

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Menurut Mar'i Mohammad Ariadi, 2008. Digital painting dengan menggunakan air brush merupakan sebuah perangkat untuk mempermudah pencetakan gambar digital tanpa memerlukan cetakan. Perangkat ini terdiri dari komputer yang berfungsi untuk mengolah citra dan mengkodekan nilai titik citra yang kemudian dikirimkan ke mikrokontroler. Mikrokontroler berfungsi untuk mengendalikan mekanik pada alat sesuai dengan intruksi dari komputer yang diterima melalui komunikasi serial.

Menurut Novandra Puspawardhana dkk, 2014. Saat ini, peningkatan jumlah mobil tidak berbanding lurus dengan bertambahnya jumlah lahan parkir. Salah satu solusi mengatasi permasalahan tersebut menggunakan sistem rotary parking, yaitu sistem parkir otomatis menggunakan lahan yang terbatas untuk menampung mobil dengan jumlah lebih banyak daripada sistem parkir konvensional. Metode kontrol yang digunakan pada sistem rotary parking ini adalah kontroller On-Off. Salah satu keuntungan metode ini adalah sederhana dalam perancangan dan instalasi. Dalam perancangannya digunakan Arduino Uno, potensiometer linier, motor servo dan komunikasi USB. Dari hasil pengujian terhadap aplikasi kontroler On-Off menunjukkan bahwa error rata-rata pada sudut 00 sebesar 0,348%, pada sudut 600 sebesar 3,333%, pada sudut 1200 sebesar 3,375% dan pada sudut 1800 sebesar 3,889%.

Menurut Noor dan Tarmedi (2017) dengan judul Pengaruh Ketebalan Lapisan Terhadap Daya Lekat Cat, menyimpulkan untuk sampel X (A – J) perbandingan 1:1 dengan ketebalan lapisan cat rata-rata 63,5 mikron (0,635mm) semuanya terlihat sempurna tidak ada yang terkelupas, sedangkan untuk sampel Y (A – J) perbandingan 1:1,5 dengan ketebalan lapisan rata-rata 46,6 mikron (0,466 mm) menunjukkan adanya lapisan cat yang terkelupas sekitar 5 – 15 %.

Menurut Pratama dan Kromodiharjo (2016) dengan judul Studi Eksperimen Pengaruh Tebal Cat dan Kekasaran pada Pelat Baja Karbon Rendah Terhadap Kerekatan Cat dan Biaya Proses di PT. Swadaya Graha, menyimpulkan untuk struktur jembatan kekuatan adhesi tertinggi yaitu 13.11 MPa, pada ketebalan cat 200 μm dan kekasaran permukaan 30-50 μm . Untuk industri pengolahan kimia kekuatan adhesi tertinggi yaitu 13.85 MPa, pada ketebalan cat 280 μm dan kekasaran permukaan 30-50 μm . Untuk struktur di lingkungan laut kekuatan adhesi tertinggi yaitu 14.32 MPa, pada ketebalan cat 320 μm dan kekasaran permukaan 30-50 μm .

Menurut Rohman, M., Jurnal ROTOR, Volume 13 Nomor 1, April 2020. Variasi yang paling berpengaruh terhadap hasil kekilapan adalah komposisi *thinner* terhadap cat. Dengan koefisien komposisi bernilai positif sebesar 6,592, yang berarti semakin tinggi nilai *thinner* terhadap cat maka semakin tinggi nilai kekilapannya. Pada penelitian kali ini didapatkan nilai tertinggi yaitu 57,3 GU dengan variasi jarak 110 mm, komposisi 1,6 dan tekanan 3,5 bar. Sedangkan nilai terkecil yaitu sebesar 35 GU dengan variasi jarak 110 mm, komposisi 1,4 dan tekanan 5,5 bar. Optimasi kekilapan dengan menggunakan Minitab didapatkan

