

## ABSTRAK

**David Dwi Harjanto, I1307032, PERANCANGAN ALAT PENGUMPAN DOP SHUTTLE COCK PADA ALAT PELUBANG DOP BERBASIS KENDALI PNEUMATIK DENGAN MENGGUNAKAN MEKANISME CAMSHAFT. Skripsi. Surakarta: Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Juli 2012.**

Tumbuh dan berkembangnya olahraga bulutangkis di Indonesia, menjadikan permintaan *shuttle cock* mengalami peningkatan. Hal ini mendorong para pelaku usaha produksi *shuttle cock* yang sebagian besar masih berskala kecil atau rumahan untuk meningkatkan produktivitasnya Dengan melakukan peningkatan terhadap peralatan produksi mereka. Dop adalah sebuah komponen *shuttle cock* yang memerlukan proses pelubangan khusus yang membutuhkan banyak waktu jika dikerjakan secara manual. Telah dikembangkan mesin pelubang otomatis dengan sistem pneumatik yang sudah dapat dipergunakan. Sayangnya ini masih bersifat manual yang belum bisa digunakan secara optimal karena kesulitan dalam pengoperasiannya. Untuk mengatasi masalah ini maka dirancang sebuah alat pengumpan dop getaran untuk mesin pelubang dop.

Penelitian ini adalah sebuah studi rancangan produk yang dimulai dengan identifikasi kebutuhan. Kebutuhan ini kemudian dijadikan sebuah konsep perancangan yang kemudian selanjutnya dibuat spesifikasi perancangan. Bagian penting dari proses perancangan ini adalah penentuan pada spesifikasi pegas dan cam.

Hasil dari studi ini adalah sebuah alat pengumpan getaran dengan cam sebagai sumber getaran. Dop dapat diorientasikan dengan gerakan bolak – balik yang dihasilkan oleh getaran yang berakhir ketika sisi datar dari dop ada di bagian bawah. Posisi dan pengumpan dop dari proses slip antara alas cembung dengan kecepatan asimetri dari pergerakan ini. Dari waktu proses pengukuran dan simulasi ini dapat di tunjukan bahwa kapasitas keseluruhan proses meningkat hingga 46 % per jam.

**Kata Kunci:** *Shuttle cock*, perancangan, alat pengumpan dop

xiii + 61 halaman; 44 gambar; 9 tabel

Daftar pustaka: 14 (1999-2011)

## ABSTRACT

**David Dwi Harjanto, NIM: I1307032, DESIGN OF DOP SHUTTLE COCK FEEDER TOOL ON THE DOP HOLDER TOOL PNEUMATIC BASIC BY USING CAMSHAFT MECANISM. Thesis. Surakarta: Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University, Juli 2012.**

The increasing demand of shuttle cocks is driven by the growth of badminton sport in Indonesia. This cause the entrepreneur in shuttle cocks production which is dominated by small scale and home industries, try to improve their productivity, especially their production equipment. Dop is a shuttle cocks component which needs special perforation process that consumes much time if execute manually. There has been developed an automatic perforation machine with pneumatic actuation as the countermeasure. Unfortunately, it still needs manual feeding which is lead to un-optimum perforation process as well as some operation difficulties. This research consider those problem by designing a vibratory bowl feeder for the machine.

This research is a product design study which was started with requirement definition. This requirement then transformed into a design concept that finally formalized into design specification. The critical parts of this design process are determination of spring and cam specification.

The result of this study is a vibratory bowl feeder with a cam as vibration generator. The dop can be oriented by the rolling contact movement that is resulted by the vibration which is ended when the flat side of the dop is in the bottom. The dop positioning and feeding was gained by slippery dome platform and asymmetric speed of the vibration. From the time measurement and simulation process it could be shown that the overall process capacity way increasing by 46 % per hour.

**Keyword :** *Shuttle cock, design, vibratory bowl feeder*

xiii + 61 pages, 44 picture; 9 tables

References: 14 (1999-2011)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah SWT, Tuhan Semesta Alam yang menguasai langit dan bumi serta seluruh isinya, hanya karena rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Di dalam kesempatan yang sangat baik ini, dengan segenap kerendahan hati dan rasa yang setulus-tulusnya, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ilham Priadythama, ST, MT. dan Taufik Rochman, STP, MT. selaku dosen pembimbing yang telah sabar dalam memberikan pengarahan dan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
2. Wakhid Jauhari, S.T, M.T. selaku dosen penguji skripsi I yang berkenan memberikan saran dan perbaikan terhadap tugas akhir ini.
3. Rahmaniyah Dwi Astuti, ST, MT. selaku dosen penguji skripsi II yang berkenan memberikan saran dan perbaikan terhadap tugas akhir ini.
4. Para staf dan karyawan Jurusan Teknik Industri, atas segala kesabaran dan pengertiannya dalam memberikan bantuan dan fasilitas demi kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
5. Orang tua dan saudara-saudaraku yang telah memberikan doa, kasih sayang dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
6. Terima kasih kepada teman - teman Asisten Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk, ” Taruna, Wicak, Putri, Tiwik, Silmi, Girindra, Amrina”
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Industri angkatan '07 yang telah bersama-sama berjuang dalam menyelesaikan studi Strata 1. Semoga persahabatan kita selalu terjaga dalam ikatan ukhuwah yang indah.
8. Teman-teman badminton & Futsal yang telah memberi dukungan dan semangat Tarjo, Pendi, Sety, Topik, bunian, Ridho, Bayu, Mas Dodik, Mamet, Wiwin, Idos, Hendy, Andi, Wisnu, Diaz, Habibi, dll yang tidak disebutkan. Semoga pertemanan kita tidak akan pudar.
9. Terima kasih kepada Yuda, Danu dan Sanosa, atas bantuannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

10. Seluruh pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas segala bimbingan, bantuan, kritik, dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa maupun siapa saja yang membutuhkannya. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, dengan senang hati dan terbuka penulis menerima segala saran dan kritik yang membangun.



Surakarta, Juli 2012

Penulis

## BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan beberapa hal pokok mengenai penelitian ini, yaitu latar belakang penelitian, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika pembahasan.

### 1.1 LATAR BELAKANG

Tumbuh dan berkembangnya olahraga bulutangkis di Indonesia, menjadikan permintaan *shuttle cock* mengalami peningkatan. Hal ini mendorong para pelaku usaha *shuttle cock*, yang sebagian besar masih berskala kecil atau rumahan untuk meningkatkan produktivitasnya. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas dalam menghasilkan *shuttle cock* tersebut adalah dengan melakukan pengembangan terhadap peralatan untuk produksi *shuttle cock*.

Dalam proses untuk memproduksi *shuttle cock* terdapat beberapa proses antara lain, yaitu : proses pelubangan dop, pelabelan dop, pencucian bulu, pemotongan bulu, penancapan bulu, penjahitan bulu, standarisasi diameter mahkota, pemberian lis pita, pemberian perekat, dan pengepakan. Di industri kecil atau rumahan, pada umumnya semua proses – proses tersebut masih menerapkan metode manual menggunakan tenaga operator. Di antara semua proses tersebut terdapat beberapa proses yang dapat di tingkatkan produktivitasnya dengan melakukan otomatisasi tanpa memerlukan sistem kendali yang rumit, salah satunya adalah proses pelubangan dop. Pelubangan dop adalah proses membuat 16 lubang pada bagian bawah dop yang dibentuk melingkar untuk tempat penancapan bulu.

Saktiawan (2009) telah mengembangkan alat pelubang dop untuk meningkatkan produktivitas proses pelubangan dop di industri CV Tisa Sport. Prinsip kerja dari alat pelubang dop ini adalah pada saat mesin dihidupkan *shuttle cock* yang berada pada pipa pengumpan di dorong oleh silinder pneumatik ke kedudukan dop di mana dop akan dilubangi. Kemudian secara otomatis jarum yang terdapat pada mesin pelubang dop ini bergerak dan mengakibatkan proses pelubangan. Setelah proses pelubangan dop mencapai jumlah 16, mesin akan secara otomatis berhenti sendiri dan dop tersebut selesai dilubangi. Kelebihan



pada alat tersebut adalah penggunaan sistem kendali pneumatik yang dapat bergerak dengan tekanan udara dari kompresor. Udara dari kompresor akan dialirkan melalui selang udara dan di kontrol menggunakan solenoid yang dapat mengontrol ke mana aliran udara yang terhubung dengan silinder pneumatik. Silinder pneumatik ini menggantikan tenaga manusia pada saat melubangi dop, dengan demikian waktu produksi yang dibutuhkan pada pembuatan dop lebih cepat dibandingkan dengan proses pelubangan dop secara manual. Dengan peningkatan kapasitas produksi dop sebesar 56 % per jam. Kekurangan dari alat ini adalah masih belum sepenuhnya otomatis, yang mana proses pengumpanan yaitu proses memasukkan dop ke dalam pipa pengumpan masih menggunakan tenaga operator sehingga menyebabkan proses pelubangan menjadi tidak kontinu tergantung dari kinerja operator. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada alat pelubang dop pneumatik, memang ada pipa penampungan yang berfungsi sebagai wadah sementara dop – dop sebelum diumpankan dan untuk lebih meningkatkan produksinya dapat dirancang pipa penampungan lebih panjang sehingga dapat menampung lebih banyak dop. Akan tetapi, kelemahan dari pipa penampungan yang dirancang lebih panjang, apabila terjadi *human eror* saat memasukkan dop atau terdapat benda asing yang masuk ke pipa penampungan hal ini dapat menjadi masalah yang dapat menghambat dari proses pelubangan dop. Maka dari itu perlu dirancang suatu alat pengumpan dop otomatis yang memiliki tingkat akurasi dan konsistensi yang lebih baik, di satu sisi operator tidak lagi memasukkan dop ke dalam mesin pelubangan dop secara manual dan di sisi lain proses dapat berlangsung kontinu tanpa harus mematikan mesin saat operator tersebut memasukkan dop. Alat pengumpan dop otomatis ini akan dirancang dan dibuat menggunakan sistem yang sederhana, murah dan lebih efisien.

