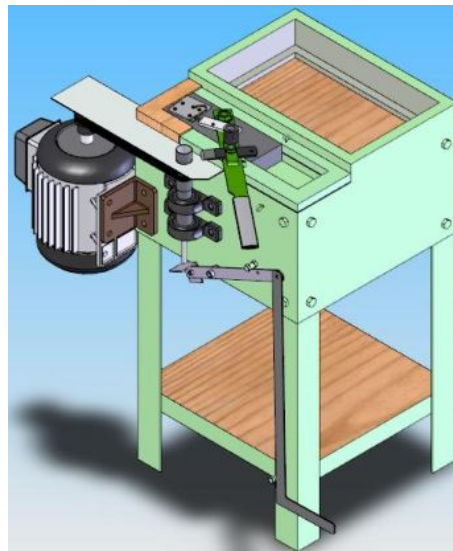
**Gambar 4.5** *Bill Of Materials*

Sumber: Pengolahan Data, 2009

Dari gambar *bill of materials* diatas, dapat dijelaskan dari masing-masing komponen penyusun produknya beserta dengan fungsinya.

a. Mesin pemotong dop,

Adalah serangkaian gabungan dari beberapa komponen penyusun yang berfungsi sebagai alat untuk memotong dop untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas pembuatan produk *shuttlecock* pada industri kecil pembuatan produk *shuttlecock*.



**Gambar 4.6** Rancangan Mesin Pemotong Dop

Sumber : Pengolahan Data, 2009

b. Rangka,

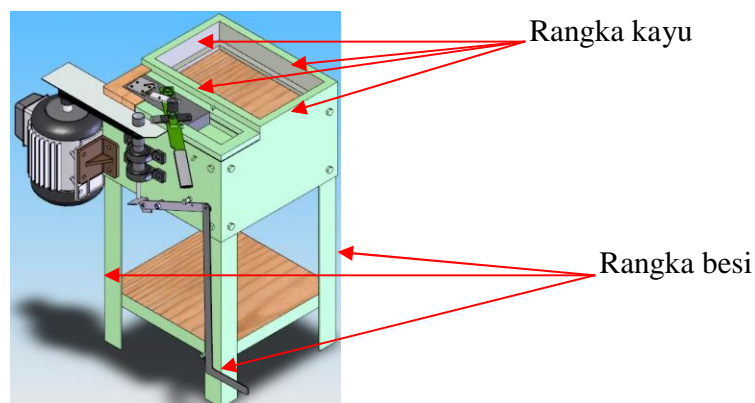
Berfungsi sebagai tempat peletakkan komponen-komponen mesin pemotong dop yang lain. Rangka mesin dibagi menjadi dua yaitu rangka kaki dan rangka penopang. Untuk rangka kaki digunakan bahan berupa siku besi dengan lebar 30 mm, sedangkan untuk rangka penopang digunakan rangka berupa kayu. Penggunaan kayu dengan alasan kayu memiliki sifat-sifat mekanis yang diperlukan oleh penopang mesin.

Sifat-sifat mekanis yang diperlukan antara lain : berat sedang, dimensi stabil, mudah dikerjakan, mudah dipaku, dan mudah disekrup. Selain itu, pada mesin ini diperlukan rangka yang dapat menahan getaran yang ditimbulkan akibat putaran motor dalam proses pemotongan. Jenis kayu yang cocok untuk jadi rangka mesin antara lain : jati, eboni, kuku,



mahoni, meranti, rengas, sonokeling, sonokembang, ramin ([www.dephut.go.id](http://www.dephut.go.id)). Dari beberapa jenis kayu tersebut dipilih kayu meranti sebagai rangka mesin. Pemilihan kayu ini berdasarkan pertimbangan bahwa mesin meranti mempunyai kekuatan yang cukup besar, mudah didapat, dan harga terjangkau.

Ukuran dari balok kayu yang digunakan yaitu balok dengan panjang 400 mm ketebalan sebesar 20 x 20 mm. Sedangkan untuk ukuran papan kayu yaitu 400 x 380 mm dengan ketebalan 10 mm.



**Gambar 4.7** Rangka Mesin

Sumber : Pengolahan Data, 2009

c. Pemotong,

Berfungsi untuk memotong dop yang semula berukuran 26 mm menjadi 23 mm. Bagian pemotong ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu :

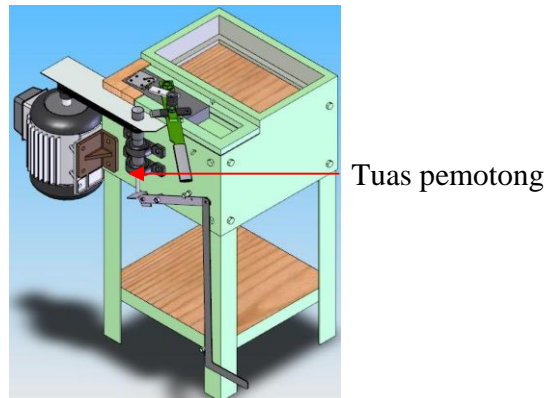
1) Tuas pemotong,

Berfungsi sebagai pengendali gerakan pisau potong. Pada ujung depan tuas terdapat lubang dengan diameter 10 mm yang berfungsi untuk mengaitkan antara tuas dengan rangka mesin. Pada ujung belakang tuas terdapat pemegang tuas yang terbuat dari pipa yang dipipihkan dengan panjang 110 mm. Pipa pipih ini berfungsi agar operator nyaman saat menggenggam pegangan untuk mengendalikan tuas.

Dalam perancangan ini tuas pemotong terbuat dari plat besi yang memiliki ketebalan 3 mm dengan panjang 30 cm dan lebar 3 cm.

Penggunaan plat besi karena memiliki massa yang tidak terlalu berat sehingga akan memperingan kerja yang dilakukan tangan dalam proses pemotongan dop.

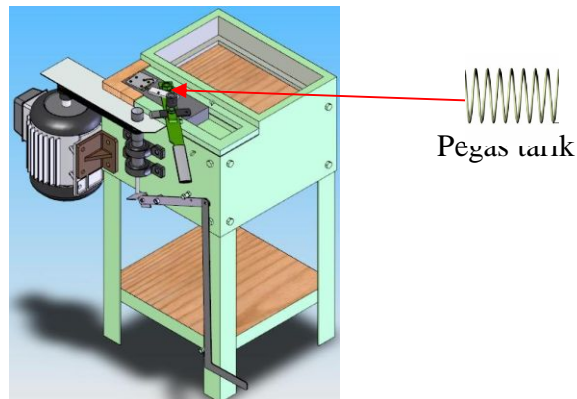
Bahan yang digunakan adalah ST 37. Pemilihan ini berdasarkan tabel baja konstruksi umum menurut DIN 17100 dan wawancara dengan pihak teknisi. Bahan ini mudah didapatkan di pasaran.



**Gambar 4.8** Rancangan Pemotong  
Sumber: Pengolahan Data, 2009

## 2) Pegas,

Pegas yang digunakan dalam perancangan ini adalah pegas tarik. Pegas dilengkapi dengan pengait yang terbuat dari ujung batang pegas. Fungsi mekanis pegas dalam mesin ini adalah untuk mengembalikan tuas pemotong ke posisi semula setelah dilakukan pemotongan. Diameter kawat yang digunakan sebesar 2 mm dan diameter pegas 15 mm, sedangkan panjang pegas sebesar 60 mm. Pegas tarik dihubungkan dengan tuas pemotong pada satu sisi dan pada sisi yang lain dihubungkan dengan pengait yang melekat pada rangka. Pegas tekan dipilih dari baja elastis kuat dan tidak lembek.