kekilapan maksimal sebesar 58,76 GU dengan parameter jarak 116,86 mm, komposisi 1:1,6 dan tekanan 3,5 bar.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa perbandingan campuran *thinner* akan mempengaruhi ketebalan cat yaitu dengan perbandingan *thinner* yang semakin banyak akan menghasilkan ketebalan cat yang semakin tipis dan akan menghasilkan nilai daya lekat cat semakin rendah pada plat baja. Sedangkan untuk penggunaan variasi derajat pada motor servo juga dapat mempengaruhi kualitas dari hasil pengecatan. Jika terlalu kecil derajatnya maka proses penyemprotan berpotensi luber. Sedangkan jika terlalu besar derajatnya maka proses penyemprotan tidak maksimal. Sehingga peneliti menggunakan perbandingan 1:1, 1:1.2, 1:1.5 pada komposisi campuran *thinner* untuk mengetahui seberapa besar pengaruh nilai ketebalan hasil pengecatan serta menggunakan perbandingan variasi derajat motor servo agar tidak terlalu kecil atau besar saat proses penyemprotannya maka di ambil variasi 85°, 90°, 95° pada penelitian selanjutnya.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian umum pengecatan

Cat adalah cairan yang kental. Cat biasanya dilarutkan dengan *thinner* agar mudah dalam proses pengecatannya dan juga biasanya ditambahkan dengan *hardener*. Pengecatan adalah suatu proses aplikasi cat dalam bentuk cair pada sebuah obyek, untuk membuat lapisan tipis yang kemudian untuk membentuk lapisan yang keras atau lapisan cat (Hermianto Sofyan, 2006:38). Buntarto (2016: 88) menyatakan, “Pengecatan merupakan salah satu jenis pelapisan di mana bahan pelapis (cat) yang digunakan telah diberi warna”. Pengecatan biasa

digunakan untuk pekerjaan akhir (*finishing*) produk-produk seperti logam, kayu, 9arik9c, tembok dan lain-lain.

Menurut Noor, R.A.M. dan E. Tarmedi (2007:2), “cat harus mempunyai sifat-sifat dasar dan spesifik supaya dapat berfungsi dengan baik. Sifat-sifat dasar ini antara lain daya lekat (*adhesi*), mudah diaplikasikan, lapisan dapat menyebar dengan merata, dan memiliki kualitas standar dalam hal warna, viscositas, kilapan, umur pakai, dan sebagainya. Sedangkan sifat spesifik yang harus dimiliki suatu cat untuk penggunaan atau fungsi tertentu yang spesifik, misalnya tahan terhadap perubahan cuaca, tahan terhadap air, tahan terhadap korosi, tahan terhadap suhu tinggi, tahan goresan, anti jamur, tahan zat kimia dan sebagainya.”

Tujuan utama pengecatan adalah sebagai berikut :

- Tujuan Hiasan (*Decorative*)

Pengecatan bertujuan untuk memperindah benda/ barang yang dicat sehingga barang tersebut memiliki nilai seni dan daya 9arik lebih tinggi dibanding sebelum dicat.

- Fungsi Pelindung (*Protective*)

Pengecatan bertujuan melindungi permukaan bahan/ material yang dicat terutama pada bahan logam. Perlindungan ini untuk menghambat terjadinya korosi akibat pengaruh cuaca/ lingkungan sekitar sehingga dapat memperpanjang usia logam tersebut dari korosi/ karat.

- Fungsi Khusus

Pengecatan yang digunakan untuk tujuan khusus antara lain : pemantulan cahaya, isolasi, penghantar listrik, peredam suara dan lain-lain.

2.2.2 Cat

Cat adalah zat cair yang digunakan untuk melapisi suatu komponen dan sebagai pelindung atau menambah nilai estetika dan identitas. Cat adalah zat cair kental yang terdiri dari beberapa komponen seperti *resin* (zat perekat), *pigment* (zat pewarna), *solvent* (pengencer), *aditif* yang apabila dicampur menjadi satu akan membentuk konsistensi yang merata (Hariyanto, 2016:95). Menurut Said (2011:122) Sifat mekanis cat yang diharapkan adalah memiliki daya lekat yang baik dan kekerasan, serta tidak *britel* (mudah pecah/retak). Menurut Karakas dan Celik (2018:292) sifat cat adalah campuran partikel pigmen, polimer, *polielektrolit*, dan *surfaktan* dengan sifat *koloid* kompleks. Sementara *surfaktan* biasanya digunakan untuk mengontrol sifat *flokasi* dan pembasahan, *polimer* digunakan untuk mengontrol sifat *reologi*.