Ada beberapa jenis sistem mekanisme dari pengumpanan, antara lain yaitu : menggunakan *conveyor*, menggunakan *rotary*, menggunakan *vibration* dan *cam*. Menggunakan *coveyor* adalah sebuah perangkat yang memiliki pemasok (*hopper*) yang terhubung ke bagian konveyor yang mengumpankan objek dari bagian satu ke bagian lainnya (US paten no: US3585970). Menggunakan *vibration* adalah proses pengumpanan benda – benda kecil seperti pil atau kapsul, yang dimasukkan ke dalam wadah yang umumnya berbentuk horizontal atau lingkaran

yang berpusat pada sumbu tegak. Wadah berfungsi sebagai elemen penghubung antara pasokan di mana objek di proses dalam jumlah besar kemudian berjalan satu per satuan waktu (US paten no: US20080264760). Menggunakan *rotary* adalah dengan sistem berputar pada poros bagian bawah wadah / pemasok dan akhirnya mengumpulkan benda. Menggunakan *cam* adalah suatu mekanisme pengumpan ke kotak kosong yang terdiri dari pelat *cam* yang terbentuk dalam jalur *cam* yang kontinyu (US paten no: US4625575).

Dari jenis - jenis mekanisme tersebut, jenis *vibration* yang paling sesuai untuk kasus dop *shuttle cock*. Hal ini disebabkan karena bentuk dari dop *shuttle cock* setengah lingkaran, tidak simetris antar sisinya dan berat dari dop sangatlah ringan. Pengumpanan menggunakan *bowl* yang bergetar akan dapat mengorientasikan benda – benda kecil (Van, Der Stappen dkk, 2001). Sistem mekanik yang dapat digunakan dalam menghasilkan getaran antara lain adalah menggunakan solenoid, *camshaft* dan motor *unbalance*. Sistem mekanik dengan menggunakan solenoid relatif lebih mahal dan lebih rumit daripada *camshaft* maupun motor *unbalance*, sedangkan kelemahan dari sistem mekanik menggunakan motor *unbalance* adalah banyaknya modus getaran yang terjadi. Dalam penelitian ini akan menggunakan *camshaft* sebagai mekanisme gerakannya. Sistem mekanik menggunakan *camshaft* tidak banyak terpengaruh modus getaran, mudah dikendalikan, dan tidak terpengaruh oleh faktor – faktor manufaktur seperti geometri dan material yang dipakai.

## 1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimanakah merancang alat otomatis pada mesin pelubangan dop pneumatik dengan menggunakan mekanisme getaran dari mekanisme *camshaft*.

## 1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

Merancang alat pengumpan dop otomatis pada mesin pelubang dop berbasis pneumatik dengan menggunakan mekanisme getaran dari mekanisme *camshaft*.

*commit to user*

#### 1.4 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat yang dicapai dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Rancangan yang dihasilkan dapat mempermudah dan mempercepat proses dari pelubangan dop.
2. Prototipe rancangan yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai alat praktikum untuk mata kuliah Otomasi Industri.

#### 1.5 ASUMSI PENELITIAN

Asumsi - asumsi yang digunakan dalam penelitian ini, adalah :

1. Koefisien gesek tidak terpengaruh frekuensi getaran.
2. Ukuran dan berat dop *shuttle cock* homogen.

#### 1.6 BATASAN MASALAH

Batasan – batasan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Mesin pelubang dop adalah rancangan Saktiawan (2009).
2. Dop yang digunakan adalah dop produksi CV Tisa Sport.

#### 1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan dibuat agar dapat memudahkan pembahasan penyelesaian masalah dalam penelitian ini.

Penjelasan mengenai sistematika penulisan, sebagai berikut :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan berbagai hal mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan teori-teori yang akan dipakai untuk mendukung penelitian, sehingga perhitungan dan analisis dilakukan secara teoritis. Tinjauan pustaka diambil dari berbagai sumber yang berkaitan langsung dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian.



**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tahapan yang dilalui dalam penyelesaian masalah secara umum yang berupa gambaran terstruktur dalam bentuk *flowchart* sesuai dengan permasalahan yang ada mulai dari studi pendahuluan, pengumpulan data sampai dengan pengolahan data dan analisis.

**BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah, kemudian dilakukan pengolahan data secara bertahap.

**BAB V : ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL**

Bab ini memuat uraian analisis dan interpretasi dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

**BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menguraikan target pencapaian dari tujuan penelitian dan kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan masalah. Bab ini juga menguraikan saran dan masukan bagi kelanjutan penelitian.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

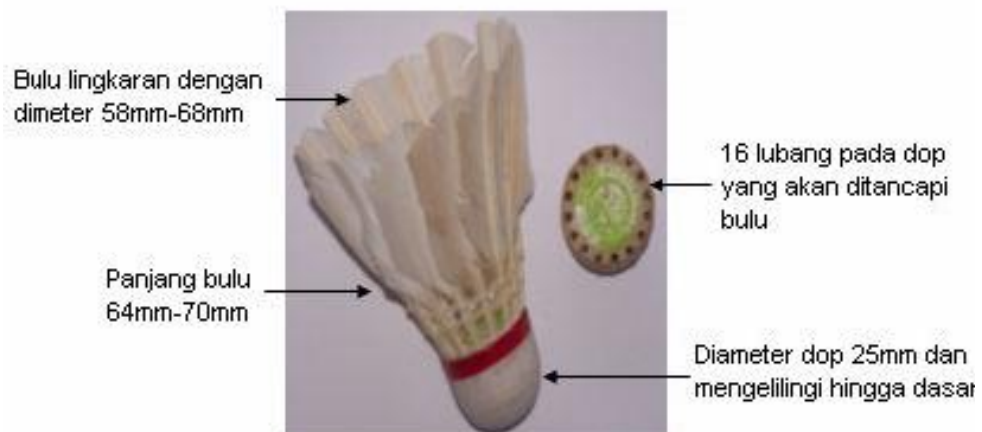
Bab ini menguraikan teori-teori yang dipakai untuk mendukung penelitian, sehingga perhitungan dan analisis dilakukan secara teoritis. Tinjauan pustaka diambil dari berbagai sumber yang berkaitan langsung dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian.

### 2.1 INDUSTRI KECIL *SHUTTLE COCK*

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang prospektif pengrajin, spesifikasi *shuttle cock*, bahan baku *shuttle cock*, peralatan pembuatan *shuttle cock*, dan proses produksi pembuatan *shuttle cock* di *home* industri.

#### 2.1.1 Spesifikasi *Shuttle Cock*

*Shuttle cock* memiliki bentuk dan ukuran yang telah ditentukan oleh persatuan pebulutangkis. Pada buku Badminton Equipment Guide di situs [news.bbc.co.uk](http://news.bbc.co.uk), *shuttle cock* yang memenuhi spesifikasi standar Persatuan Bulutangkis Seluruh Indonesia (PBSI) atau *International Badminton Federation* (IBF) dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Standar *Shuttle cock***

Sumber : pb-pbsi.net

Berdasarkan situs [pb-pbsi.net](http://pb-pbsi.net), standar *shuttle cock* dengan spesifikasi Persatuan Bulutangkis Seluruh Indonesia (PBSI) mengikuti standarisasi yang ditentukan oleh International Badminton Federation (IBF). Standar *Internasional Badminton Federation* (IBF) pada *shuttle cock* memiliki bulu yang dipasang pada dop (base) sebanyak 16 buah. Panjang mahkota bervariasi dengan spesifikasi

ukuran 6,4 cm sampai dengan 7 cm, tetapi *shuttle cock* 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 memiliki spesifikasi ukuran diameter 2,5 cm sampai dengan 2,8 cm dan berbentuk bulat di bawahnya. *shuttle cock* harus memiliki spesifikasi berat 4,74 gram sampai dengan 5,5 gram. Dengan mengikuti spesifikasi ini kecepatan *shuttle cock* dapat mencapai 200 mil per jam (news.bbc.co.uk).

### 2.1.2 Bahan Baku *Shuttle Cock*

Bahan baku utama yang digunakan untuk membuat *shuttle cock* adalah dop dan bulu ayam. Di samping bahan baku utama juga dibutuhkan bahan baku penunjang yaitu label, benang, lem dan lis pita



**Gambar 2.2 Dop, Bulu dan Benang untuk Pembuatan *Shuttle Cock***

### 2.1.3 Peralatan Pembuatan *Shuttle Cock*

*Shuttle cock* dibuat dengan peralatan yang masih relatif sederhana, adapun peralatan yang digunakan adalah alat pelubang dop, alat pemotong bulu, gunting, alat penjepit bulu, obeng pelubang, alat pemanas, alat pengukur panjang bulu, cetakan untuk menjahit, cetakan untuk mengelem dan kuas lem. Fungsi dan Gambar masing-masing alat, sebagai berikut:

- A. Alat pelubang dop Alat pelubang dop ini berfungsi untuk melubangi dop setelah dop diberi label. Alat ini dilengkapi dengan pembagi lubang sehingga lubang yang dihasilkan memiliki 16 lubang dengan jarak yang seragam. Gambar alat pelubang dop dapat dilihat pada Gambar 2.3 di

*commit to user*



**Gambar 2.3 Alat Pelubang Dop**

**B. Alat pemotong bulu**

Alat pemotong bulu ini berfungsi untuk memotong ujung bulu. Alat ini menghasilkan potongan ujung bulu berbentuk radius. Gambar alat pemotong bulu dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4 Alat Pemotong Bulu**

**C. Gunting**

Gunting digunakan pada beberapa proses produksi pembuatan *shuttle cock* yaitu pada proses pemotongan, proses penancapan, proses penjahitan dan proses *finishing*. Pada proses pemotongan gunting berfungsi untuk memotong bulu bagian bawah sehingga tinggal tangkainya. Pada proses penancapan gunting berfungsi untuk memotong tangkai bulu sehingga bulu dapat ditancapkan pada dop sesuai dengan ukuran yang ditetapkan pemesan. Pada proses penjahitan gunting berfungsi untuk memotong benang yang digunakan untuk