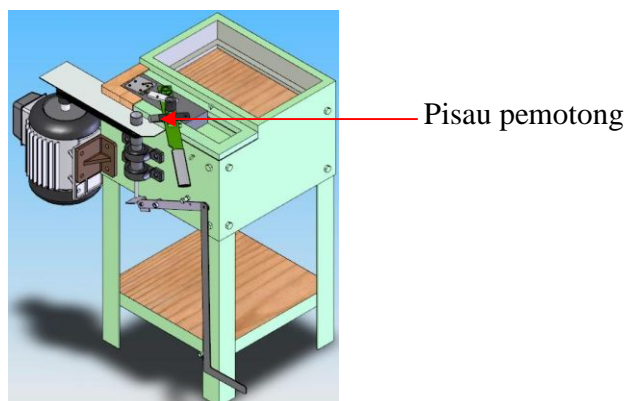


**Gambar 4.9** Pegas Tarik

Sumber: Pengolahan Data, 2009

3) Pisau,

Berfungsi untuk memotong dop sehingga memiliki panjang yang seragam, yaitu 23 mm. Pisau ini terbuat dari besi dengan ketebalan 1 mm, panjang 80 mm, dan lebar 20 mm. Pisau ini memiliki mata potong yang miring. Mata potong miring ini bertujuan untuk mengurangi gaya gesek pisau dengan dop. Berkurangnya gaya gesek ini diharapkan dapat memperlama umur pakai motor listrik. Arah kemiringan pisau disesuaikan dengan arah putaran motor dan as.



**Gambar 4.10** Pisau Pemotong

Sumber: Pengolahan Data, 2009

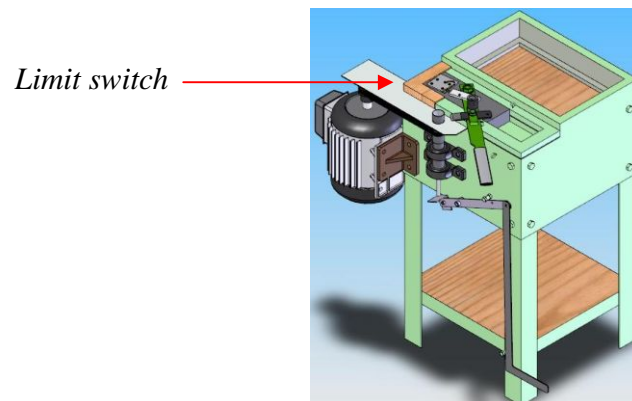
4) Rumah pisau,

Berfungsi sebagai tempat untuk menempatkan pisau potong. Rumah pisau terbuat dari plat besi ST 37 dengan ketebalan 3 mm dan ukurannya 80 x 30 mm. Pada sisi atas rumah pisau ini diberi lubang

dengan diameter 10.05 mm. Lubang ini berfungsi sebagai tempat peletakkan sekrup. Sekrup ini berfungsi untuk mengunci pisau pada rumah pisau agar tidak bergeser waktu terjadi gesekan pada proses pemotongan.

5) *Limit switch*,

Berfungsi sebagai saklar listrik terhadap motor. Apabila *limit switch* dalam posisi off maka motor listrik tidak akan berputar, sedangkan apabila *limit switch* dalam posisi on maka motor listrik akan berputar. *Limit switch* terletak di depan tuas pemotong. Tuas pemotong disertai dengan penekan *limit switch* sehingga saat tuas pemotong didorong ke depan maka akan menyentuh *limit switch* dan menyebabkan motor berputar. Sebaliknya, saat tuas pemotong dikembalikan seperti semula, *limit switch* akan kembali dalam posisi off sehingga motor akan berhenti berputar.



**Gambar 4.11** *Limit Switch*

Sumber: Pengolahan Data, 2009

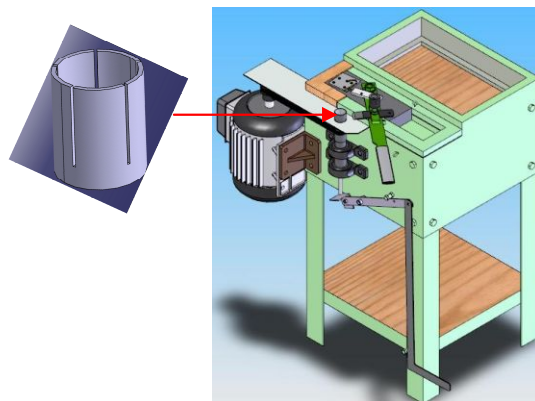
d. Tempat dop,

Berfungsi sebagai tempat peletakkan dop saat proses pemotongan. Tempat dop dirancang agar dapat berputar sehingga mempermudah dan memperingan kerja operator. Tempat dop ini terbagi menjadi beberapa komponen, yaitu:

1) Tempat dop,

Berfungsi sebagai tempat peletakkan dop saat proses pemotongan. Komponen ini merupakan komponen yang berhubungan langsung dengan dop. Tempat dop dirancang dengan ukuran diameter yang sama dengan ukuran dop yang akan dipotong, yaitu berdiameter 23 mm. Hal ini bertujuan agar dop tidak dapat bergerak saat dipotong sehingga dengan begitu akan didapat hasil pemotongan yang lurus. Tempat dop diletakkan pada poros dan dihubungkan dengan menggunakan sekrup.

Dop yang dipanaskan akan mengalami pemuaian oleh karena itu diperlukan tempat dop yang dapat mengakomodasi dop tersebut. Oleh karena itu, tempat dop dirancang dengan diberi belahan pada tempat dop. Bahan yang digunakan adalah *stainless steel* dengan tebal 1,5 mm dan panjang 38 mm. Hal ini dimaksudkan agar tempat dop memiliki sifat elastis tetapi masih tetap kuat. Selain itu, penggunaan *stainless steel* dimaksudkan agar kain pelapis dop tidak rusak.

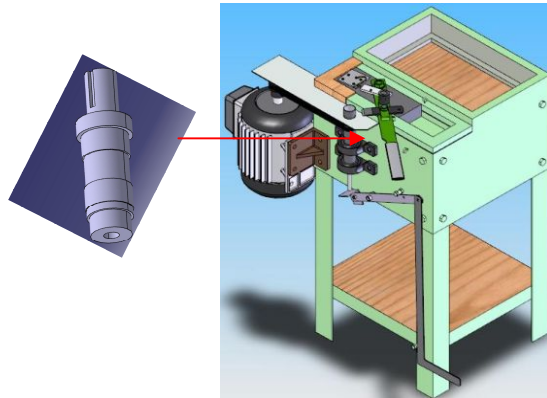


**Gambar 4.12** Tempat dop Belah 5

Sumber: Pengolahan Data, 2009

## 2) Poros as,

Berfungsi sebagai penerus putaran dari motor ke tempat dop. Poros berukuran diameter 28 mm dengan panjang 128 mm. Bahan poros yang digunakan yaitu ST 60. Pemilihan bahan ini berdasarkan tabel karakteristik baja konstruksi umum menurut DIN 17100.

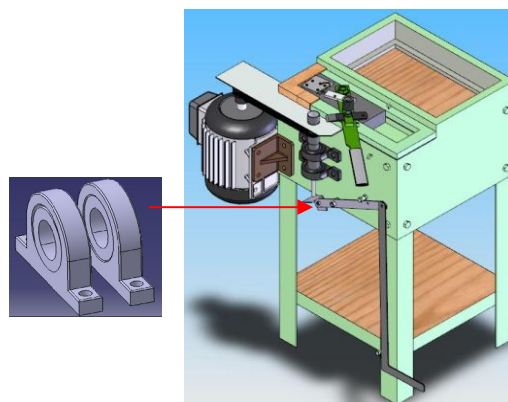


**Gambar 4.13** Poros As

Sumber: Pengolahan Data, 2009

3) *Bearing*,

Berfungsi menerima dan menyangga beban putaran poros dari motor penggerak sehingga putarannya dapat berlangsung secara halus dan aman. Diameter dalam *bearing* 28 mm sesuai dengan diameter poros yang digunakan. Pada mesin ini digunakan dua buah *bearing* dengan tujuan agar gerakannya lebih stabil.

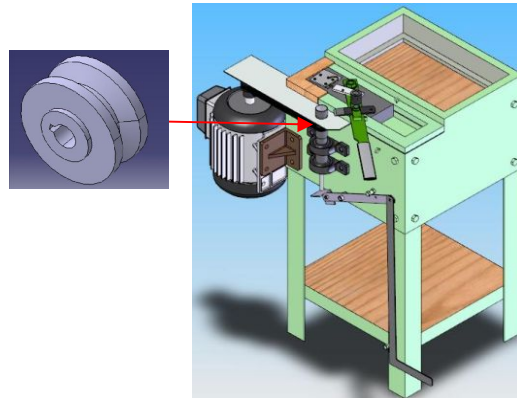


**Gambar 4.14** *Bearing*

Sumber: Pengolahan Data, 2009

4) *Pully*,

Berfungsi sebagai penghubung dan penerus gaya putar dari motor penggerak. Pemasangan komponen ini dengan cara dibaut dengan poros penggerak.