Gambar 2. 1 Cat dan *Thinner*
(Sumber : Data dokumen)

Cat terdiri dari beberapa komponen yang akan membentuk konsistensi yang merata. Komponen-komponen tersebut sebagai berikut:

1. Resin

Resin merupakan komponen yang sangat penting untuk pembuatan cat. Resin berfungsi untuk merekatkan komponen-komponen yang perlu kita lindungi dan melekatkan seluruh bahan pada permukaan suatu bahan (membentuk film). Resin berasal dari *polymer* dimana pada temperatur ruang (atau temperatur aplikasi) bentuknya cair, bersifat lengket dan kental. Resin adalah unsur utama cat yang berbentuk cairan kental dan transparan yang membentuk film atau lapisan setelah diaplikasi pada suatu obyek dan mengering (Hariyanto, 2016:95).

2. Pigment

Said (2011:121) menjelaskan *pigment* berfungsi sebagai pemberi warna dan memberi lapisan primer yang berguna untuk mengendalikan proses korosi pada permukaan logam.

3. Solvent

Hariyanto (2016:96) menjelaskan *Solvent* adalah suatu cairan yang dapat melarutkan resin dan mempermudah pencampuran pigment dan resin dalam proses pembuatan cat. *Solvent* sangat cepat menguap apabila cat diaplikasi.

4. Aditif

Aditif berfungsi untuk mencegah terjadinya buih pada saat penyemprotan (anti *foaming*), mencegah terjadinya pengendapan cat pada saat dipergunakan(

anti *setting*), meratakan permukaan cat sesaat setelah disemprotkan (*flow additif*), menambah kelenturan cat (Hariyanto, 2016:97).

2.2.3 Thinner

Menurut Hariyanto (2016:98) *Thinner* dikenal juga dengan nama solvent yaitu suatu pelarut yang membuat viscositas cat menjadi lebih mudah diaplikasi. Berbagai tipe solvent dicampurkan bersamanya, untuk menyesuaikan kemampuan larut *thinner* dan penguapannya. Sehingga semakin banyak *thinner* yang dicampurkan pada cat maka cat akan semakin encer.

Solvent juga mengendalikan pengeringan film, adhesi dan umur film. Binder yang sulit larut membutuhkan solvent yang lebih kuat atau memerlukan jumlah solvent yang lebih banyak untuk melarutkannya (Atmaji, 2016 : 38).

Menurut Hariyanto (2016:97) Jenis solvent (pengencer) yang biasa dipergunakan dalam pengecatan antara lain :

1. Pengencer lambat kering, ini digunakan pada pengecatan warna sistem *acrylic* yang ruangnya bersuhu 650°C keatas. Pengencer lambat kering berfungsi untuk cat warna yang hasilnya kurang mengkilap, untuk pemakaian cat *acrylic* enamel di bengkel-bengkel, untuk memadukan dua buah permukaan yang diperbaiki pada bodi kendaraan.
2. Pengencer cepat kering, ini digunakan untuk perbaikan cat *acrylic lacquer* yang asli. Jika menggunakan pengencer yang lambat kering akan terjadi keretakan. Fungsi pengencer ini adalah untuk mempercepat penguapan pengencer yang lambat kering jika diperlukan, digunakan pada cat primer surface pada suhu kurang lebih di bawah 600°C, serta untuk mencegah

terjadinya keretakan pada suhu rata-rata 65-850° C, untuk perbaikan setempat.

3. Retarder adalah pengencer paling lambat kering yang digunakan untuk cuaca sangat panas. Fungsi retarder adalah: mencegah pudarnya cat, memungkinkan penggunaan cat warna pada cuaca yang panas.

Pemilihan kualitas *thinner* tidak kalah penting karena terkadang perbandingan yang tertera pada kemasan tidak sesuai dengan hasil yang diinginkan dan beberapa *thinner* tidak memiliki zat pelarut yang dibutuhkan untuk melarutkan dari komposisi cat (Permana dan Anwar , 2014:54).