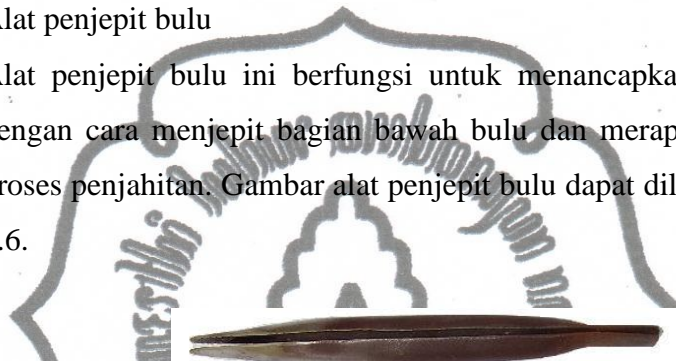
menjahit. Pada proses *finishing* gunting berfungsi untuk merapikan bahan yang berlebih pada *shuttle cock*. Gambar gunting dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5 Gunting**

**D. Alat penjepit bulu**

Alat penjepit bulu ini berfungsi untuk menancapkan bulu pada dop dengan cara menjepit bagian bawah bulu dan merapikan bulu setelah proses penjahitan. Gambar alat penjepit bulu dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6 Alat Penjepit Bulu**

**E. Obeng pelubang**

Obeng pelubang adalah obeng yang telah dimodifikasi sehingga memiliki ujung berbentuk runcing. Obeng pelubang ini digunakan untuk memperbaiki lubang pada dop yang kurang baik sehingga bulu dapat ditancapkan dengan baik pada dop.



**Gambar 2.7 Obeng Pelubang**

**F. Alat pemanas.**

Alat pemanas ini berfungsi untuk merapikan bulu ayam yang telah dipotong. Bulu yang telah dipotong memiliki bentuk tangkai bulu melengkung sehingga bulu tersebut harus diluruskan terlebih dahulu sebelum ditancapkan pada dop, dengan cara dipanasi dengan alat pemanas ini. Prinsip kerja alat ini seperti lampu minyak yang dimodifikasi dengan penambahan pelat pada bagian atas untuk memanasi bulu. Alat ini menggunakan bahan bakar minyak kelapa



(minyak klentik) supaya tidak berjelaga. Gambar alat pemanas dapat dilihat pada Gambar 2.8.



**Gambar 2.8 Alat Pemanas**

G. Alat pengukur tinggi mahkota.

Alat pengukur tinggi mahkota ini berfungsi untuk mengukur bulu yang ditancapkan pada dop sehingga dihasilkan tinggi mahkota sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan pemesan. Alat ini sangat sederhana yaitu berupa pelat yang memiliki ukuran panjang tertentu sesuai dengan tinggi mahkota yang ditentukan pemesan. Gambar alat pengukur tinggi mahkota dapat dilihat pada Gambar 2.9.



**Gambar 2.9 Alat Pengukur Tinggi Mahkota**

H. Cetakan untuk menjahit.

Cetakan untuk menjahit ini berfungsi untuk menempatkan mahkota *shuttle cock* pada saat proses menjahit sehingga bentuk mahkota yang dihasilkan biar seragam dan memiliki lingkaran atau diameter yang sesuai dengan ukuran. Gambar cetakan untuk menjahit dapat dilihat pada Gambar 2.10.



**Gambar 2.10 Cetakan untuk Menjahit**

**I. Cetakan untuk mengelem.**

Cetakan untuk mengelem ini berfungsi untuk menempatkan ujung mahkota *shuttle cock* pada saat proses pengeleman sehingga dihasilkan diameter mahkota sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan pemesan. Gambar cetakan untuk mengelem dapat dilihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2.11 Cetakan untuk Mengelem**

**2.1.4 Proses Produksi Pembuatan *shuttle cock***

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan proses produksi yang dilakukan dalam pembuatan *shuttle cock* diuraikan, sebagai berikut:

**A. Melubangi dop**

Pada proses ini dop yang telah diberi label, selanjutnya dilubangi dengan alat pelubang dop sederhana menggunakan tenaga manusia (manual).

**B. Melabeli dop**

Pada proses ini dop yang telah di inspeksi di lem dan diberi label merck.

**C. Mencuci bulu**

Pada proses ini bulu yang telah dipotong dicuci dengan menggunakan larutan pemutih sehingga bulu yang telah dicuci berwarna putih bersih dan dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 2 jam.

#### D. Memotong bulu

Pada proses ini bulu dari pemasok dipotong dengan alat pemotong bulu dan gunting. Alat pemotong bulu digunakan untuk memotong ujung bulu, sedangkan gunting digunakan untuk memotong bulu bagian pinggir dan pangkal sehingga hanya tersisa tangkai bulunya.

#### E. Menyortir bulu

Pada proses ini bulu yang telah kering disortir untuk memisahkan bulu sesuai dengan jenis dan kualitasnya.

#### F. Merapikan bulu

Pada proses ini bulu yang telah disortir dirapikan dengan menggunakan alat pemanas sehingga sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

#### G. Menancapkan bulu

Pada proses ini bulu yang sudah diseleksi ditancapkan pada dop dengan menggunakan alat penjepit bulu. Panjang bulu diinspeksi dengan alat pengukur panjang bulu sederhana sehingga dihasilkan tinggi mahkota yang memiliki spesifikasi yang ditentukan pemesan.

#### H. Menjahit bulu

Pada proses ini *shuttle cock* diletakkan pada cetakan kemudian tangkai bulu dijahit menggunakan benang.

#### I. Menyetel diameter mahkota

Pada proses ini *shuttle cock* dirapikan dengan memutar posisi bulunya sehingga membentuk lingkaran di ujung bulunya proses ini menggunakan bantuan alat penjepit.

#### J. Memberi lis pita

Pada proses ini *shuttle cock* yang telah disetel bulunya diberi lis pita pada bagian dopnya.

#### K. Mengelem jahitan

Pada proses ini *shuttle cock* diletakkan pada cetakan untuk mengelem kemudian pada bagian jahitan diberi lem dengan bantuan kuas lem.

#### L. *Finishing*

Pada proses ini *shuttle cock* yang lemnya telah kering dilepas dari cetakan kemudian di-finishing dengan merapikan bahan yang berlebihan dengan bantuan alat penjepit dan gunting.

#### M. Pengepakan

Pada proses ini *shuttle cock* yang telah di-finishing dimasukkan pada dus/slop kertas karton.

## 2.2 TEKNOLOGI OTOMASI

Otomatisasi adalah suatu sistem pengendalian yang mengubah gerakan manual (digerakkan dengan tenaga manusia) menjadi gerakan otomatis (tanpa bantuan tenaga manusia). Sistem otomatisasi sudah banyak digunakan di dunia industri, seperti industri manufaktur. Otomatisasi, suatu pekerjaan akan lebih cepat selesai sehingga tenaga yang dibutuhkan tidak terlalu banyak. Perkembangan teknologi dewasa ini sangat dituntut untuk meningkatkan kesejahteraan manusia, antara lain dengan cara menurunkan tingkat kesulitan suatu pekerjaan, meningkatkan keamanan dalam bekerja, dan terpenuhinya kebutuhan yang semakin cepat, serta terpenuhinya kepuasan baik produsen maupun konsumen.

Perkembangan sistem otomatisasi yang semakin maju sebagai hasil dari penguasaan dalam bidang teknologi, dapat menghasilkan keuntungan, yaitu:

- Terjaganya kualitas hasil pekerjaan (produk) pada keadaan kontinyu.
- Meningkatkan produktivitas dan lebih efisien dalam hal menggunakan tenaga yang dibutuhkan.
- Pengawasan lebih mudah.
- Keamanan produksi dan kerja lebih terjamin.
- Mengurangi pembebanan daya kerja manusia dengan meniadakan aktivitas-aktivitas yang melelahkan, berlangsung lama dan membosankan.

## 2.3 MACAM – MACAM *FEEDER*

Di dalam dunia industri untuk memudahkan proses – proses dalam mengumpulkan benda atau produk ke proses selanjutnya diperlukan suatu *feeder*. Ada berbagai macam *feeder* yang ada dalam dunia industri, antara lain :

### 2.3.1 *Vibratory Feeder*

Sebuah pengumpan getaran adalah perangkat yang menggunakan getaran untuk "*feed*" bahan untuk proses atau mesin. Pengumpan getaran menggunakan kedua getaran dan gravitasi untuk memindahkan material. Gravitasi digunakan untuk menentukan arah, baik ke bawah, atau ke bawah dan ke samping, lalu getaran digunakan untuk memindahkan materi. Materi yang hampir selalu merupakan bahan kering yang tidak seperti cairan, tidak bisa bergerak ke bawah sebuah lereng tanpa bantuan dari efek getaran. Sebuah pengumpan getaran yang umum adalah berbentuk kerucut. Sebagian besar materi disampaikan dengan cara yang tidak terkendali ke bagian atas pengumpan dan pengiriman dikendalikan material berasal dari bagian bawah *feeder*. Sebuah contoh akan menjadi sistem pembotolan pil. Sebuah *batch* besar pil dibuang ke bagian atas pengumpan getaran. Gravitasi akan menarik pil ke bagian bawah pengumpan mana mereka dapat keluar satu per satu sehingga mereka bisa dihitung. Setelah nomor yang benar adalah dalam wadah, pakan dihentikan sampai botol baru ditempatkan di posisi. Dengan cara ini botol dapat diisi secara otomatis oleh mesin dengan jumlah yang benar pil dalam botol masing-masing. Getaran dalam pemasok getaran memastikan bahwa pil terus bergerak menuju pintu keluar ke dalam botol tanpa menjadi sesak.