**Gambar 4.15** *Pully*

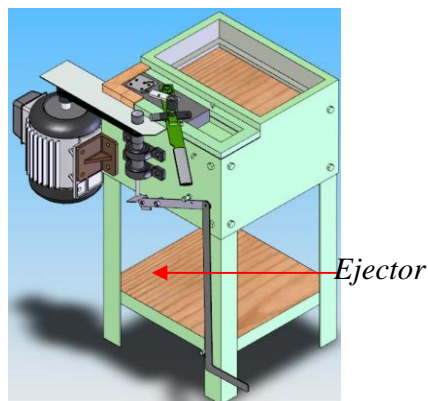
Sumber: Pengolahan Data, 2009

*e. Ejector,*

Berfungsi sebagai komponen pengeluar dop dari tempat dop. *Ejector* dirancang untuk mengeluarkan dop tanpa ada goresan atau cacat pada kain pelapis dop. *Ejector* pada mesin ini dirancang memiliki kendali yang sama dengan pemotong, kendali tersebut terdapat dalam tuas pemotong. *Ejector* dibagi menjadi beberapa komponen, yaitu:

- 1) Plat besi,

Berfungsi sebagai tuas yang mendorong silinder besi. Plat besi yang digunakan adalah ST37 yang memiliki ketebalan 3 mm, panjang 300 mm, dan lebar 30 mm.

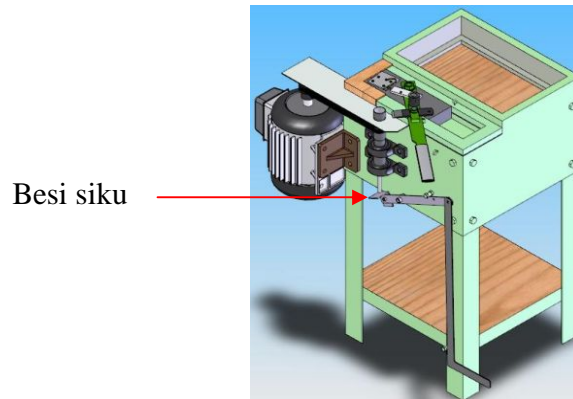


**Gambar 4.16** Plat *Ejector*

Sumber: Pengolahan Data, 2009

2) Besi siku,

Berfungsi sebagai tatakan pada plat besi yang berhubungan langsung dengan silinder besi. Dengan adanya besi siku diharapkan dapat mempermudah proses pengeluaran dop. Besi siku yang digunakan memiliki tebal 2 mm, serta panjang dan lebar 20 mm.

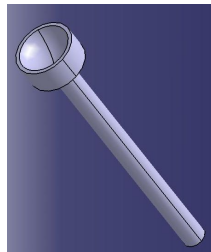


**Gambar 4.17** Besi Siku

Sumber: Pengolahan Data, 2009

3) Penyodok dop (silinder besi),

Berfungsi sebagai penerus gaya dari plat *ejector* sampai ke dop. Penyodok inilah yang berhubungan langsung dengan bagian bawah dari dop. Oleh karena itu, permukaan atas penyodok dibuat melengkung untuk menyesuaikan dengan bentuk dop. Bahan yang digunakan adalah ST 37 dengan diameter tiang 10 mm dan panjang 152 mm.



**Gambar 4.18** Penyodok Dop

Sumber: Pengolahan Data, 2009

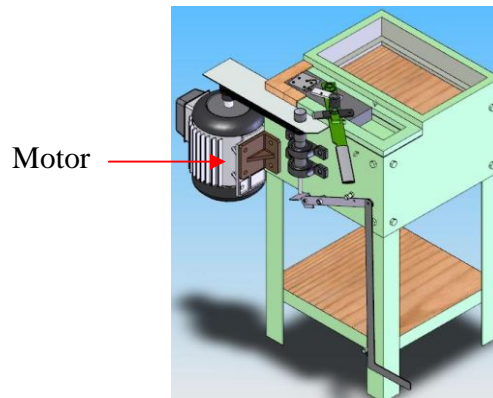
f. Elektrik,

Berfungsi sebagai penggerak dari mesin pemotong dop ini. Elektrik dibedakan menjadi dua bagian, yaitu:

1) Motor,



Berfungsi sebagai sumber daya penggerak mesin pemotong dop. Motor yang digunakan dalam perancangan mesin ini adalah motor AC 125 watt, 1600 rpm. Alasan pemilihan motor ini adalah jika dibandingkan dengan motor dengan jumlah watt yang lebih kecil, maka umur pakai motor yang digunakan akan sangat singkat. Penempatan motor pada mesin dibantu dengan adanya tempat motor.

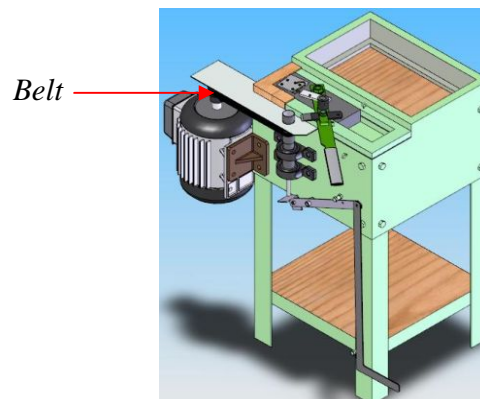


**Gambar 4.19** Motor

Sumber: Pengolahan Data, 2009

2) *Belt*,

Berfungsi sebagai penerus putaran dari mesin ke *pully* dan poros as. *Belt* yang digunakan mempunyai lebar 10 mm.



**Gambar 4.20** *Belt*

Sumber: Pengolahan Data, 2009

## 2. Pembuatan mesin pemotong dop

Mesin baru dibuat berdasarkan dimensi yang telah ditentukan dan komponen mekanis yang diperlukan. Adapun gambar rancangan mesin dapat dilihat pada gambar 4.21 di bawah ini.



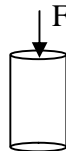
**Gambar 4.21** Mesin Pemotong Dop  
Sumber : Perancangan Mesin, 2009

### 4.2.3 Perhitungan Mekanika Teknik

Untuk mengetahui kekuatan alat baru diperlukan perhitungan teknik dengan menggunakan pendekatan mekanika teknik (statika). Dalam perhitungan alat baru, bagian alat yang dihitung hanya pada bagian yang dianggap kritis oleh peneliti, yaitu poros dan rangka.

#### 1. Kemampuan poros menahan beban

Kemampuan poros untuk menahan beban yang timbul akibat adanya momen ditunjukkan dalam uraian berikut ini :



**Gambar 4.22** Diagram Benda Bebas Poros  
Sumber: Pengolahan Data, 2009

$$\begin{aligned} F &= m \times g \\ &= 0,5 \times 9,81 = 5 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen} &= F \times r \\ &= 5 \times 128 \\ &= 640 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi}{4} \times D^4 \\ &= \frac{\pi}{4} \times 28^4 \\ &= 482944 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M \cdot c}{I} \\ &= \frac{640 \cdot 14}{482944} \\ &= 0,018 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

dimana,

m = massa tangan operator (kg)

g = gaya gravitasi ( $\text{kg/ms}^2$ )

r = jarak ujung poros satu ke ujung poros yang lain (mm)

I = momen inersia

D = diameter (mm)

Bahan yang dipakai untuk pembuatan poros adalah ST 60 dan memiliki  $\sigma$  sebesar  $590 \text{ N/mm}^2$ . Karena  $\sigma$  yang diperlukan jauh lebih kecil dari  $\sigma$  yang dipakai, maka poros aman untuk digunakan.

## 2. Kemampuan rangka menopang beban.

Kemampuan rangka untuk menopang beban yang terdapat di atasnya diuraikan dalam langkah-langkah berikut ini :

### a. Mencari beban yang bertumpu pada rangka

Beban yang bertumpu pada rangka adalah beban dapat dihitung berdasarkan berat dari komponen-komponen yang bertumpu pada rangka.