Jenis *thinner* yang ada di pasaran sendiri dibagi beberapa jenis, berdasarkan dengan karakter *thinner* itu sendiri dapat digolongkan seperti *thinner* normal, *thinner* slow dan extra slow. Sedangkan kalau dibedakan dari jenis kandungannya, *thinner* yang banyak digunakan pada bengkel pengecatan otomotif yaitu *thinner* NC atau DUCO (Nitrocellulose) dan *thinner* PU (*Polyurethane*) (Khasib dan Wulandari, 2017:36).

Prosedur mencampur *thinner* dapat dibagi menurut (Argana,2013:175)

1. Rasio berat

Pencampuran *thinner* dengan menggunakan rasio berat dapat dilakukan dengan menimbang berat cat dan berat *thinner* yang dibutuhkan menggunakan timbangan.

2. Rasio volumetric

Dengan menggunakan gelas ukur dapat dilakukan pengukuran berapa volume cat dan berapa volume *thinner* yang dibutuhkan.

Menurut Permana dan Anwar (2014:60) *thinner* mengandung beberapa unsur, dibawah ini kandungan pada *thinner* ini yang didapatkan dari uji laboratorium :

1. Metanol pada *thinner* ini memiliki kandungan terbanyak yakni 47,77%.Metanol, juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH .
2. Propana terkandung 34,27% pada *thinner* ini. Propana adalah senyawa alkana tiga karbon (C_3H_8) yang berwujud gas dalam keadaan normal, tapi dapat dikompresi menjadi cairan yang mudah dipindahkan dalam kontainer yang tidak mahal.
3. Carbonic acid memiliki 10,12% pada *thinner* ini. Karbon dioksida (rumus kimia: CO_2) atau zat asam arang adalah sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atomoksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon.

2.2.4 Persiapan Permukaan

Persiapan permukaan sangat penting pada tahap awal pengecatan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Hariyanto (2016:28) menyatakan bahwa persiapan permukaan adalah suatu persyaratan umum yang harus dilakukan dalam pekerjaan pengecatan yang meliputi pemulihan suatu kerusakan atau pengantian panel sehingga menjadi pekerjaan dasar yang baik bagi pengecatan akhir. Menurut Wulandari dkk (2015:40) *Surfacepreparation* merupakan aspek yang paling penting dalam menentukan keberhasilan aplikasi *tank lining*. Ada

2 kategori dalam pekerjaan *surface preparation* diantaranya tingkat kebersihan (*cleanliness*) dan tingkat kekasaran (*roughness*).

Menurut Hariyanto (2016:28) tujuan utama dari persiapan permukaan adalah sebagai berikut:

1. Melindungi permukaan dari timbulnya karat dan bintik-bintik.
2. Meningkatkan daya lekat (*adhesi*) supaya daya lekat (*adhesi*) antar lapisan merata.
3. Memulihkan bentuk menjadi seperti bentuk aslinya.
4. Merapatkan permukaan untuk mencegah penyerapan material cat yang digunakan pada pengecatan akhir.

Proses persiapan permukaan ada beberapa tahapan yang harus dikerjakan sebelum proses pengecatan akhir. Menurut Argana (2013:46) tahapan dalam proses persiapan permukaan sebagai berikut:

1. Amplas permukaan
2. Aplikasi *surfacers*
3. Amplas *surfacers*
4. Aplikasi *body sealer*
5. Pengecatan akhir.

Ada beberapa material yang digunakan dalam persiapan permukaan. Berikut merupakan beberapa material proses persiapan permukaan pengecatan:

1. Cat Primer

Merupakan lapisan pertama pada proses persiapan pengecatan, berfungsi untuk memberi perlindungan dan tingkat adhesi pada plat. Cat dasar primer berfungsi melapisi plat bodi setelah diampas untuk mencegah karat dan menambah/meratakan daya lekat (adhesi) antara metal dasar dengan lapisan cat berikutnya. Cat dasar primer ini merupakan cat anti korosi yang pada dasarnya mengandung pigment yang berfungsi untuk mencegah korosi atau karat (Wahyudi, 2016:30).