**Gambar 2.12 *Vibration Feeder***

Sumber : katalog Online Liming  
Heavy Industry

### **2.3.2 *Rotary Feeder***

Sebuah pengumpan *rotary* adalah jenis mesin industri yang dibuat untuk menambahkan bahan massal ke dalam suatu proses produksi. Pengumpan *Rotary* yang paling sering digunakan dengan sejumlah besar bahan padat yang akan ditambahkan ke dalam sistem dalam porsi. *Rotary* pengumpan yang sebagian bahan keluar disebut pengumpan *volumetrik*. Pengumpan *Rotary* juga disebut *rotary airlock* pengumpan atau putar katup mesin. Sebuah katup pengumpan putar mungkin menyediakan untuk penanganan udara, atau menjaga polutan keluar dari sistem. Banyak mesin pengumpan putar dibuat dari besi cor, baja atau bahan logam tahan lama. Kekuatan yang mendorong mesin ini pengumpan putar dapat dari sebuah mesin pembakaran internal atau motor listrik. Perusahaan melihat perubahan penggunaan energi mereka dapat menggantikan mesin pembakaran internal dengan mesin listrik untuk jenis setup peralatan. Berbagai pengumpan putar dibangun berbeda untuk tugas yang berbeda.

*commit to user*



**Gambar 2.13 Rotary Feeder**

Sumber : katalog Online Liming Heavy Industry

### 2.3.3 Konveyor Feeder

Sebuah *konveyor* pengumpan adalah alat yang digunakan untuk mentransfer bahan ke ban berjalan. Unit-unit ini biasanya digunakan sebagai bagian dari jalur perakitan sistem manufaktur, meskipun mereka juga dapat digunakan dengan berbagai mesin industri dan peralatan. Biasanya, kontrol logika dirancang untuk bekerja dengan bagian-bagian kecil, seperti sekrup, tutup botol, atau pengencang. Pengumpan *Conveyor* datang dalam berbagai ukuran, membuat mereka cocok untuk berbagai jenis industri. Keuntungan utama jenis mesin adalah dapat melepaskan bahan mentah menjadi sistem perakitan otomatis, menghilangkan kebutuhan untuk tenaga manusia untuk tugas ini.

Bisnis dapat memilih dari tiga desain kontrol logika dasar. Salah satu yang paling umum adalah *conveyor hopper*, yang menyerupai bin besar dengan atas terbuka. *Hopper* biasanya dirancang untuk bekerja melalui gravitasi, bukan cara mekanis. Jenis kontrol logika ditempatkan di atas ia berjalan, dan bahan longgar dibuang ke bagian atas gerbong tersebut. Bahan-bahan ini jatuh dari bagian bawah *feeder* ke sabuk, di mana mereka dibawa untuk diproses lebih lanjut atau perakitan.

*Hopper* gaya pengumpan *konveyor* dapat berbagai ukuran dari yang sangat kecil hingga sangat besar. Unit-unit kecil yang ditemukan di pabrik-pabrik, di mana mereka dapat memegang tutup atau mesin cuci. Unit besar yang sering digunakan di luar ruangan di tambang dan di lokasi konstruksi, di mana mereka

dapat mengangkat kerikil atau tanah ke *conveyor* kerikil . Mesin ini juga memainkan peran utama dalam pengolahan gandum dan transportasi dalam pengaturan pertanian.

Pengumpan mangkuk bergetar berfungsi sebagai alat yang efektif untuk aplikasi di mana bahan harus diposisikan dengan cara tertentu pada *conveyor*. Pengumpan menampilkan aksi bergetar mekanik, dan dirancang khusus untuk memberi makan bagian pada sudut yang telah ditentukan atau lokasi. Hal ini memungkinkan perakitan peralatan di dekatnya dan mesin untuk cepat menerima bagian tersebut, dan menggunakannya untuk merakit suatu produk.



**Gambar 2.14 Konveyor Feeder**

Sumber : katalog Online Liming Heavy Industry

## 2.4 GERAK HARMONIK PEGAS

Setiap gerak yang terjadi secara berulang dalam selang waktu yang sama disebut gerak periodik. Karena gerak ini terjadi secara teratur maka disebut juga sebagai gerak harmonik atau harmonis. Apabila suatu partikel melakukan gerak periodik pada lintasan yang sama maka geraknya disebut gerak osilasi/getaran. Bentuk yang sederhana dari gerak periodik adalah benda yang berosilasi pada ujung pegas.

Pegas berfungsi menyatukan (menyambung) elemen-elemen mesin secara elastis (tidak kaku). di samping itu, pegas kerap kali digunakan sebagai penyimpan energi maupun peredam gerakan atau benturan (*shock absorber*).

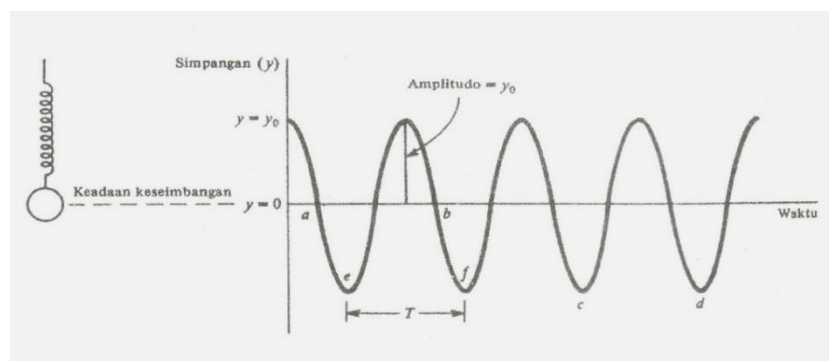
*commit to user*

Besar gaya pemulih  $F$  ternyata berbanding lurus dengan simpangan  $x$  dari pegas yang direntangkan atau ditekan dari posisi setimbang (posisi setimbang ketika  $x = 0$ ).

Secara matematis ditulis :

$$F = -kx \dots\dots\dots \text{persamaan (2.1)}$$

Persamaan ini sering dikenal sebagai hukum Hooke dan dicetuskan oleh paman Robert Hooke karena suatu sistem dikatakan memenuhi hukum Hooke jika gaya pemulih sebanding dengan simpangan.  $k$  adalah konstanta dan  $x$  adalah simpangan. Hukum Hooke akurat jika pegas tidak ditekan sampai kumparan pegas bersentuhan atau diregangkan sampai batas elastisitas. Tanda negatif menunjukkan bahwa gaya pemulih  $F$  mempunyai arah berlawanan dengan simpangan  $x$ . Ketika kita menarik pegas ke kanan maka  $x$  bernilai positif, tetapi arah  $F$  ke kiri (berlawanan arah dengan simpangan  $x$ ). Sebaliknya jika pegas ditekan,  $x$  berarah ke kiri (negatif), sedangkan gaya  $F$  bekerja ke kanan. Jadi gaya  $F$  selalu bekerja berlawanan arah dengan arah simpangan  $x$ .  $k$  adalah konstanta pegas. Konstanta pegas berkaitan dengan kaku atau lembut sebuah pegas. Semakin besar konstanta pegas (semakin kaku sebuah pegas), semakin besar gaya yang diperlukan untuk menekan atau meregangkan pegas. Sebaliknya semakin lembut sebuah pegas (semakin kecil konstanta pegas), semakin kecil gaya yang diperlukan untuk meregangkan pegas. Untuk meregangkan pegas sejauh  $x$ , pegas diberikan gaya luar, yang besarnya sama dengan  $F = +kx$ . Pegas dapat bergerak jika terlebih dahulu diberikan gaya luar. Amati bahwa besarnya gaya bergantung juga pada besar  $x$  (simpangan).



**Gambar 2.15 Grafik gerak getaran**

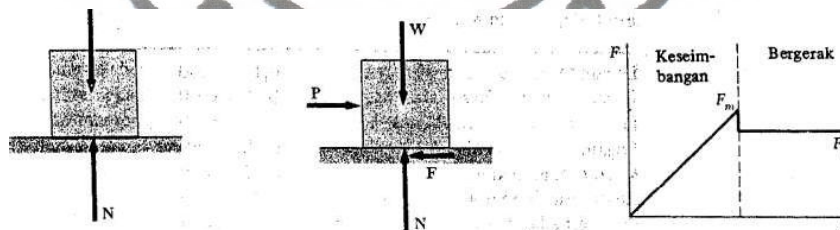
Sumber: Herrie, 2005

*commit to user*

Simpangan (perpindahan) benda yang bergetar adalah jarak benda terhadap titik keseimbangannya, yakni titik pusat lintasan getaran. Simpangan maksimum disebut amplitudo. Periode ( $T$ ) adalah waktu yang diperlukan benda untuk melakukan satu getaran (disebut satu getaran jika benda bergerak dari titik di mana benda tersebut mulai bergerak dan kembali lagi ke titik tersebut). Satuan periode adalah sekon atau detik. Frekuensi ( $f$ ) adalah jumlah getaran yang dilakukan dalam waktu satu detik. Karena  $T$  adalah waktu untuk melakukan satu getaran, maka  $f = 1/T$ . Satu getaran per detik dinamakan satu *Hertz* (Hz).

## 2.5 HUKUM GESEKAN KERING DAN KOEFISIEN GESEKAN

Koefisien Gesekan. Hukum gesekan dapat dikenal dengan se- balk haiknya dengan percobaan berikut. Suatu balok berat  $W$  ditempatkan pada suatu permukaan datar horizontal (Gambar 2.17). Gaya yang beraksi pada balok adalah beratnya sendiri  $W$  dan reaksi dari permukaan. Karena berat tidak mempunyai komponen horizontal, reaksi dari permukaan juga tidak mempunyai komponen horizontal; karean reaksi *normal* pada permukaan diwakili oleh  $N$  dalam Gambar 2.17. Misalkan sekarang, bahwa gaya horizontal,  $P$  ditetapkan pada balok.



**Gambar 2.16 Gambar Percobaan Hukum Gesekan I**

Sumber: Herrie, 2005

(Gambar 2.16). Jika  $P$  kecil, balok tidak akan bergerak; gaya horisontal yang lain harus ada yang mengimbangi  $P$ . Gaya lain ini adalah gaya statis gesekan.  $F$ , yang sebetulnya melibatkan resultan dari sejumlah besar gaya yang beraksi di atas keseluruhan kontak antara balok dan permukaan rata. Aslinya gaya ini tidak diketahui dengan tepat, pada umumnya gaya ini diduga timbul karena tidak teraturan permukaan yang dalam kontak, dan pada tarikan molekul.