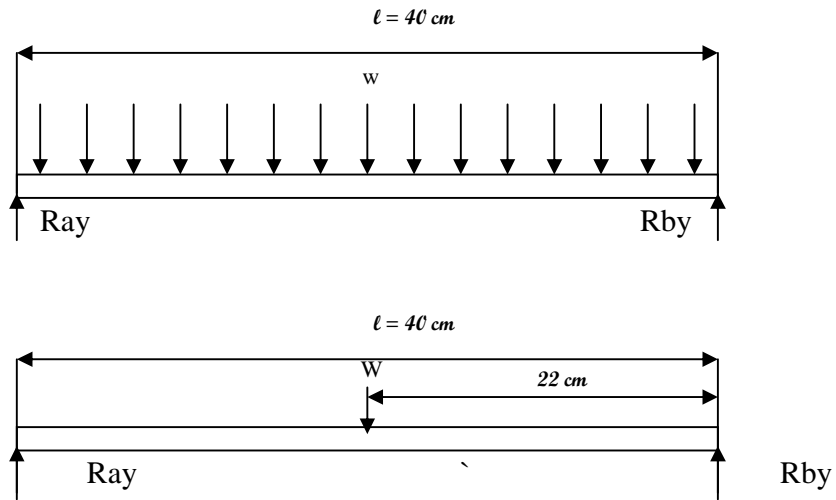
Adapun komponen-komponen tersebut adalah plat rangka, tuas pemotong, rumah pisau, dan pegas. Adapun berat komponen dihitung berdasarkan dimensi komponen yang telah ditetapkan sebelumnya.

Pada mesin pemotong dop hasil rancangan sebagian besar komponen yang melekat pada rangka menggunakan bahan besi plat (kecuali papan rangka). Oleh karena itu, perhitungan berat komponen menggunakan massa jenis besi sebesar  $7,86 \text{ g/cm}^3$  dan pada perhitungan digunakan gaya gravitasi sebesar  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

$$\begin{aligned}
 \text{w plat rangka} &= (40 \times 38 \times 1 \times 0,42 \times 9,81)/1000 \\
 &= 6,26 \text{ N} \\
 \text{w balok kayu} &= (144 \times 3 \times 3 \times 0,42 \times 9,81)/1000 \\
 &= 5,34 \text{ N} \\
 \text{w tuas pemotong} &= (30 \times 3 \times 0,3 \times 7,86 \times 9,81)/1000 \\
 &= 2,08 \text{ N} \\
 \text{w rumah pisau} &= 8 \times 3 \times 0,3 \times 7,86 \times 9,81/1000 \\
 &= 0,56 \text{ N} \\
 \text{w pisau} &= 8 \times 2 \times 0,1 \times 7,86 \times 9,81 \\
 &= 0,12 \text{ N} \\
 \text{w total} &= 6,26 + 5,34 + 2,08 + 0,56 + 0,12 \\
 &= 14,36 \text{ N} \\
 \text{w maksimum} &= \text{beban maksimum} \times \text{faktor keamanan} \\
 &= 14,36 \text{ N} \times 1,5 \\
 &= 21,54 \text{ N} \approx 22 \text{ N}
 \end{aligned}$$

**b. Membuat diagram benda bebas dan mencari gaya-gaya pada tumpuan**

Berikut adalah diagram benda bebas untuk rangka penopang atas:



**Gambar 4.23** Diagram Benda Bebas Rangka Mesin  
Sumber: Pengolahan Data, 2009

$$w = \frac{\text{beban maksimum}}{l} = \frac{22}{40}$$

$$= 0,55 \text{ N/cm}$$

$$W = w \times 0,5 \times l$$

$$= 0,55 \times 0,5 \times 40$$

$$= 11 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$R_{By} \times l - W \times l_1 = 0$$

$$R_{By} \times 40 - 11 \times 20 = 0$$

$$R_{By} = 5,5 \text{ N}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$-R_{Ay} \times l + W \times l_1 = 0$$

$$-R_{Ay} \times 40 + 11 \times 20 = 0$$

$$R_{Ay} = 5,5 \text{ N}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan pada baut adalah 5,5 N.

### c. Kekuatan sekrup pada rangka

Pada rangka bagian atas akan diberi sebanyak 2 sekrup dengan diameter masing-masing sekrup 10 mm. Sekrup-sekrup ini akan diletakkan pada keempat sudut rangka.

Adapun perhitungan kekuatan sekrup pada rangka sebagai berikut :

$$A = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

$$A = 3,14 \left(\frac{0,01}{2}\right)^2$$

$$A = 7,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Sekrup yang digunakan sebanyak 2 buah jadi tegangan maksimumnya yaitu :

$$\sigma_{\max} = \frac{R_{Ay}}{2A} = \frac{5,5}{2 \times 7,85 \times 10^{-5}} = 35 \text{ kPa}$$

Kayu yang digunakan pada rangka bagian atas ini adalah kayu meranti merah dengan berat jenis 0,42, karena kayu ini mudah didapat di pasaran dan harganya relatif murah.

**Tabel 4.4** Tegangan Kayu

<b>Kelas Kuat</b>	<b>Berat Jenis</b>	<b>Keteguhan Lentur Mutlak (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Keteguhan Tekan Mutlak (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>I</b>	Lebih dari 0,90	Lebih dari 1100	Lebih dari 650
<b>II</b>	0,60 – 0,90	725 – 1100	435 – 650
<b>III</b>	0,40 – 0,60	500 – 725	300 – 425
<b>IV</b>	0,30 – 0,40	360 – 500	215 – 300
<b>V</b>	Kurang dari 0,30	Kurang dari 215	Kurang dari 215

Sumber : Budi Martono, 2008

Berdasarkan tabel diatas maka kayu meranti merah berada pada kelas III dalam hal kekuatan kayu dan memiliki keteguhan tekan mutlak sebesar 300 – 425 kg/cm<sup>2</sup>. Karena berat jenis kayu meranti merah 0,42

maka akan digunakan keteguhan tekan sebesar  $300 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan demikian  $\sigma \text{ max}$  pada kayu meranti merah yaitu:

$$\begin{aligned}\sigma \text{ max} &= 300 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{9,81 \text{ m/s}^2}{10^{-4}} \\ &= 29,43 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Jadi pemasangan sekrup pada rangka kayu aman untuk digunakan karena  $\sigma \text{ max}$  kayu ( $29,43 \text{ MPa}$ )  $>$   $\sigma \text{ max}$  sekrup ( $35 \text{ kPa}$ ).

**d. Perhitungan momen lentur dan modulus penampang pada rangka bagian atas.**

1) Momen lentur maksimum

$$\begin{aligned}M &= \frac{wl^2}{8} \\ &= \frac{0,325 \times 40^2}{8} \\ &= 65 \text{ Ncm}\end{aligned}$$

2) Modulus penampang

Berdasarkan tabel tegangan kayu diketahui bahwa tegangan lentur mutlak kayu meranti merah yang merupakan kayu dengan kelas awet III yaitu sebesar  $500 - 725 \text{ kg/cm}^2$ . Karena berat jenis kayu meranti merah  $0,42$  maka akan digunakan keteguhan lentur sebesar  $500 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan demikian  $s$  pada kayu meranti merah yaitu :

$$\begin{aligned}s &= 500 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{9,81 \text{ m/s}^2}{10^{-4}} \\ &= 49,05 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

maka modulus penampang yang diperlukan adalah

$$\begin{aligned}Z &= \frac{M}{s} \\ &= \frac{65}{49,05}\end{aligned}$$

$$= 1,325 \text{ cm}^3$$

Untuk penampang segiempat,

$$Z = bh^2 / 6$$

$$bh^2 = 6 \times Z$$

$$= 6 \times 1,325$$

$$= 7,95 \text{ cm}^3 \approx 7950 \text{ mm}^3$$

Papan kayu yang digunakan untuk rangka atas memiliki ukuran 400 x 20 mm, jadi

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 20 \text{ mm}$$

$$bh^2 = 400 \times 20^2 = 160000 \text{ mm}^3$$

Karena luas penampang yang digunakan untuk rangka atas (160000  $\text{mm}^3$ ) lebih dari luas penampang yang dibutuhkan (7950  $\text{mm}^3$ ) maka papan kayu yang digunakan aman untuk digunakan.