Gambar 2. 2 Cat Primer
(Sumber : Data dokumen)

2. Surfacer

Surfacer merupakan lapisan setelah primer atau dempul, yang berguna untuk mengurangi tingkat penyerapan pada *topcoat* atau lapisan akhir. Hariyanto (2016:32) menjelaskan *surfacer* adalah lapisan (*coat*) kedua yang disemprotkan diatas primer, *putty* atau lapisan dasar (*undercoat*) lainnya.

2.2.5 Ketebalan cat

Pada proses pengecatan ada dua tahap yang akan dilakukan pengecekan, yaitu WFT (*wetfilm thickness*) dan DFT (*dry film thickness*) (Suprayodi dan Tjahjanti,

2017:193). WFT (*wetfilm thickness*) yaitu ketebalan pada cat yang telah diaplikasikan pada material pada saat cat masih basah. DFT (*dry film thickness*) yaitu ketebalan pada cat yang telah mengalami pengeringan.

Alat ukur yang digunakan untuk melakukan pengujian ketebalan yaitu sebagai berikut:

1. *Wet Film Thickness Gauge*

Wet Film Thickness Gauge atau Pengukur ketebalan film basah dirancang untuk mengukur ketebalan lapisan segera setelah mereka telah diterapkan untuk substrat. Menurut Quatman (2017) Ketebalan film basah, atau WFT adalah ketebalan diukur dari setiap cat basah diterapkan yang berbasis cairan. Sebuah pengukur ketebalan film basah harus digunakan oleh aplikator sebagai lapisan yang diterapkan untuk memastikan bahwa pengukuran adalah perwakilan dari film basah dihitung sebelum penguapan pelarut yang signifikan terjadi.



Gambar 2. 3 *Wet Film Thickness Gauge*
(Sumber : Pratama syafaatillah ryan, 2019. Hal.29)

2. *Dry Film Thickness Gauge*

Setelah lapisan kering terdapat dua metode untuk mengukur ketebalan film kering: merusak dan *non-destruktif*. Metode yang paling populer non-destruktif menggunakan alat pengukur ketebalan film kering. ASTM D 7091 menjelaskan tiga langkah operasional yang harus dilakukan sebelum pengukuran ketebalan

pelapisan untuk membantu memastikan keandalan pengukuran. Langkah ini termasuk (1) pengukur kalibrasi, (2) verifikasi akurasi alat ukur dan (3) penyesuaian alat ukur (Corbett, 2015).



Gambar 2. 4 Dry Film Thickness Gauge
(Sumber : PT. DNP Indonesia)

2.2.6 CNC (*Computer Numerical Control*)

Numerical Control / NC (berarti “kontrol numerik”) merupakan sistem otomatisasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram secara abstrak dan disimpan dimedia penyimpanan sesuai standart ISO, hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya dimana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana menggunakan cam. Kata NC sendiri adalah singkatan dalam bahasa Inggris dari kata Numerical Control yang artinya Kontrol Numerik. Mesin NC pertama diciptakan pertama kali pada tahun 40-an dan 50-an, dengan memodifikasi mesin perkakas biasa. Dalam hal ini mesin perkakas biasa ditambahkan dengan motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukkan kedalam sistem oleh perekam kertas. Mesin perpaduan antara servo motor dan mekanis ini segera digantikan dengan sistem analog dan kemudian komputer digital, menciptakan mesin perkakas modern yang disebut mesin CNC (*Computer*

Numerical Control) yang dikemudian hari telah berevolusi proses desain. (Sumber: Sandri, 2017).

2.2.7 Motor servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar 4, dengan pulsa 1.5 mS pada periode selebar 2 mS maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.

motor servo mampu bekerja dua arah *Clock Wise* (searah jarum jam) dan *Counter Clock Wise* (berlawanan arah jarum jam) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya dengan bentuk fisik. Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup (*closed feedback*) dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut

dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak kontinyu seperti motor DC maupun motor *stepper*. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, motor servo dapat dimodifikasi agar bergerak kontinyu. Pada robot, motor ini sering digunakan untuk bagian kaki, lengan atau bagianbagian lain yang mempunyai gerakan terbatas dan membutuhkan torsi cukup besar.