Jika gaya  $P$  diperbesar, maka gaya gesekan  $F$  juga membesar, berlangsung terus menahan  $P$ , sampai besarnya mencapai suatu nilai maksimum  $F_m$  tertentu (Gambar 2.16). Jika  $P$  diperbesar lebih lanjut, gaya gesekan tidak dapat mengimbangi lagi dan balok mulai meluncur. Begitu balok mulai bergerak,



besarnya  $F$  menurun dari  $F_m$  ke nilai: lebih rendah  $F_k$ . Ini karena ada-penetrasi dalam yang lebih kecil antara tidak teratur permukaan dalam kontak bila permukaan ini bergerak terhadap yang lain. Karena itu, balok tetap meluncur dengan kecepatan meningkat sementara gaya :gesekan, ditunjukkan dengan  $F_k$  dan disebut gaya gesekan kinetik tetap mendekati konstan.

Bukti percobaan menunjukkan bahwa nilai maksimum dari gaya statis gesekan adalah berbanding lurus dengan komponen normal  $N$  dari reaksi pada permukaan. Kita dapatkan :

$$F_m = \mu_s N \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.2)}$$

di mana adalah konstan dan disebut *koefisien gesekan statis*. Demikian pula, besarnya  $F_k$  dari gaya gesekan kinetik dapatlah dituangkan dalam bentuk

$$F_k = \mu_k N \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.3)}$$

di mana  $\mu_k$  adalah konstan dan disebut koefisien gesekan kinetik. Koefisien gesekan dan tidak tergantung pada luas permukaan dalam kontak. Namun, kedua koefisien sangat tergantung pada sifat dari permukaan dalam kontak. Karena permukaan itu juga tergantung pada kondisi permukaan yang pasti, nilai gesekan jarang diketahui ketepatannya lebih besar dari 5 persen. Nilai yang mendekati koefisien gesekan statis diberikan dalam Tabel 2.1 untuk berbagai permukaan kering. Nilai yang berhidaungan dengan koefisien gesekan kinetik akan berkisar sekitar 25'persen lebih kecil. Karena koefisien gesekan tidak mempunyai dimensi kuantitas, nilai yang diberikan pada Tabel 2.1 dapatlah digunakan dalam SI dan Satuan Amerika Serikat yang biasa.

Dari penjelasan di atas, jelaslah bahwa empat situasi berbeda dapat terjadi bila suatu benda tegar kontak dengan suatu permukaan horisontal:

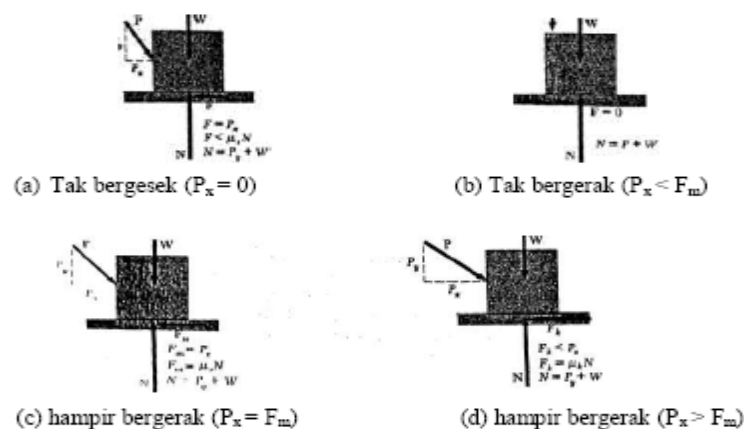
- Gaya yang diterapkan pada benda tidak menyebabkan benda bergerak sepanjang permukaan kontak; tidak ada gaya gesekan.
- Gaya yang diterapkan cenderung menggerakkan benda sepanjang permukaan kontak tapi tidak cukup menjadikan benda tersebut bergerak. Gaya gesekan  $F$  yang timbul dapat ditemukan dengan menyelesaikan persamaan keseimbangan untuk benda karena tidak ada kepastian bahwa nilai maksimum dari gaya gesekan static telah dicapai persamaan)  $F_m = \mu_s N$  tidak dapat digunakan untuk menentukan gaya gesekan.

Tabel 2.1 Koefisien gesek Material

Coefficients of Friction		
	$\mu_s$	$\mu_k$
Rubber on concrete	1.0	0.8
Steel on steel	0.74	0.57
Aluminum on steel	0.61	0.47
Glass on glass	0.94	0.4
Copper on steel	0.53	0.36
Wood on wood	0.25–0.5	0.2
Waxed wood on wet snow	0.14	0.1
Waxed wood on dry snow	—	0.04
Metal on metal (lubricated)	0.15	0.06
Teflon on Teflon	0.04	0.04
Ice on ice	0.1	0.03
Synovial joints in humans	0.01	0.003

Sumber : Physics for Scientist and Engineer 2008

- Gaya yang diterapkan adalah sedemikian sehingga hampir meluncur. Kita katakan bahwa *hampir bergerak*. Gaya gesekan  $F$  telah mencapai nilai maksimum  $F_m$  dan, bersama dengan gaya normal  $N$ , mengimbangi gaya yang diterapkan. Kedua persamaan keseimbangan dan persamaan  $F_m = \mu_s N$  boleh digunakan. Kita catat juga bahwa gaya gesekan cente ung berlawanan dengan kecenderungan gerak.
- Benda sedang meluncur di bawah aksi gaya yang diterapkan dan persamaan kesetimbangan tidak lagi berlaku. Walaupun demikian,  $F$  sekarang adalah 'sama dengan gaya gesek kinetik  $F_k$  dan persamaan  $F_m = \mu_s N$  boleh digunakan. Arah  $F_k$  adalah berlawanan dengan gerakan.



Gambar 2.17 Gambar Percobaan Hukum Gesekan II

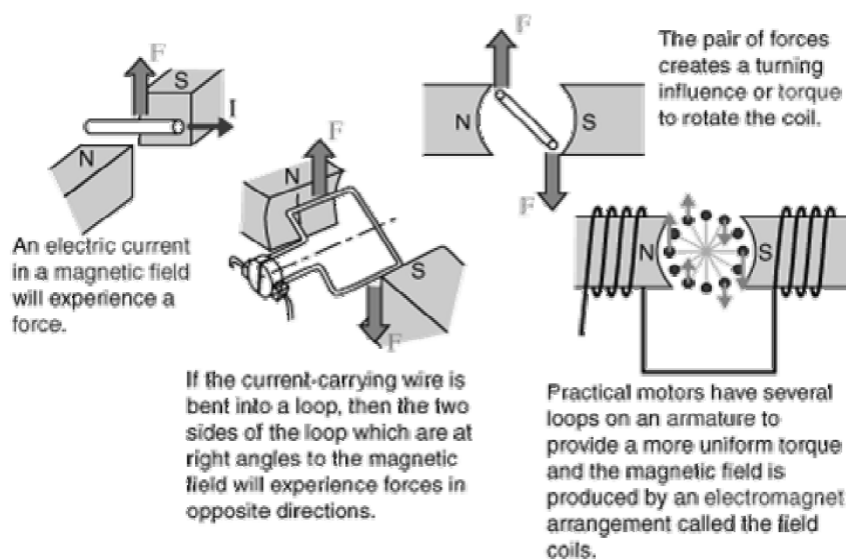
Sumber: Herrie, 2005

## 2.6 MOTOR PENGGERAK

Pada sub bab ini membahas mengenai pengertian teori tentang motor penggerak, dan jenis klasifikasi motor listrik yang meliputi motor DC maupun motor AC.

### 2.6.1 Pengertian Motor

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar *impeller* pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadang kala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.



**Gambar 2.18 Prinsip dasar dari motor**

Sumber: Nave, 2005

Mekanisme kerja motor listrik untuk seluruh jenis motor secara umum sama (Gambar 2.18), yaitu:

- Arus listrik dalam medan magnet memberikan gaya.
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/*loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet, mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/*torque* untuk memutar kumparan.

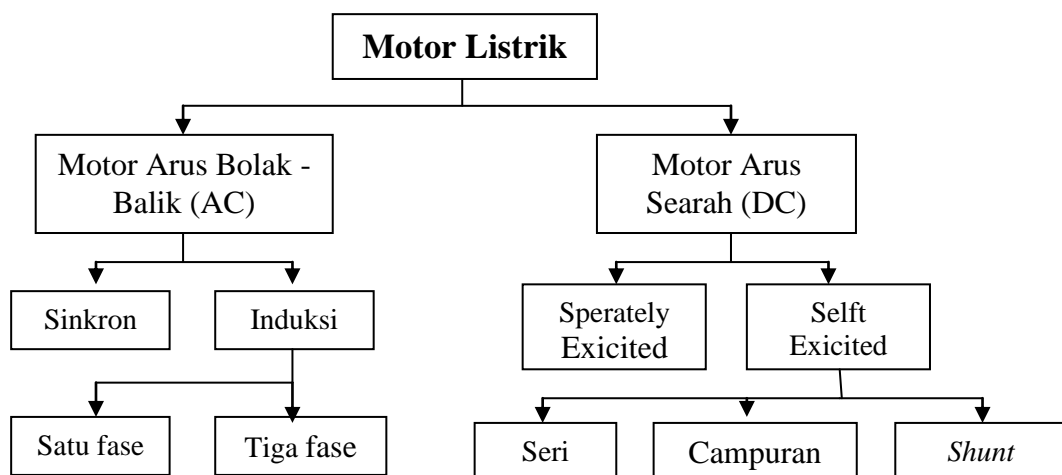
D. Motor-motor memiliki beberapa *loop* pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/*torque* sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok (BEE, 2005), yaitu:

- **Beban *torque* konstan** adalah beban di mana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun *torque* nya tidak bervariasi. Contoh beban dengan *torque* konstan adalah *conveyors*, *rotary kilns*, dan pompa *displacement* konstan.
- **Beban dengan variabel *torque*** adalah beban dengan *torque* yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variabel *torque* adalah pompa sentrifugal dan fan (*torque* bervariasi sebagai kuadrat kecepatan).
- **Beban dengan energi konstan** adalah beban dengan permintaan *torque* yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

### 2.6.2 Jenis Motor Listrik

Motor listrik dapat diklasifikasikan sesuai dengan jenisnya. Motor listrik dibagi menjadi dua meliputi motor arus bolak-balik (AC) dan motor arus searah (DC), yang di tunjukan pada Gambar 2.19.