#### 4.2.4 Validasi Rancangan Mesin Pemotong Dop

Untuk memvalidasi rancangan mesin pemotong dop digunakan tiga cara, yaitu :

##### 1. Kuesioner *Nordic Body Map*

Kuesioner *nordic body map* diberikan kepada operator setelah masing-masing operator menggunakan mesin pemotong dop hasil rancangan selama tiga hari. Dengan adanya percobaan selama tiga hari tersebut diharapkan operator mulai terbiasa dengan mesin tersebut dan pengaruh mesin awal terhadap bagian-bagian tubuh tertentu sudah hilang. Kuesioner yang diberikan sama dengan kuesioner *nordic body map* pada studi lapangan. Adapun hasil kuesioner *nordic body map* ini adalah :

**Tabel 4.5** Hasil Kuesioner *Nordic Body Map* Hasil Rancangan

No	Segmen tubuh	Operator ke-			Jumlah	Persentase tingkat keluhan
		1	2	3		



1	Leher bawah	√	-	-	1	33,33
2	Bahu kanan	-	-	-	-	0
3	Lengan atas kanan	-	-	-	-	0
4	Pinggul	-	-	-	-	0
5	Pergelangan tangan kanan	-	-	-	-	0
6	Engkel kanan	-	-	√	1	33,33

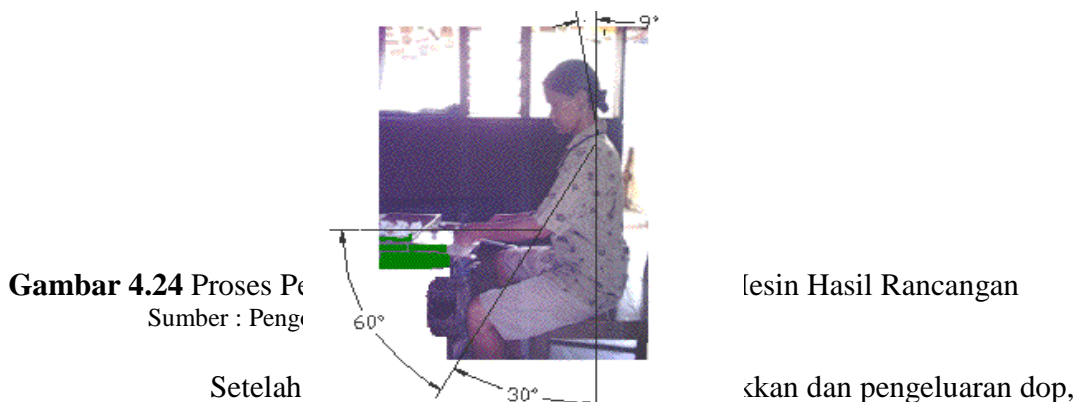
Sumber : Pengolahan Data, 2009

## 2. Perhitungan RULA

Analisis postur kerja operator saat menggunakan mesin hasil rancangan berdasarkan RULA. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah mesin hasil rancangan lebih baik dari mesin awal. Hasil skor akhir RULA hasil rancangan diharapkan lebih kecil dari hasil skor akhir RULA mesin awal sehingga dapat mengurangi resiko postur kerja operator.

### a. Proses Pemasukkan dan Pengeluaran Dop

Proses pemasukkan dan pengeluaran dop pada mesin pemotong dop hasil rancangan dengan cara vertikal. Hal ini disebabkan karena tempat dop diposisikan secara vertikal. Proses pemasukkan dan pengeluaran dop ini dilakukan oleh tangan kiri. Sedangkan tangan kanan tetap pada tuas pemotong. Proses ini dapat dilihat pada gambar 4.20 di bawah ini.



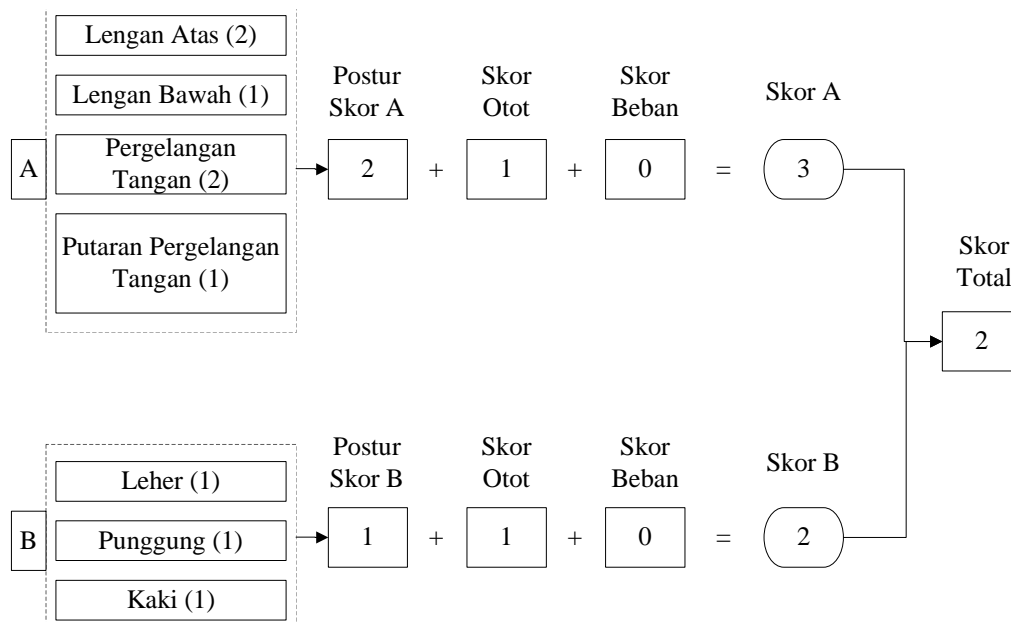
kemudian dilakukan perhitungan sudut-sudut anggota tubuh tertentu sebagai dasar perhitungan RULA. Setelah itu, dilakukan pemberian skor masing-masing segmen tubuh. Adapun penilaian RULA pada proses ini dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah ini.

**Tabel 4.6** Tabel Penilaian RULA Proses Pemasukkan dan Pengeluaran Dop

Penilaian	Skor
Pergerakan lengan atas	2
Pergerakan lengan bawah	1
Pergerakan pergelangan tangan	2
Putaran pergerakan tangan	1
Pergerakan leher	1
Pergerakan batang tubuh	1
Postur kaki	1

Sumber : Pengolahan Data, 2009

Skor penilaian RULA di atas kemudian dimasukkan ke tabel perhitungan nilai RULA. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.21.



**Gambar 4.25** RULA Scoring untuk Proses Memasukkan dan Mengeluarkan Dop

Sumber : Pengolahan Data, 2009

Hasil perhitungan skor RULA di atas menunjukkan bahwa skor akhir yang didapat adalah 2. Artinya bahwa postur kerja operator menggunakan mesin hasil rancangan tergolong aman. Skor ini lebih kecil dari skor perhitungan RULA dengan menggunakan mesin awal yaitu 7.

#### b. Proses Pemotongan Dop

Proses pemotongan dop pada mesin pemotong dop hasil rancangan dengan cara horisontal. Hal ini disebabkan karena hasil pemotongan secara horisontal lebih rata dan halus daripada hasil pemotongan secara vertikal.

Proses pemotongan dop ini dilakukan menggunakan tangan kanan. Proses ini dapat dilihat pada gambar 4.22 di bawah ini.