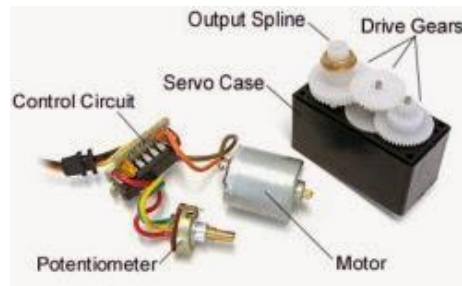
Gambar 2. 5 Motor servo
(Sumber : <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com>).

Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh rate putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal gearnya.

Lebih dalam dapat digambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki :

- 3 jalur kabel : *power*, *ground*, dan *control*
- Sinyal *control* mengendalikan posisi
- Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari *range* sudut maksimum.
- Konstruksi didalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan *feedback control*.

Motor Servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian control elektronik dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya. Sistem Mekanik Motor Servo seperti tampak pada gambar 2.4



Gambar 2. 6 Sistem Mekanik Motor Servo
(Sumber : <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com>).

1. Jenis-jenis motor servo

a. Motor Servo Standar 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.

b. Motor Servo Continuous

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

2. Kegunaan motor servo

Kebanyakan motor servo digunakan sebagai :

- *Manipulators.*
- *Moving camera's.*
- *Robot arms.*

Sedangkan motor servo yang digunakan dalam perancangan CNC mini *plotter* ini adalah *type metal gear* MG 90s dimana mempunyai dimensi

22.8mm x 12.2mm x 28.5mm dan Tegangan Operasi: 4,8 - 6 Volt motor servo jenis ini menghasilkan kecepatan operasi: 0.1sec / 60degree (4.8v), 0,08sec / 60degree (6v).

2.2.8 Torsi dan RPM

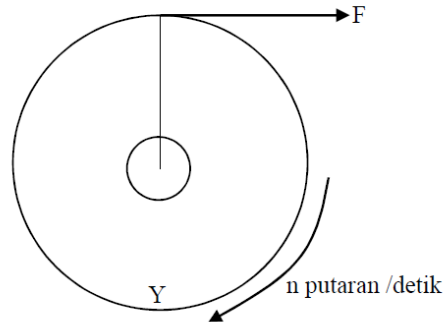
Torsi adalah perkalian antara gaya dengan jarak. Selama proses usaha maka tekanan-tekanan yang terjadi di dalam silinder motor menimbulkan suatu gaya yang luar biasa kuatnya pada torak. Gaya tersebut dipindahkan kepada pena engkol melalui batang torak, dan mengakibatkan adanya momen putar atau torsi pada poros engkol. Untuk mengetahui besarnya torsi digunakan alat *dynamometer*.

Erwin (2009) berpendapat bahwa torsi adalah puntir yang terjadi pada batang lurus apabila batang tersebut dibebani momen yang cenderung menghasilkan rotasi terhadap sumbu longitudinal batang. Sebagai contoh dalam kehidupan sehari-hari yaitu jika seseorang memutar obeng, maka tangannya memberikan torsi ke obeng.

Demikian pula halnya dengan komponen struktur suatu bangunan. Jika diperhatikan lebih seksama, sebenarnya balok-balok pada bangunan mengalami torsi akibat beban-beban pada pelat. Demikian pula halnya dengan kolom. Namun torsi pada kolom kebanyakan diakibatkan oleh gaya-gaya yang arahnya horizontal seperti gaya angin ataupun gempa.

1. Torsi Motor Arus Searah

Sugiharto, Firman (2016) Torsi merupakan putaran atau pemuntiran dari suatu gaya terhadap suatu poros. Torsi diperoleh dari hasil kali gaya tersebut dengan jari – jari lingkaran dimana gaya tersebut bekerja. Perhatikan Gambar berikut :



Gambar 2. 7 Suatu Motor Berputar Karena Mengalami Suatu Gaya

(Sumber : Firman Sugiharto. 2016. Hal.19)

Pada suatu motor dengan jari – jari r meter bekerja suatu gaya F newton yang menyebabkan benda berputar dengan kecepatan n putaran per detik. Maka torsi dari motor tersebut dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$T = F \times r \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

T = torsi benda (Nm)