**Gambar 2.19 Klasifikasi jenis utama motor listrik**

Sumber: UNEP, 2006

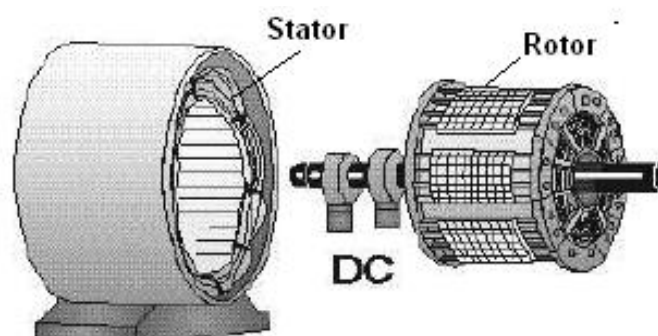
### A. Motor AC

Motor arus bolak-balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik mempunyai dua buah bagian dasar listrik: “stator” dan “rotor” seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.20. Stator merupakan komponen listrik statis. Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar as motor.

Motor induksi merupakan motor paling populer di industri karena kehandalannya dan lebih mudah perawatannya. Motor induksi AC cukup murah (harganya setengah atau kurang dari harga sebuah motor DC) dan memberikan rasio daya terhadap berat yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC). Dalam mengatasi pengendalian kecepatan pada motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan dayanya.

### B. Motor Sinkron.

Motor sinkron adalah motor AC, bekerja pada kecepatan tetap pada sistem frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki *torque* awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekuensi dan generator motor. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistem, sehingga digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik.



**Gambar 2.20 Motor sinkron**

Sumber: Direct Industry, 2005

*commit to user*



Komponen utama motor sinkron (BEE, 2005), yaitu:

- Rotor

Perbedaan utama antara motor sinkron dengan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan perputaran medan magnet. Hal ini memungkinkan sebab medan magnet rotor tidak lagi terinduksi. Rotor memiliki magnet permanen atau arus DC-*excited*, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya.

- Stator.

Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipasang.

Motor ini berputar pada kecepatan sinkron, yang diberikan oleh persamaan berikut (Parekh, 2003):

$$N_s = 120 f / P \quad \text{persamaan (2.4)}$$

dengan;

$f$  = Frekuensi dari pasokan frekuensi.

$P$  = Jumlah kutub.

### C. Motor induksi.

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC.

#### 1. Komponen.

Motor induksi memiliki dua komponen listrik utama Gambar 2.22. (BEEI, 2005), yaitu:

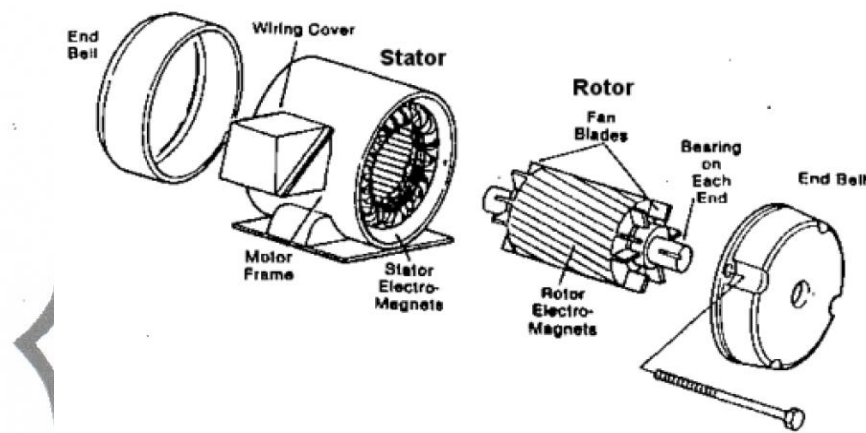
- Motor induksi menggunakan dua jenis rotor.

Rotor kandang tupai terdiri dari batang penghantar tebal yang dilekatkan dalam petak-petak *slots* paralel. Batang-batang tersebut diberi hubungan pendek pada kedua ujungnya dengan alat cincin hubungan pendek.

Lingkaran rotor yang memiliki gulungan tiga fasa, lapisan ganda dan terdistribusi. Dibat melingkar sebanyak kutub

stator. Tiga fasa digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang pada batang as dengan sikat yang menempel padanya.

- Stator dibuat dari sejumlah dengan *slots* untuk membawa gulungan tiga fasa. Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu. Gulungan diberi spasi geometri sebesar 120 derajat.



**Gambar 2.21 Motor induksi**

Sumber: Direct Industry, 2005

## 2. Klasifikasi motor induksi.

Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama (Parekh, 2003), yaitu:

- Motor induksi satu fasa. Motor ini hanya memiliki satu gulungan *stator*, beroperasi dengan pasokan daya satu fasa, memiliki sebuah rotor kandang tupai, dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Sejauh ini motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti fan angin, mesin cuci dan pengering pakaian, dan untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 Hp.
- Motor induksi tiga fasa. Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fasa yang seimbang. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan rotor (walaupun 90% memiliki rotor kandang tupai); dan penyalaan sendiri. Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di

industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa, kompresor, *belt conveyor*, jaringan listrik, dan *grinder*. Tersedia dalam ukuran 1/3 hingga ratusan Hp.

### 3. Kecepatan motor induksi.

Motor induksi bekerja sebagai berikut. Listrik dipasok ke stator yang menghasilkan medan magnet. Medan magnet ini bergerak dengan kecepatan sinkron disekitar rotor. Arus rotor menghasilkan medan magnet kedua, yang berusaha untuk melawan medan magnet stator, yang menyebabkan rotor berputar. Dalam prakteknya motor tidak pernah bekerja pada kecepatan sinkron namun pada “kecepatan dasar” yang lebih rendah. Terjadinya perbedaan antara dua kecepatan tersebut disebabkan adanya “*slip*/geseran” yang meningkat dengan meningkatnya beban. *Slip* hanya terjadi pada motor induksi. Untuk menghindari slip dapat dipasang sebuah cincin geser/ *slip ring*, dan motor tersebut dinamakan “motor cincin geser/ *slip ring motor*”. Persamaan yang digunakan untuk menghitung persentase *slip*/geseran (Parekh, 2003). Persamaan 2.5 dengan :

$$\% Slip = \frac{N_s - N_b}{N_s} \times 100$$

$N_s$  = kecepatan sinkron dalam RPM.

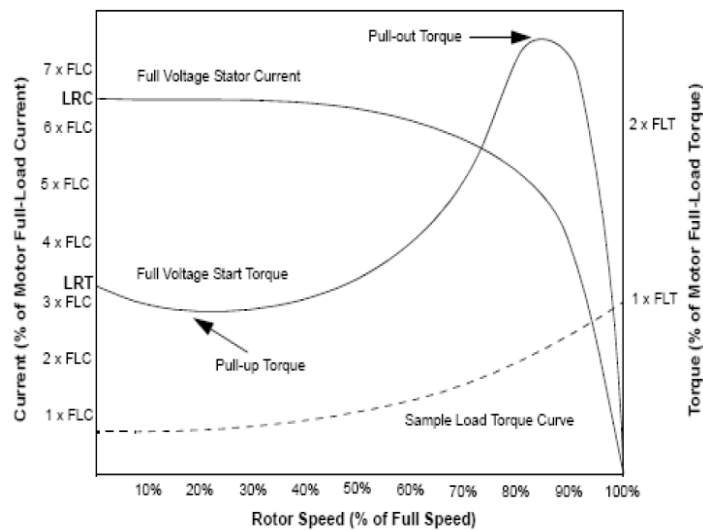
$N_b$  = kecepatan dasar dalam RPM.

### 4. Hubungan antara beban, kecepatan dan *torque*.

Gambar 2.23 menunjukkan grafik *torque*-kecepatan motor induksi AC tiga fasa dengan arus yang sudah ditetapkan. Bila motor (Parekh, 2003), yaitu:

- Mulai menyala ternyata terdapat arus nyala awal yang tinggi dan *torque* yang rendah (“*pull-up torque*”).
- Mencapai 80% kecepatan penuh, *torque* berada pada tingkat tertinggi (“*pull-out torque*”) dan arus mulai turun.
- Pada kecepatan penuh, atau kecepatan sinkron, arus *torque* dan *stator* turun ke nol.

*commit to user*



**Gambar 2.22 Grafik torque-kecepatan motor induksi AC 3-Fase**

Sumber: Parekh, 2003

#### D. Motor DC

Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*direct-unidirectional*. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus di mana diperlukan penyalaan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.