**Gambar 4.26** Proses Pemotongan Dop Mesin Hasil Rancangan

Sumber : Pengolahan Data, 2009

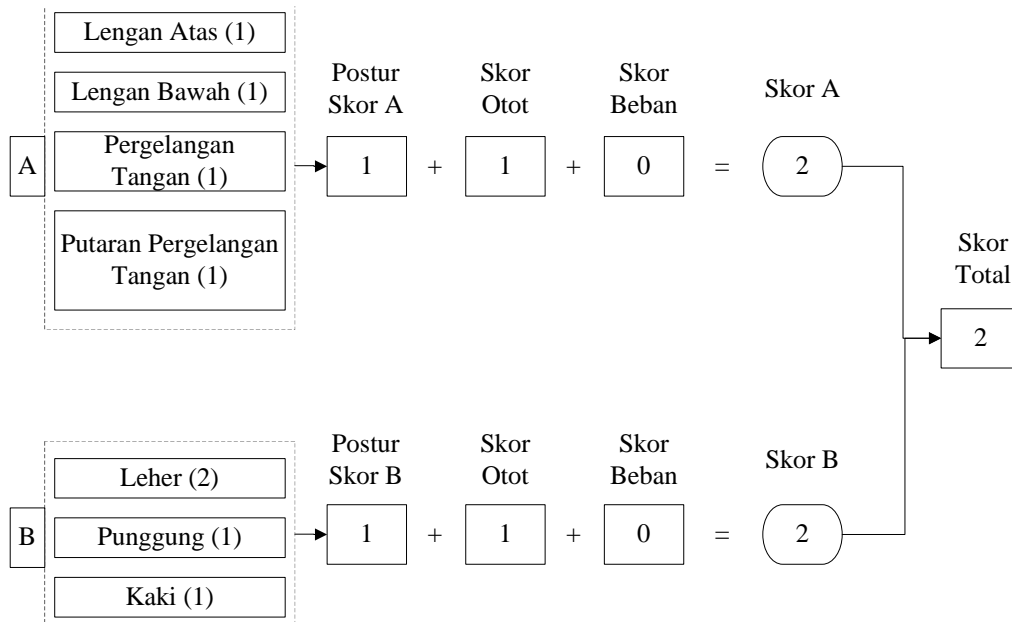
Setelah didapatkan gambar proses pemotongan dop, kemudian dilakukan perhitungan sudut-sudut anggota tubuh tertentu sebagai dasar perhitungan RULA. Setelah itu, dilakukan pemberian skor masing-masing segmen tubuh. Adapun penilaian RULA pada proses ini dapat dilihat pada tabel 4.7 di bawah ini.

**Tabel 4.7** Tabel Penilaian RULA Proses Pemotongan Dop

Penilaian	Skor
Pergerakan lengan atas	2
Pergerakan lengan bawah	1
Pergerakan pergelangan tangan	2
Putaran pergerakan tangan	1
Pergerakan leher	1
Pergerakan batang tubuh	1
Postur kaki	1

Sumber : Pengolahan Data, 2009

Skor penilaian RULA di atas kemudian dimasukkan ke tabel perhitungan nilai RULA. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.23.



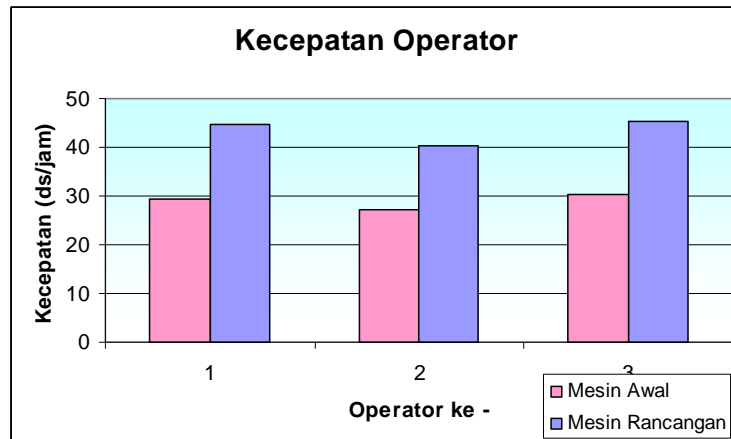
**Gambar 4.27** RULA Scoring untuk Proses Pemotongan Dop

Sumber : Pengolahan Data, 2009

Hasil perhitungan skor RULA di atas menunjukkan bahwa skor akhir yang didapat adalah 2. Artinya bahwa postur kerja operator menggunakan mesin hasil rancangan tergolong aman. Skor ini lebih kecil dari skor perhitungan RULA dengan menggunakan mesin awal yaitu 6.

### 3. Perhitungan kecepatan pemotongan

Perhitungan kecepatan pemotongan dilakukan setelah masing-masing operator menggunakan mesin pemotong dop hasil rancangan selama tiga hari. Dengan adanya percobaan selama tiga hari tersebut diharapkan operator mulai terbiasa menggunakan mesin tersebut. Pada hari keempat dihitung kecepatan operator dalam memotong dop selama satu jam. Hasil pengukuran kecepatan operator tersebut adalah :



**Gambar 4.28** Perbandingan Kecepatan Operator

Sumber : Pengolahan Data, 2009

#### 4.2.5 Perhitungan Biaya

Biaya pembuatan mesin pemotong dop dijelaskan sebagai berikut:

**Tabel 4.8** Rencana Anggaran Pembuatan Mesin Pemotong Dop

No	Bahan	Ukuran	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1	Plat 3 mm	45x30 cm	1	Lembar	45000	45000
2	Kayu	40 x 60 mm	2	Lonjor	25000	50000
3	Mur dan baut	3/16x1/2	8	Buah	250	2000
4	Mur dan baut	1/4x3/4	8	Buah	250	2000
5	Motor	125 W	1	Buah	300000	300000
6	Belt	1 cm	1	Buah	30000	30000

7	Bearing	d 28 mm	2	Buah	25000	50000
8	<i>Stainless 1,5mm</i>	5x20 mm	1	Lembar	50000	50000
9	Pegas tekan	10 cm	2	Buah	3000	6000
10	<i>Pully</i>	d 28 mm	1	Buah	30000	30000
11	Plat besi 1 mm	10 x 3 cm	1	Buah	5000	5000
12	Sekrup	d 10 mm	8	Buah	200	1600
13	Cat dasar	1/4 kg		Kilogram	32000	8000
14	Cat	1/4 kg		Kilogram	48000	12000
15	Tinner A	1 liter	1	Liter	17000	17000
16	Amplas no.2	1 lembar	1	Lembar	5000	5000
17	Biaya tenaga kerja	2 orang	5	Hari	17000	170000
<b>Total Biaya</b>						<b>783600</b>

Sumber: Pengolahan Data, 2009

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL**

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan interpretasi hasil penelitian yang telah dikumpulkan dan diolah pada bab sebelumnya. Analisis dan interpretasi hasil tersebut akan diuraikan dalam sub bab di bawah ini.

#### **5.1. ANALISIS MESIN PEMOTONG DOP AWAL**

Mesin pemotong dop awal merupakan mesin pemotong dop yang dipakai oleh operator pada industri dop milik Bapak Soeroto. Mesin ini memiliki tinggi 58 cm, panjang 37 cm, dan lebar 25 cm. Mesin ini memiliki lima bagian utama, yaitu bagian rangka, pemotong, tempat dop, *ejector*, dan motor.

Rangka mesin awal terbuat dari besi. Besi mempunyai kekuatan yang tinggi namun dapat menyebabkan timbulnya getaran yang besar. Getaran ini dapat mengganggu proses pemotongan dan menyebabkan hasil pemotongan kurang bagus.

Pemotong pada mesin awal mempunyai dua bagian utama yaitu bagian tuas pemotong dan pisau pemotong. Tuas pemotong digerakkan dengan arah vertikal dari atas ke bawah oleh lengan kanan. Pisau pemotong memiliki mata pisau yang lurus. Hal ini berakibat pada area gesek yang besar antara pisau dengan dop yang dipotong. Semakin besar area gesek tersebut berarti semakin besar pula usaha yang diperlukan untuk memotong dop. Selain itu, juga dapat menyebabkan kerusakan pada mata pisau, motor, maupun dop yang dipotong.

Tempat dop mesin awal terbuat dari silinder besi yang terpasang menghadap ke arah kanan mesin secara horisontal. Tempat dop yang terbuat dari besi dan tidak dicat sangat riskan dengan masalah karat. Apabila berkarat maka akan mengotori kain pelapis dop serta dapat merusakkan kain pelapis dop tersebut saat proses pengeluaran dop. Tempat dop tidak boleh di cat karena cat dapat mengotori kain pelapis dop. Posisi tempat dop ini tepat berada di bawah tuas pemotong sehingga operator tidak dapat melihatnya dengan jelas.

*Ejector* merupakan komponen yang berfungsi untuk mengeluarkan dop dari tempat dop. *Ejector* mesin awal terbuat dari silinder besi yang didorong oleh tuas menggunakan tangan kiri. Silinder besi tersebut kemudian mendorong batang penyodok

pada tempat dop. Tuas mendorong dua silinder besi yang terpisah secara bersamaan sehingga akan terasa berat.

Motor yang dipakai pada mesin awal adalah motor AC 125 watt, 1600 rpm. Berdasarkan pengalaman operator, motor ini merupakan motor yang paling tepat digunakan untuk proses pemotongan. Motor yang memiliki daya di bawah 125 watt akan mudah rusak jika digunakan pada mesin ini karena motor harus on-off terus selama melakukan pemotongan. Sedangkan untuk memutar motor digunakan saklar injak yang kendalinya terdapat pada kaki kanan.