F = gaya yang bekerja pada benda (N)

R = jari –jari benda (m)

Di dalam motor arus searah, setiap konduktor di bagian permukaan jangkar akan mengalami gaya F pada suatu jarak r yang merupakan jari jari jangkar. Dengan demikian, masing-masing konduktor menghasilkan suatu torsi yang cenderung untuk memutar. Jumlah seluruh torsi yang dihasilkan oleh konduktor jangkar disebut torsi jangkar (T_a).

$$T_a = 9,55 \times$$

$$\text{Dimana } T_a = \frac{E_a \times I_a}{n}$$

T_a = torsi jangkar motor arus searah (Nm)

E_a = gaya gerak listrik lawan motor arus searah (V)

n = putaran rotor (rpm)

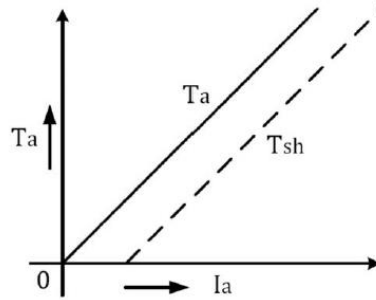
I_a = arus jangkar motor arus searah (Ampere)

2. Karakteristik Motor Arus Searah

Karakteristik dari suatu motor harus diketahui, karena karakteristik dari suatu motor akan mencerminkan performansi (unjuk kerja) dari motor listrik tersebut selama kondisi operasinya. Untuk motor arus searah penguatan seri dan motor arus searah penguatan shunt hanya memiliki satu komponen medan. Sedangkan untuk motor arus searah penguatan kompon memiliki dua kumparan medan yakni kumparan medan shunt dan kumparan medan seri. Pada motor arus searah penguatan shunt terdapat tiga karakteristik, yaitu :

a. Karakteristik torsi – arus jangkar (T_a/I_a)

Arus medan I_{sh} besarnya konstan karena kumparan medan langsung terhubung dengan tegangan sumber (V_t) yang juga dianggap konstan. Oleh karena itu fluksi di dalam motor DC shunt hampir dapat dikatakan konstan. Dari persamaan $T_a \propto \phi \cdot I_a$ menunjukkan jika ϕ adalah konstan (pada motor DC shunt), maka besar torsi akan bertambah secara linear dengan bertambahnya I_a . Untuk lebih jelasnya, bentuk kurva karakteristik torsi – arus jangkar dapat dilihat pada Gambar berikut :

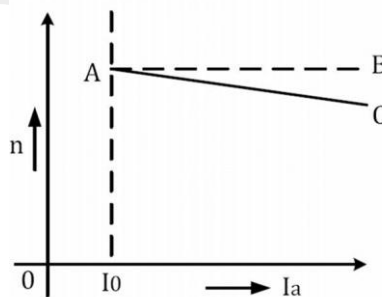


Gambar 2. 8 Kurva karakteristik torsi – arus jangkar (T_a/I_a)

(Sumber : Firman Sugiharto. 2016. Hal.22)

b. Karakteristik putaran – arus jangkar (n/I_a)

Kecepatan motor DC adalah [B.L Theraja hal 1008] : $n \propto E_a/\phi$. Fluksi ϕ dan E_a di dalam motor DC shunt hampir konstan di bawah kondisi normal. Dengan demikian, kecepatan motor DC shunt selalu konstan walaupun arus jangkar berubah – ubah nilainya. Dengan kata lain, ketika beban bertambah, E_a dan ϕ berkurang karena drop tahanan jangkar dan reaksi jangkar. Bagaimanapun, E_a berkurang lebih sedikit daripada ϕ sehingga dengan demikian kecepatan motor menurun sedikit dengan pertambahan beban (garis AC). Untuk lebih jelasnya bentuk kurva putaran – arus jangkar dapat dilihat pada Gambar berikut

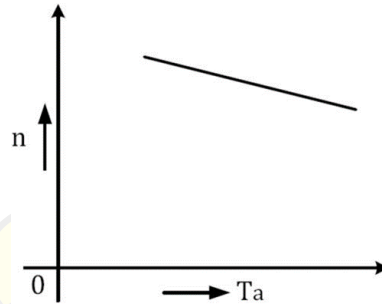


Gambar 2. 9 Kurva karakteristik putaran – arus jangkar (n/I_a)

(Sumber : Firman Sugiharto. 2016. Hal.23)

c. Karakteristik putaran – torsi (n/T_a)

Karakteristik putaran – torsi diperoleh dengan menggambarkan nilai n dan T_a untuk berbagai arus jangkar (I_a). Dari kurva dapat dilihat bahwa kecepatan sedikit menurun seiring dengan pertambahan beban. Untuk lebih jelasnya karakteristik putaran – torsi dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 2. 10 Kurva karakteristik putaran – torsi (n/T_a)

(Sumber : Firman Sugiharto. 2016. Hal.24)

2.2.9 Perhitungan Daya Rencana

Jika P adalah daya nominal dari output motor penggerak, maka berbagai macam factor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat diambil kecil. Jika factor koreksi adalah f_c maka daya rencana P_d (kW) sebagai patokan adalah:

$$P_d = f_c . P \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

P_d = Daya Rencana (kW)

f_c = Faktor Koreksi

P = Daya Motor (kW)

A. Tegangan geser yang diizinkan

Tegangan geser yang diizinkan untuk pemakaian umum pada poros dapat diperoleh dari berbagai cara, salah satu cara diantaranya dengan menggunakan

perhitungan berdasarkan kelelahan puntir yang besarnya diambil 40% dari batas kelelahan tarik yang besarnya kira-kira 45% dari kekuatan tarik. Jadi batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik, sesuai dengan standar ASME. Harga 5,6 ini diambil untuk bahan SF dengan kekuatan yang dijamin dan 6,0 untuk bahan S- C dengan pengaruh masa dan baja paduan. Selanjutnya perlu ditinjau apakah poros tersebut akan diberi alur pasak atau dibuat bertangga karena pengaruh konsentrasi tegangan cukup besar. Pengaruh kekasaran permukaan juga harus diperhatikan. Untuk memasukan pengaruh ini kedalam perhitungan perlu diambil faktor yang dinyatakan dalam yang besarnya 1,3 sampai 3,0.

Dari hal tersebut diatas maka tegangan geser yang diizinkan dapat di hitung dengan rumus:

$$\tau_a = \sigma_B S_{f1} \cdot S_{f2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

τ_a = Tegangan Geser Izin (kg.mm)

σ_B = Kekuatan Tarik (kg/mm²)

S_{f1} = Faktor Keamanan Bahan

S_{f2} = Faktor Keamanan Akibat Alur Pasak Momen Rencana

2.2.10 Baja SPCC

SPCC adalah Steel Plate Cold Rolled Coil yang dikenal juga sebagai baja putih. SPCC memiliki kualitas permukaan yang lebih baik lebih tipis dan dengan ukuran yang lebih tepat. Baja SPCC memiliki ketahanan korosi yang rendah, dalam dunia industri baja jenis ini secara luas digunakan karena sifat

mekanik yang sangat baik (Riastuti dkk, 2018:1). Baja SPCC didefinisikan sebagai baja lembaran canai dingin dengan kualitas komersial. Jenis baja ini paling cocok digunakan untuk bagian-bagian body mobil, peralatan listrik, dan lain-lain, karena jangkauan penerapannya lebih luas. SPCC memiliki kandungan karbon max 0.15% (Febriyanto dan Purwanto, 2018). Akhirnya dapat ditambahkan untuk menunjukkan kekerasan, seperti berikut :

SPCC – SD/SB.....(2.4)

S = Standar Temper *Grade*

D = *Dull Finish*

B = *Bright Finish*

Baja karbon rendah SPCC-SD merupakan suatu material yang dibutuhkan oleh manusia dalam mendukung kebutuhan sehari-hari, terutama penggunaannya dalam dunia industri. Baja karbon rendah SPCC-SD dengan standar JIS G3141 merupakan jenis baja yang digunakan untuk pembuatan struktur baja, pipa, otomotif dan fabrikasi lainnya (Trenggono dkk : 2016).



Gambar 2. 11 Gambar plat besi SPCC
(Sumber : PT. Piramid cahaya abadi)