**Gambar 2.23 Gambar Motor DC**

Sumber: katalog online made-in-china

Gambar 2.23 memperlihatkan sebuah motor DC, yang memiliki tiga komponen utama (BEE India, 2005), yaitu:

- Kutub medan, secara sederhana diGambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan *bearing* pada ruang di antara kutub medan. Motor

DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan di antara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

- Dinamo, bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.
- *Commutator*, komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

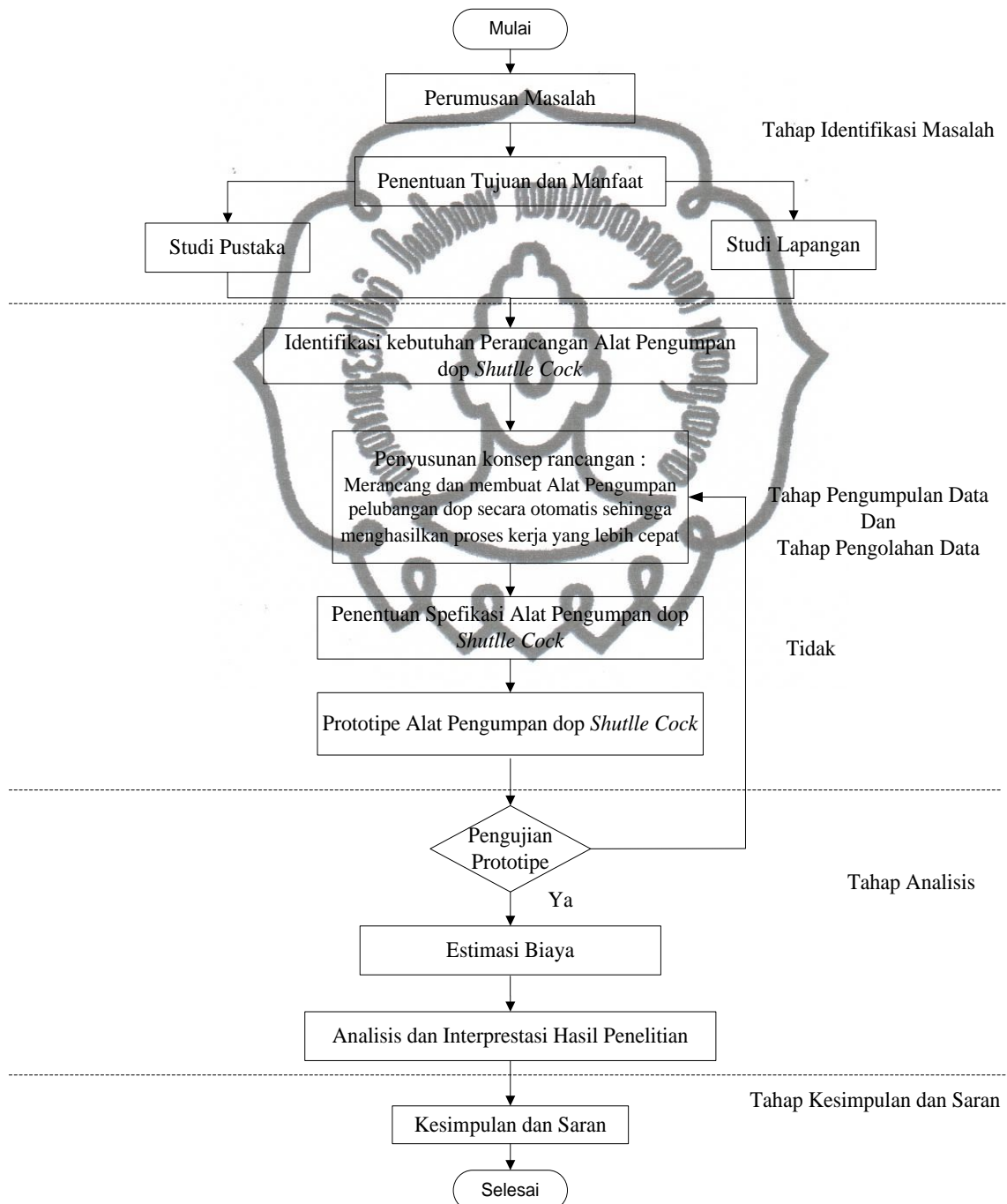
## 2.7 PENELITIAN SEBELUMNYA

Agus Saktiawan (2009) melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan alat pelubang dop dengan teknologi pneumatik”. Penelitian ini dilakukan di pabrik *shuttle cock* CV Tisa sport dengan tujuan untuk mengembangkan alat pelubang dop yang digunakan di CV Tisa Sport yang masih manual dan proses pelubangan dop dilakukan dengan cara satu per satu. Kondisi ini memerlukan waktu yang cukup lama dalam proses pengerjaannya. Sedangkan permintaan pasar melebihi dari kapasitas produksi di CV Tisa Sport.



### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas model penelitian dan kerangka pikir atau metodologi yang digunakan dalam penelitian beserta penjelasan singkat setiap tahapannya. Adapun metodologi penelitian yang digunakan adalah seperti dalam Gambar 3.1.



*commit to user*  
**Gambar 3.1 Metodologi Penelitian**

Metode penelitian yang disebutkan diuraikan dalam beberapa tahap dan tiap tahapnya akan dijelaskan melalui langkah-langkah yang dilakukan. Uraian lebih lengkap tiap tahapnya akan dijelaskan berikut ini.

### **3.1 TAHAP IDENTIFIKASI MASALAH**

Identifikasi masalah dilakukan sebagai langkah awal penelitian di mana bertujuan untuk mengetahui latar belakang penelitian. Latar belakang penelitian ditentukan dengan mengangkat suatu permasalahan tentang bagaimana menciptakan alat pengumpan dop otomatis terhadap mesin pelubang dop pneumatik yang telah dikembangkan Saktiawan (2009).

### **3.2 PERUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimanakah merancang alat otomatis pada mesin pelubangan dop dengan menggunakan mekanisme *camshaft*.

### **3.3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

Penentuan tujuan penelitian dilakukan untuk lebih memfokuskan penelitian perancangan alat pengumpan dop otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Rancangan yang dihasilkan dapat mempercepat proses dari pelubangan dop
2. Prototipe rancangan yang dihasilkan dapat menambah alat praktikum untuk mata kuliah Otomasi Industri.

### **3.4 IDENTIFIKASI KEBUTUHAN RANCANGAN**

Identifikasi kebutuhan alat pengumpan dop otomatis dalam perancangan ini dilakukan dengan memperhatikan terhadap tiga hal, pertama adalah identifikasi kebutuhan alat pengumpan dop otomatis dengan sudut pandang alat pneumatik yang sudah ada. kedua, identifikasi kebutuhan perancangan dari sudut pandang kapasitas dop. Ketiga, identifikasi perancangan dari sudut pandang pengoperasian. Pada tahap ini, akan terbentuk dua bagian besar yaitu kerangka utama dan komponen pendukung.

Identifikasi kebutuhan alat pengumpan dop otomatis dengan sudut pandang alat pneumatik yang sudah ada dengan melakukan observasi terhadap mesin

pelubang pneumatik. Identifikasi kebutuhan perancangan dari sudut pandang kapasitas dop didapatkan dari hasil wawancara dan pengamatan pada industri rumahan pembuatan *shuttle cock* dan identifikasi perancangan dari sudut pandang pengoperasian didapatkan dari pengamatan yang dilakukan terhadap mesin pelubang dop pneumatik pada saat mesin beroperasi.

### 3.5 FITUR DAN KONSEP PERANCANGAN

Pada tahap ini perancang berusaha menerjemahkan mengenai apa saja yang dibutuhkan untuk mesin pelubang dop pneumatik. Pada tahap ini pula akan ditunjukkan secara komponen-komponen apa saja yang dapat dipergunakan dalam rancangan konsep. Komponen di sini terbagi menjadi dua kelompok besar, yaitu komponen utama dan komponen pendukung. Bagian komponen utama terdiri dari wadah / *bowl* pemasok, dudukan atas bawah, dan pegas. Bagian komponen pendukung terdiri dari motor DC, dan profil *camshaft*.

### 3.6 SPESIFIKASI RANCANGAN

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan dan perhitungan diameter dan penentuan material yang akan digunakan dalam perancangan alat pengumpan dop otomatis. Komponen – komponen tersebut meliputi bentuk dan bahan dari wadah / *bowl*, dudukan atas dan bawah, pegas, *camshaft*. Dengan dilakukannya perhitungan terlebih dahulu diharapkan perancangan yang akan dibuat lebih akurat dengan tingkat eror yang lebih sedikit.

#### 3.6.1 Perhitungan *Spring* ( pegas)

Perhitungan pegas digunakan untuk menentukan regangan pegas yang dibutuhkan dan diameter kawat pegas, rumus untuk menghitung regangan pegas adalah sebagai berikut :

$$F = k \cdot x$$

$$m \cdot a = k \cdot x \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.1)}$$

Dimana : F = gaya

k = konstanta

x = perpindahan / jarak

*commit to user*

### 3.6.2 Perhitungan kecepatan jalannya dop

Untuk menghitung seberapa cepat jalannya dari dop dapat dicari dengan rumus :

$$f_s = N \cdot \mu_s \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.2)}$$

Dimana :  $f_s$  = gaya gesek

$N$  = gaya normal

$\mu_s$  = koefisien gesek

### 3.7 PEMBUATAN PROTOTIPE

Setelah terpilihnya komponen apa saja yang akan digunakan dan juga rangkanya, maka akan dibuat sebuah prototipe yang mengaktualisasikan hasil dari rancangan dan pemilihan komponen maupun material yang telah dilakukan sebelumnya.

### 3.8 PENGUJIAN PROTOTIPE

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap prototipe rancangan alat pengumpan dop *shuttle cock*. Pengujian dilakukan terhadap mesin pelubang dop pneumatik untuk menentukan kebutuhan seberapa cepat waktu yang dibutuhkan mesin. Setelah dilakukan pengujian dapat diketahui apakah prototipe rancangan alat pengumpan dop *shuttle cock* memenuhi kebutuhan dari mesin pelubang dop pneumatik.

### 3.9 ESTIMASI BIAYA

Tahap ini menampilkan biaya dari tiap-tiap komponen sehingga pada akhirnya akan menunjukkan keseluruhan total biaya dari pembuatan prototipe alat pengumpan dop *shuttle cock* ini. Biaya yang dihitung meliputi biaya material, biaya non material (biaya tenaga kerja).

### 3.10 ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

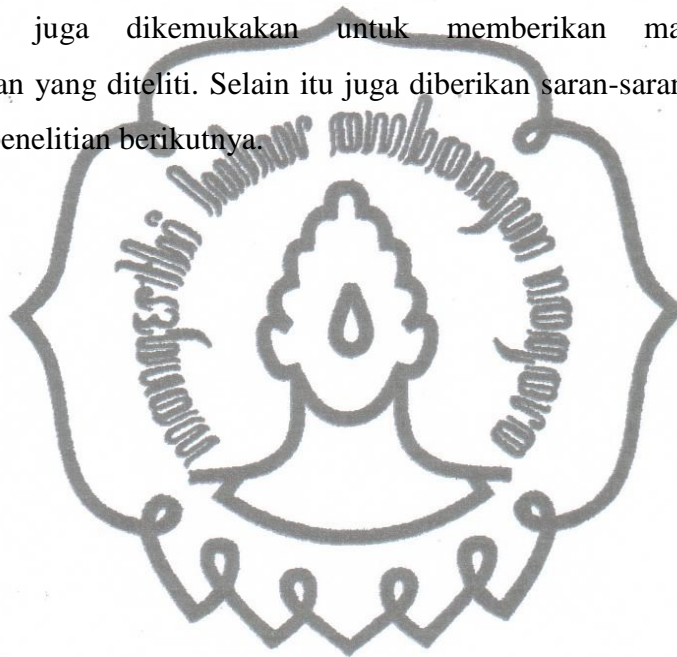
Tahap ini membahas mengenai hasil dari tahap-tahap sebelumnya yang dibagi menjadi analisis rancangan. Analisis rancangan menjabarkan pencapaian apa saja yang telah diperoleh oleh prototipe alat pengumpan dop otomatis dengan

membandingkan dengan menggabungkan dengan mesin pelubang dop pneumatik yang sudah ada serta mengevaluasi segala sesuatu yang dapat dijadikan sebagai bahan untuk penelitian selanjutnya

### 3.11 KESIMPULAN DAN SARAN

Penarikan kesimpulan terhadap permasalahan dilakukan pada tahap akhir dalam penelitian ini. Penarikan kesimpulan bertujuan untuk menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.

Saran juga dikemukakan untuk memberikan masukan terhadap permasalahan yang diteliti. Selain itu juga diberikan saran-saran perbaikan untuk penelitian-penelitian berikutnya.





## BAB V

### ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Bab ini akan membahas tentang analisis dan interpretasi hasil penelitian yang telah dikumpulkan dan diolah pada bab sebelumnya. Analisis dan interpretasi hasil dalam penelitian ini diuraikan pada sub bab berikut.

#### 5.1 ANALISIS ALAT PENGUMPAN DOP *SHUTTLE COCK*

Perancangan alat pengumpan dop merupakan perancangan desain baru dengan mengambil *feeder*. Prinsip kerja alat pengumpan ini adalah mengumpan dop – dop dalam jumlah yang banyak ke alat pelubang dop pneumatik.

##### 5.1.1 Pemenuhan Kebutuhan

Rancangan alat pada wadah / *bowl* diperlukan untuk memenuhi kebutuhan untuk memposisikan dan mengorientasikan dop – dop *shuttle cock* dalam jumlah banyak pada posisi yang diharapkan. Pencapaian orientasi dop – dop tersebut dapat dipenuhi dengan adanya efek dari proses *cam* yang bekerja sehingga mengakibatkan dop – dop bergerak dengan berbagai arah sampai gerakan tersebut berhenti pada saat posisi dop membalik dengan bidang datar berada pada posisi bawah.

Pada saat alat pengumpan dop dihidupkan maka wadah / *bowl* akan bergerak secara periodik bolak – balik horizontal. Efek dari gerakan ini mengakibatkan dop – dop *shuttle cock* akan mengalami gerakan yang tidak beraturan dan berhenti bergerak setelah posisi dop membalik dengan bidang datar berada pada posisi bawah. Kemudian dop – dop tersebut akan bergerak keluar menuju ke lubang keluaran.

##### 5.1.2 Analisis Lubang Keluaran pada Wadah / *Bowl*

Pada perancangan alat pengumpan dop *shuttle cock* ini pada wadah / *bowl* dirancang Lubang keluaran dengan bentuk menyerupai bentuk dari dop *shuttle cock*. Pencapaian yang didapat adalah apabila dop – dop *shuttle cock* posisi belum sesuai dengan lubang keluaran maka dop – dop tersebut tidak bisa keluar dari wadah / *bowl* dan akan kembali berputar dan melakukan gerakan bolak – balik sampai posisi dop tersebut mencapai target yang diharapkan.

### 5.1.3 Konstruksi Rancangan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan maka dapat diketahui kelemahan dari konstruksi rancangan yang telah dibuat prototipe, antara lain yaitu pada rangka konstruksi rancangan belum kokoh, hal ini menyebabkan modus getaran ( faktor – faktor yang mempengaruhi getaran yang dihasilkan ) terjadi sehingga mempengaruhi performa dari jalannya dop. Bahan alas *bowl* dari bahan tripleks yang dimodifikasi belum sempurna, jadi permukaannya tidak rata menyebabkan jalannya dop – dop tidak lancar. Poros yang berfungsi sebagai tiang penyangga alas, apabila mesin terus – menerus dihidupkan masih bisa kendur yang bias mengakibatkan performa dari alat pengumpan dop kurang maksimal. Belum diketahui standar kecepatan motor yang digunakan untuk penggerak dari *camshaft*, saat ini menggunakan motor *power window* sebagai tenaga penggerak *camshaft*. Sumber tenaga untuk menggerakkan motor menggunakan adaptor DC 5 Ampere ditambah dengan bantuan dari aki motor 12 Volt.

### 5.1.4 Performasi Kinerja Rancangan Alat

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan Alat pengumpan dop mampu mengumpankan 21 dop *shuttle cock* per menit. Dengan pengujian ini membuktikan bahwa rancangan alat sudah memenuhi kebutuhan dop yang diperlukan mesin pelubang dop pneumatik yaitu membutuhkan dop kembali dalam waktu 1 menit 9 detik.

### 5.1.5 Analisis Alat Pengumpan Dop dengan Mesin Pelubang Dop Pneumatik

Berdasarkan data dari laporan Saktiawan (2009) diketahui bahwa perhitungan kapasitas mesin dan operator dalam menghasilkan 1 buah dop *shuttle cock* adalah 20 detik per dop. Sedangkan pada Tabel 4.5 diketahui bahwa alat pelubang dop pneumatik membutuhkan waktu rata – rata 13,69 detik melubangi 1 buah dop *shuttle cock*.

Jadi kesimpulannya waktu perhitungan kapasitas mesin dan operator dalam menghasilkan 1 buah dop *shuttle cock* ada waktu perbedaan 6,16 detik. Setelah dirancang alat pengumpan dop *shuttle cock* dengan mengestimasi saluran penghubung antara alat pengumpan dop dengan mesin pelubang dop sudah terisi dop, maka waktu operator 6,16 detik dapat dihilangkan dan produksi mengalami

peningkatan. Peningkatan dop yang dihasilkan dalam 1 jam adalah 263 dop / jam yaitu mengalami peningkatan 46 % per jam.

#### 5.1.6 Analisis Saluran Penghubung antara Alat Pengumpan Dop dengan Mesin Pelubang Dop

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, alat pengumpan dop *shuttle cock* belum dapat diintegrasikan ke mesin pelubang dop. Hal ini dikarenakan pada saat alat pengumpan dop dijalankan menimbulkan gerakan bolak – balik yang relatif besar sehingga menyebabkan saluran penghubung posisinya selalu mengikuti gerakan dari alat pengumpan dop. Dengan demikian perlu dirancang saluran yang fleksibel yang dapat menyesuaikan gerakan yang ditimbulkan dari alat pengumpan dop. Dan berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, di mana alat pengumpan dop mampu mengumpankan 21 dop *shuttle cock* per menit maka perlu dirancang saluran penghubung yang panjangnya menyesuaikan kebutuhan dari mesin pelubang dop.

### 5.1 ANALISIS ESTIMASI BIAYA

Estimasi biaya untuk pembuatan alat pengumpan dop *shuttle cock* ini terdiri dari biaya material dan biaya non material. Biaya material merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membeli material untuk pembuatan pengumpan dop *shuttle cock*. Pada perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 4.4 diperoleh besarnya biaya material yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 328.000,00. Sedangkan biaya non material merupakan biaya yang dikeluarkan untuk keperluan biaya tenaga kerja yaitu sebesar Rp 131.200,00.

Berdasarkan perhitungan perancang, biaya tenaga kerja perancangan alat pengumpan dop *shuttle cock* ditetapkan sebesar 40% dari biaya material. Dengan demikian besarnya perkiraan biaya yang diperlukan dalam pembuatan produk hasil rancangan alat pengumpan dop *shuttle cock* adalah Rp 459.200,00. Alat *feeder* yang ada di pasaran berkisar Rp 20.000.000,00 sampai dengan Rp 30.000.000,00. Alat *feeder* yang ada di pasaran mempunyai tingkat akurasi dan keunggulan – keunggulan lain dibandingkan dengan produk hasil rancangan. Akan tetapi untuk mengumpankan dop *shuttle cock* dengan mekanisme yang sederhana yang sudah dirancang sudah cukup untuk memenuhinya.

## 5.2 INTERPRETASI HASIL

Alat pengumpan dop *shuttle cock* hasil rancangan sudah memenuhi semua penjabaran kebutuhan perancangan yang dibuat. Kebutuhan perancangan akan alat pengumpan dop *shuttle cock* untuk mengorientasikan dan memposisikan dop – dop *shuttle cock* diharapkan memberikan kemudahan pada pengguna saat melakukan proses pelubangan dop. Sehingga diharapkan akan lebih mempercepat proses pelubangan dop dan menghilangkan beban kerja operator pada saat memasukkan dop – dop ke mesin pelubang dop pneumatik.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan target pencapaian dari tujuan penelitian dan memberikan saran bagi kelanjutan penelitian yang telah dilakukan.

#### 6.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan alat pengumpan dop *shuttle cock* yang secara otomatis dapat mengorientasikan dop pada posisi seragam sebelum diumpankan ke mesin pelubang dop pneumatik.
2. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa alat pengumpan dop *shuttle cock* dapat memenuhi kebutuhan mesin pelubangan dop pneumatik.

#### 6.2 SARAN

Beberapa saran diberikan pada penelitian dan pengembangan selanjutnya dalam mengoptimalkan hasil rancangan, sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengembangan konstruksi alat pengumpan dop *shuttle cock* dengan tingkat modus kesalahan yang lebih kecil.
2. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan ada pengembangan lebih mengenai motor dan sumber tenaga yang digunakan pada mekanisme *camshaft*.