Biaya yang dibutuhkan untuk merancang alat ini meliputi biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja adalah sebesar Rp 650.000,00 sampai dengan Rp 700.000,00.

## **5.2. ANALISIS MESIN PEMOTONG DOP HASIL RANCANGAN**

Mesin pemotong dop hasil rancangan merupakan perbaikan dari mesin pemotong dop awal. Beberapa dimensi mesin ini dihitung berdasarkan data antropometri operator. Dimensi tersebut adalah tinggi mesin, lebar mesin, panjang dan lebar pegangan tuas pemotong, serta tinggi kursi yang disarankan untuk dipakai.

Penggunaan data antropometri diharapkan mampu memberikan kenyamanan bagi operator. Penggunaan data antropometri pada perhitungan tinggi mesin menyebabkan operator yang memiliki tinggi siku duduk kecil tidak perlu mengangkat bahu pada saat melakukan proses pemotongan dop. Sedangkan operator yang memiliki tinggi siku duduk yang lebih besar juga dapat melakukan proses pemotongan dengan nyaman. Penggunaan data antropometri pada perhitungan lebar mesin menyebabkan operator yang memiliki panjang siku ke ujung jari tengah yang kecil dapat menjangkau ujung mesin dengan nyaman. Sedangkan operator yang memiliki panjang siku ke ujung jari tengah yang panjang tidak terlalu melipat lengan atasnya ke belakang saat melakukan pemotongan. Penggunaan data antropometri pada perhitungan pegangan tuas pemotong menyebabkan operator dapat dengan nyaman menggenggam tuas pemotong dalam waktu yang lama.

Mesin pemotong dop awal merupakan mesin pemotong dop yang dipakai oleh operator pada industri dop milik Bapak Soeroto. Mesin ini memiliki tinggi 68 cm,



panjang 40 cm, dan lebar 38 cm. Mesin ini memiliki lima bagian utama, yaitu bagian rangka, pemotong, tempat dop, *ejector*, dan motor.

Rangka mesin pemotong dop hasil rancangan dibedakan menjadi dua yaitu rangka pada bagian kaki mesin yang terbuat dari besi dan rangka bagian atas yang terbuat dari kayu. Besi dipakai karena memiliki beberapa kelebihan, yaitu kuat menahan beban, rigid atau stabil, dan mudah dibentuk (dapat disekrup, dibaut, dikeling, dan dilas). Sedangkan kayu digunakan untuk meredam getaran yang timbul akibat adanya putaran motor. Selain itu, terdapat penampungan dop sementara.

Pemotong pada mesin hasil rancangan terdiri dari tuas pemotong dan pisau pemotong. Tuas pemotong digerakkan dengan arah horisontal. Pisau pemotong memiliki mata pisau yang miring. Bentuk mata pisau ini dapat mengurangi luas permukaan pisau yang bergesekan dengan dop sehingga akan mengurangi usaha yang diperlukan untuk melakukan proses pemotongan. Berkurangnya usaha yang diperlukan dapat memperjelas proses pemotongan dop serta dapat memperpanjang umur pakai pisau dan motor.

Tempat dop pada mesin hasil rancangan terbuat dari *stainless steel*. *Stainless steel* memiliki sifat yang licin dan memiliki kelenturan yang baik. Kedua sifat inilah yang dimanfaatkan dalam pembuatan tempat dop pada mesin hasil rancangan. Sifat licin akan memperjelas kerja operator saat memasukkan dan mengeluarkan dop serta mengurangi kemungkinan kain pelapis dop rusak karena goresan dengan tempat dop. Sedangkan sifat kelenturan yang baik dimanfaatkan untuk mengakomodasi adanya diameter dop yang membesar akibat adanya pemuaian saat dipanaskan.

*Ejector* pada mesin hasil rancangan terbuat dari plat besi yang dihubungkan dengan silinder pendorong. *Ejector* ini digerakkan menggunakan kaki kanan dengan cara ditekan ke bawah. Hal ini akan mengurangi jumlah gerakan yang dilakukan oleh tangan sehingga tangan hanya memiliki satu tugas pokok. Tangan kanan bertugas menggerakkan tuas pemotong dan tangan kiri bertugas untuk memasukkan dan mengambil dop.

Dari uraian di atas, dapat diketahui bahwa perbedaan alat perancangan lama dengan alat baru seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

**Tabel 5.1** Perbedaan Mesin Awal dengan Hasil Rancangan

Letak Perbedaan	Alat Perancangan Lama	Alat Perancangan Baru
Dimensi rangka	Panjang = 37 cm	Panjang = 40 cm

alat	Lebar = 25 cm Tinggi = 58 cm	Lebar = 38 cm Tinggi = 68 cm
Rangka	Besi	Besi dan Kayu
Tuas pemotong	Posisi : vertikal Mata pisau : lurus	Posisi : horisontal Mata pisau : miring
Tempat dop	Posisi : horisontal Bahan : besi	Posisi : vertikal Bahan : <i>stainlesssteel</i>
<i>Ejector</i>	Dua silinder besi	Plat besi dan silinder besi
Motor	Saklar injak	Saklar di depan tuas pemotong
Penambahan fungsi alat	Tidak terdapat penampungan dop sementara sebelum dipotong	Terdapat penampungan dop sementara sebelum dipotong

### 5.3. ANALISIS RULA

Analisis RULA dilakukan terhadap postur kerja pada saat implementasi mesin awal dan mesin hasil rancangan yang ditunjukkan dalam uraian berikut.

#### 5.4.1. RULA Saat Implementasi Mesin Awal

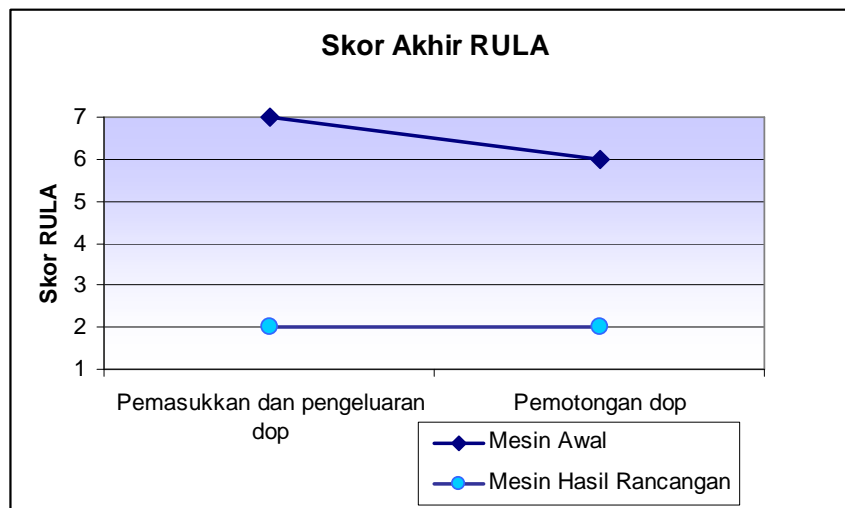
Perhitungan skor RULA pada mesin awal meliputi 2 proses yaitu proses pemasukkan dan pengeluaran dop serta proses pemotongan dop. Pada proses pemasukkan dan pengeluaran dop didapatkan hasil bahwa postur kerja memiliki level resiko yang tinggi. Hal ini disebabkan karena ada postur kerja operator yang tidak normal. Postur kerja tersebut dapat dilihat pada postur punggung, leher, dan pergelangan tangan. Postur kerja batang tubuh dan leher menyebabkan beban tidak tersebar merata pada seluruh garis tulang punggung dan menyebabkan tekanan berlebihan pada bagian L5/S1. Tekanan berlebihan pada bagian L5/S1 dapat memicu timbulnya cedera pada tulang belakang (*low back pain*). Sedangkan postur pergelangan tangan dapat mengakibatkan cedera berupa kram dan kesemutan.

Pada proses pemotongan dop didapatkan hasil bahwa postur kerja memiliki level resiko yang sedang. Hal ini disebabkan karena ada postur kerja operator yang tidak normal. Postur kerja tersebut dapat dilihat pada postur punggung, leher, dan lengan kanan atas. Postur kerja batang tubuh dan leher menyebabkan beban tidak tersebar merata pada seluruh garis tulang punggung dan menyebabkan tekanan berlebihan pada bagian L5/S1. Tekanan berlebihan pada bagian L5/S1 dapat memicu timbulnya cedera pada tulang belakang (*low back pain*). Sedangkan postur lengan kanan atas yang terangkat dapat

menyebabkan rasa nyeri pada bagian lengan kanan atas dan bahu kanan karena terdapat tekanan yang tinggi pada daerah tersebut.

#### 5.4.2. RULA Saat Implementasi Mesin Hasil Rancangan

Perhitungan skor RULA pada mesin awal meliputi 2 proses yaitu proses memasukkan dan pengeluaran dop serta proses pemotongan dop. Hasil penilaian dengan metode RULA sesudah perancangan terjadi penurunan level resiko (Gambar 5.1). Terjadinya penurunan level resiko ini karena adanya perubahan postur kerja. Mesin hasil rancangan mampu membuat operator untuk duduk tegak (normal) pada saat melakukan proses memasukkan dop dan pemotongan dop. Hal ini dipengaruhi oleh tinggi mesin yang sesuai dengan tinggi tubuh operator. Selain itu, tinggi mesin yang tepat juga dapat mengurangi sudut yang terbentuk antara lengan dan batang tubuh, baik pada saat memasukkan dan mengeluarkan dop maupun pada saat memotong dop. Perpindahan posisi tempat dop juga berpengaruh terhadap postur kerja operator. Pada mesin hasil rancangan, operator tidak lagi memiringkan kepala maupun tubuhnya agar dapat melihat tempat dop.



**Gambar 5.1** Perbandingan Skor Akhir RULA  
Sumber : Pengolahan Data, 2009

#### 5.4. ANALISIS KECEPATAN OPERATOR

Kecepatan operator pada saat menggunakan mesin awal adalah sekitar 30 ds/jam dan di bawah standar. Dengan kecepatan operator tersebut dapat dipastikan bahwa target produksi industri dop *shuttlecock* milik Bapak Soeroto tidak dapat tercapai. Kecepatan operator yang di bawah standar tersebut disebabkan karena mesin pemotong dop yang digunakan kurang ergonomis sehingga terjadi ketidaknyamanan operator serta menyebabkan timbulnya rasa nyeri pada beberapa segmen tubuh. Hal ini akan menyebabkan operator cepat lelah sehingga performansi operator dapat menurun.

Kecepatan operator pada saat menggunakan mesin hasil rancangan mengalami kenaikan (terlihat dalam gambar 4.24). Kecepatan operator mencapai 40 ds/jam. Dengan kecepatan operator tersebut maka target produksi industri dop *shuttlecock* milik Bapak Soeroto dapat tercapai. Peningkatan kecepatan ini disebabkan karena mesin pemotong dop yang digunakan lebih ergonomis dibandingkan mesin awal yang mereka gunakan. Mesin yang ergonomis dapat meningkatkan kenyamanan operator pada saat bekerja serta mengurangi terjadinya rasa nyeri dan cedera yang dialami oleh para operator. Oleh sebab itu, performansi operator dapat meningkat dan stabil. Selain itu, adanya tambahan penampungan dop sementara sebelum dipotong pada mesin hasil rancangan menyebabkan jarak antara pengambilan dop dan pemotong dekat sehingga dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk sekali pemotongan.

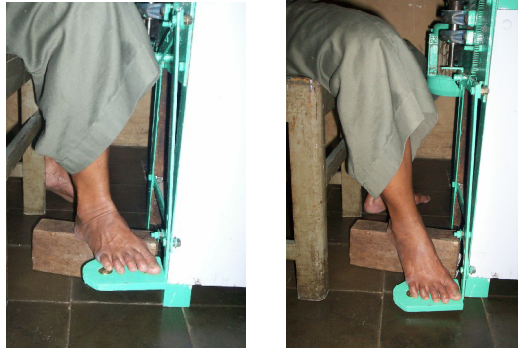
## **5.5. ANALISIS PENGGUNAAN MESIN PEMOTONG DOP HASIL RANCANGAN DI LAPANGAN**

Dalam penggunaan mesin pemotong dop hasil rancangan di lapangan didapatkan beberapa kelebihan mesin tersebut sebagai berikut:

- Dop hasil pemotongan memiliki tingkat kehalusan yang lebih baik karena mata pisau yang digunakan lebih tajam.
- Getaran akibat putaran motor tidak terasa pada tuas pemotong sehingga proses pemotongan tidak terganggu oleh getaran.
- Pada saat memasukkan dan mengeluarkan dop terasa lebih ringan.

Dalam penggunaannya, mesin pemotong dop hasil rancangan masih memiliki kelemahan. Kelemahan tersebut terdapat pada bagian *ejector*, pada bagian ini belum terdapat komponen tambahan yang dapat digunakan untuk menopang kaki dapa saat tidak melakukan kegiatan. Sehingga pada pelaksanaannya operator mengenakan penopang

kaki berupa balok kayu yang diletakkan dekat dengan pedal *ejector* mesin tersebut. Hal ini dapat dijadikan pertimbangan pada perancangan berikutnya.



**Gambar 5.2** Posisi Kaki Operator  
Sumber : Dokumentasi, 2010

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan berdasarkan analisis yang telah diuraikan pada bab sebelumnya serta saran untuk penelitian selanjutnya.

#### **6.1 KESIMPULAN**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Mesin pemotong dop baru dirancang dengan dimensi tinggi mesin 68 cm, lebar mesin 38 cm, panjang pegangan tuas pemotong 11 cm, lebar pegangan tuas pemotong 3,7 cm. Sedangkan tinggi kursi yang diusulkan agar mesin dapat memenuhi kebutuhan operator secara optimal adalah 49 cm. Biaya total pembuatan mesin pemotong dop adalah sebesar Rp 783.600,00.
2. Berdasarkan penilaian dengan metode RULA pada postur tubuh pekerja setelah perancangan diperoleh hasil terjadi penurunan level resiko dibandingkan sebelum perancangan. Hasil skor RULA sebelum perancangan pada proses memasukkan dan pengeluaran dop adalah 7 yang berarti memiliki level resiko tinggi, sedangkan hasil skor RULA setelah perancangan adalah 2 yang berarti memiliki level resiko aman. Hasil skor RULA sebelum perancangan pada proses pemotongan dop adalah 6 yang berarti memiliki level resiko sedang, sedangkan hasil skor RULA setelah perancangan adalah 2 yang berarti memiliki level resiko aman.

#### **6.2 SARAN**

Saran yang dapat diberikan untuk langkah pengembangan atau penelitian selanjutnya, sebagai berikut:

1. Perlu ditambahkan penopang kaki kanan pada bagian *ejector*.
2. Bagian *ejector* dapat diganti dengan sistem pelontar yang dihubungkan dengan tuas pemotong
3. Perlu digunakan data antropometri orang Asia agar mesin dapat dipakai oleh operator lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- BBC. 30 Oktober 2006. “*The Shuttle Cock*”. [Web Page] [http://news.bbc.co.uk/sport2/hi/other\\_sports/badminton/4162622.stm](http://news.bbc.co.uk/sport2/hi/other_sports/badminton/4162622.stm).
- KADIN. 2009. “*Industri Shuttle Cock*”. [WebPage] [http://www.jawatengah.go.id/framer.php?SUB=potensi&DATA=dagang&KOTA=kota\\_tegal](http://www.jawatengah.go.id/framer.php?SUB=potensi&DATA=dagang&KOTA=kota_tegal).
- Ming, Wang. 2009. “*Shuttle Cock Speed*”. [Web Page] [http://shuttlecock.com/Resources/Shuttlecock/speed\\_info.php](http://shuttlecock.com/Resources/Shuttlecock/speed_info.php).
- Nurmianto, Eko. 2004. *Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya
- Panero, Julius, dan Zelnik, Martin. 2003. *Dimensi Manusia dan Ruang Interior*. Jakarta: Erlangga.
- Popov, E.P. 1991. *Mekanika Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Sutalaksana, I.Z. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Laboratorium Tata Cara Kerja dan Ergonomi Dept. Teknik Industri- ITB
- Tarwaka. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta : Uniba Press.
- Ulrich, Karl T and Ephinger, Stephen D. 2001. *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1995. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya