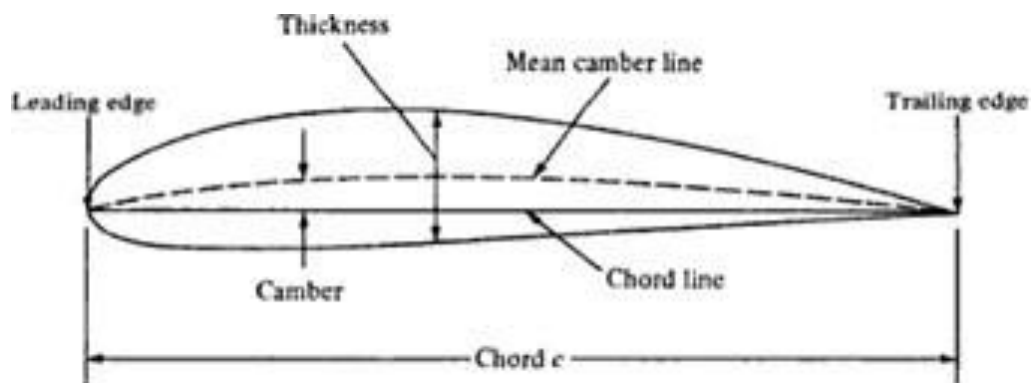


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Wing

Wing adalah salah satu bagian dari pesawat yang merupakan suatu bidang yang dirancang untuk menghasilkan gaya angkat saat bergerak dengan cepat diudara. Sayap ditentukan oleh bentuk *airfoil*, maka pemilihan *airfoil* menjadi sangat penting dalam mendesain pesawat terbang. *Airfoil* adalah bentuk dari *wing* pesawat dilihat dari samping *wing*. Pada bagian *wing* ini terdapat *wing span* yang merupakan panjang dari *wing* tersebut dan ada juga *wing chord* yang merupakan panjang garis yang ditarik dari *leading edge* ke *trailing edge* dengan kata lain *wing chord* ini dapat diartikan sebagai lebar *wing*. Untuk *leading edge* yaitu ujung depan dari *airfoil* atau sayap yang secara umum berbentuk cembung sedangkan *trailing edge* adalah ujung belakang dari *airfoil* atau sayap yang secara umum berbentuk runcing.



Gambar 2.1 Bentuk Airfoil [19]

Pemasangan bagian *wing* tergantung pada karakteristik penerbangan yang diinginkan sehingga *wing* dibuat di dalam beberapa bentuk dan ukuran. Secara umum bentuk dari desain *wing* dapat dibedakan berdasarkan, konstruksi dan kecondongan dari *wing*.

2.1.1 Jenis-jenis wing

Sayap pesawat (*Wing*) adalah bagian utama pesawat terbang yang terpasang pada *fuselage*, dan berfungsi sebagai penghasil *lift* disamping sebagai penyimpan bahan bakar. Saat pesawat sedang terbang dalam kondisi *cruise*, maka sayap harus mampu menghasilkan gaya angkat sebesar berat pesawat tersebut.

Jenis-jenis wing berdasarkan arah condong sayap :

1. *Straight wing*

Kebanyakan ditemukan pada pesawat kecil dengan terbang kecepatan rendah. Sayap ini memiliki gaya angkat yang baik pada kecepatan rendah, tetapi tidak cocok untuk kecepatan tinggi. Contoh : Cessna 172 skyhawk.



Gambar 2.2 *Straight Wing* [1]

2. *Swept Back Wing*

Sayap yang berbentuk condong kebelakang. Hampir semua pesawat terbang berkecepatan tinggi menggunakan sayap model ini (*swept back wings*). Contoh : pesawat komersil.



Gambar 2.3 *Swept Back Wing* [1]

3. *Forward Swept Wing*

Adalah desain sayap yang belum diproduksi massal. Sekilas terkesan aneh dan akan menambah *drag* yang besar. Tetapi Rusia membuat bentuk tersebut untuk memberi kestabilan pada saat *Angle of Attack* (AOA) tinggi, karena pesawat tersebut dirancang untuk pertarungan *Dogfight*. Contoh : SU-47, X-29



Gambar 2.4 *Forward Swept Wing* [1]

4. *Variable Swept Wing*

Merupakan sayap pesawat yang dapat swept kebelakang dan kemudian kembali ke posisi semula selama penerbangan. *Swept Back* lebih cocok untuk kecepatan tinggi, sementara sayap posisi *UnSwept* cocok untuk kecepatan yang lebih rendah. Contoh : F-14



Gambar 2.5 *Variable Swept Wing* [1]

5. *Delta Wing*

Sayap berbentuk segitiga memungkinkan pesawat dapat terbang pada kecepatan subsonik, transonik, atau supersonik, yang tinggi. Contoh : Dassault Rafale, Dassault Mirage 2000, Eurofighter Typhoon, Saab JAS 39 Gripen



Gambar 2.6 *Delta Wing* [1]

Jenis-jenis *wing* berdasarkan konstruksinya yaitu dibedakan menjadi:

1. *Dihedral*, dimana kedudukan *wing* dengan posisi ujung *wing* lebih tinggi dari pangkal *wing*. Dengan pembuatan *wing* seperti ini adalah bertujuan untuk mendapatkan kecepatan yang tinggi serta mendapatkan stabilitas lateral yang baik.



Gambar 2.7 *Dihedral* [16]

2. *Anhedral* merupakan kedudukan *wing* pesawat dengan posisi pangkal *wing* lebih tinggi daripada posisi ujung *wing*.



Gambar 2.8 *Anhedral* [16]

3. *Gull wing* yaitu *wing* pesawat dimana posisi *wing* menyerupai sayap burung camar laut. Pembuatan dari *wing* ini bertujuan untuk mendapatkan *lift* yang besar.



Gambar 2.9 *Gull Wing* [16]

4. *Interved gull wing* yaitu *wing* pesawat yang mempunyai bentuk menyerupai bentuk *gull wing*, namun posisi *wing* tersebut dibawah dan terbalik. Pembuatan *wing* ini untuk mendapatkan *speed* yang cukup.

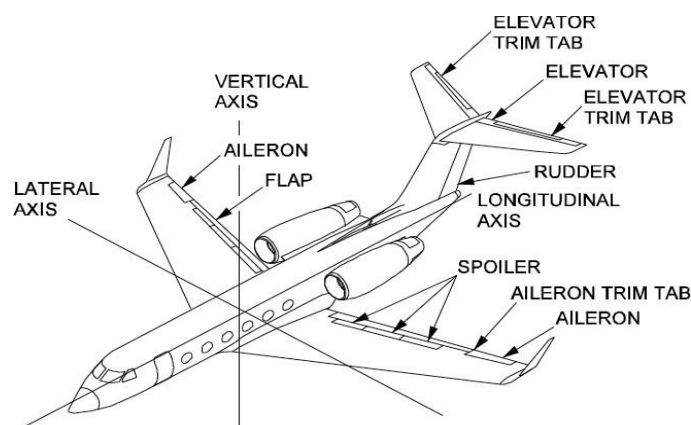


Gambar 2.10 *Interved Gull Wing* [16]

2.2 Flight Control Surface

Flight control (kendali penerbangan) pada pesawat terdiri dari permukaan kendali (*control surface*) penerbangan, masing-masing yaitu kendali kokpit, menghubungkan kokpit dengan permukaan kendali, dan mekanisme operasi yang diperlukan untuk mengendalikan arah pesawat udara dalam penerbangan. (Wiratama,2016) *Control surface* adalah bagian dari pesawat terbang yang berfungsi untuk mengontrol gerakan atau sikap (*attitude*) pesawat terbang tersebut. Prinsip kerja dari *control surface* adalah menghasilkan gaya aerodinamis pada arah tertentu sehingga menghasilkan sikap yang diinginkan.

Jenis-jenis bidang kendali (*control surface*) penerbangan dibagi menjadi dua yaitu bidang kendali penerbangan utama (*primer*) dan bidang kendali penerbangan kedua (*sekunder*). (Wiratama,2016) *Control surface primer* pada pesawat terbang adalah aileron, elevator, rudder serta berbagai kombinasi dari *control surface* tersebut, kemudian *control surface sekunder* antara lain adalah flap, slat, spoiler, speed brakes dan tab.



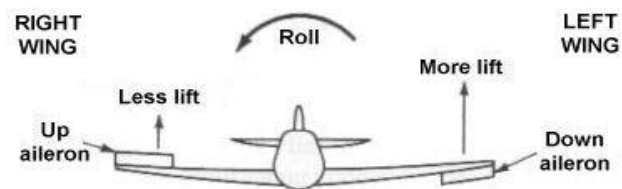
Gambar 2.11 *Flight Control* [13]

2.2.1 Primary Flight Control Surfaces

1. Aileron

(Wiratama,2016) *Aileron* adalah *control surface* yang pada umumnya terletak di *trailing edge* (bagian belakang sayap) pada ujungsayap kanan dan kiri. Gerakan dari *aileron* adalah berkebalikan, yaitu ketika salah satu *aileron* kebawah, sisanya

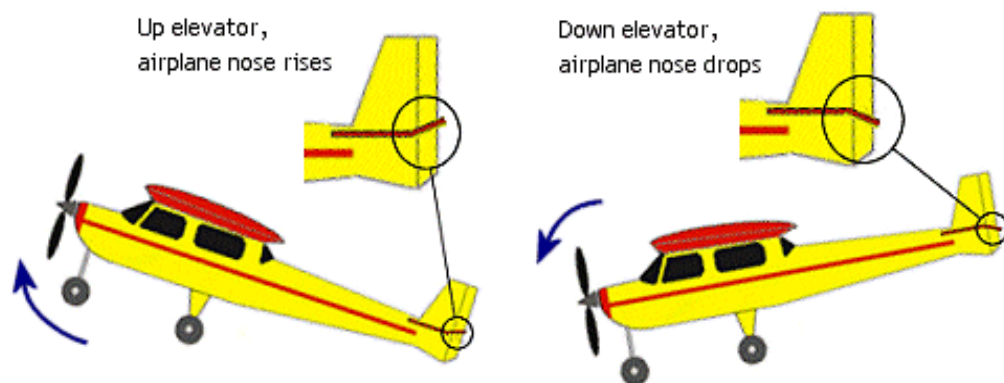
bergerak keatas, sehingga menghasilkan gaya yang berlawanan dan menghasilkan gerakan *roll* pada pesawat.



Gambar 2.12 Pergerakan *Aileron* [19]

2. Elevator

Elevator terletak pada *trailing edge horizontal stabilizer*. (Wiratama,2016) Ketika *elevator* terdefleksi kebawah, bagian ekor akan terangkat, sehingga menghasilkan *nose-down* membuat pesawat cenderung bergerak kebawah. Sebaliknya, ketika *elevator* terdefleksi keatas, ekor akan bergerak kebawah, sehingga menghasilkan *nose-up* dan membuat pesawat bergerak keatas. *Elevator* merupakan pengontrol gerakan *pitch*.

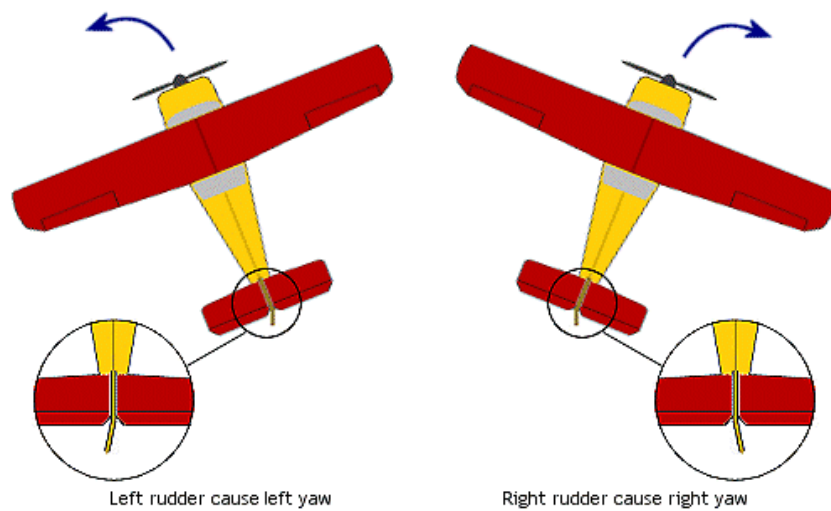


Gambar 2.13 Pergerakan *Elevator* [19]

3. Rudder

Rudder terletak pada *trailing edge vertical stabilizer*. (Wiratama, 2016) Ketika *rudder* terdefleksi kekanan, ekor akan tertarik ke kiri, sehingga akan menghasilkan hidung pesawat bergerak ke kanan dan pesawat akan berbelok ke kanan. Begitu juga sebaliknya untuk defleksi ke kiri. *Rudder* adalah *control surface*

untuk mengontrol gerakan *yaw*, tetapi memiliki efek samping gerakan *roll*. Kontrol *rudder* biasanya terhubung dengan sistem pembelok *landing gear*, sehingga biasa digunakan untuk kontrol saat di darat.



Gambar 2.14 Pergerakan *Rudder* [19]

2.2.2 Secondary Flight Control Surfaces

1. *Flap*

(Wiratama, 2016) *Flap* berfungsi untuk meningkatkan gaya angkat pada sayap disertai dengan meingkatnya *drag*, sehingga pesawat dapat bergerak pada kecepatan yang rendah serta dapat digunakan juga sebagai rem saat diudara. *Flap* terletak pada *trailing edge* sayap di pangkal sayap dekat *fuselage*. *Flap* biasa digunakan pada saat *landing*.



Gambar 2.15 *Flap* [12]

2. *Slat*

(Wiratama, 2016) *Slat* adalah *control surface* yang terletak pada *leading edge* (bagian depan) sayap, *slat* berfungsi menambah gaya angkat dengan cara menambah *chamber* sayap. Berbeda dengan *flap*, *slat* dapat memberikan aliran yang baik pada saat sayap di *angle of attack* yang tinggi, sehingga tidak *stall* dan membuatnya mudah dikontrol pada kondisi tersebut.



Gambar 2.16 *Slat* [12]

3. *Spoiler*

(Wiratama, 2016) *Spoiler* ketika diaktifkan adalah penghalang udara diatas sayap yang mengakibatkan turunnya gaya angkat sayap pada salah satu sisi, sehingga berfungsi membantu fungsi *aileron* memberikan gerakan *roll*. *Spoiler* biasa terdapat pada pesawat yang berat atau pesawat berperforma tinggi. Ketika *spoiler* pada sayap kanan dan kiri diaktifkan bersamaan, maka dapat difungsikan sebagai *speed brakes*.

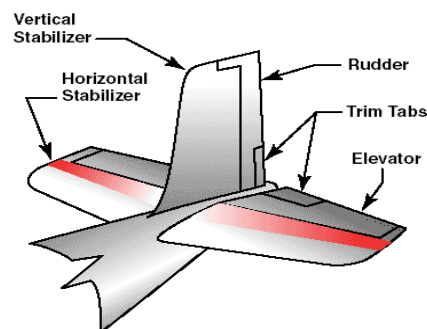


Gambar 2.17 Spoiler [12]

4. Tabs

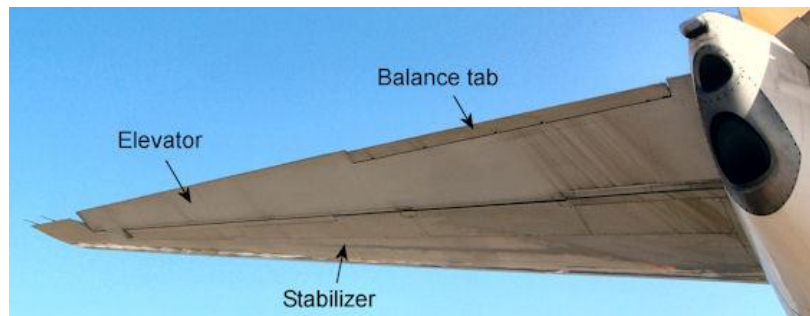
Pada saat terbang dengan kecepatan tinggi, *control surface* terkadang menjadi berat untuk dikontrol, namun pada kondisi tertentu justru menjadi terlalu sensitif. *Tab* berfungsi untuk menanggulangi masalah-masalah tersebut. Adapun jenis-jenis tab antara lain :

- a. *Trim tab*: dapat membuat pesawat stabil tanpa harus dikontrol terus menerus oleh pilot atau berada pada kondisi *trim*.



Gambar 2.18 Letak *Trim Tab* di *Tail* [19]

- b. *Balance tab*: Membantu pilot untuk meringankan beban kendali dari *control surface*.



Gambar 2.19 *Balance Tab* [19]

- c. *Servo tab*: Berfungsi seperti *balance tab*. Namun *servo tab* juga berfungsi untuk mem-*backup* fungsi *control surface* secara aerodinamis.
- d. *Anti-servo/anti-balance tab*: Berfungsi kebalikan dari *balance* dan *servo tab*, yaitu mengurangi sensitivitas *control surface* sehingga memudahkan pilot pada kondisi tertentu.
- e. *Spring tab*: Berfungsi seperti *balance tab* tetapi hanya aktif pada kondisi tertentu yaitu kecepatan tinggi atau kondisi kendali yang sangat berat.

2.3 Komponen dan Bahan Model Simulator

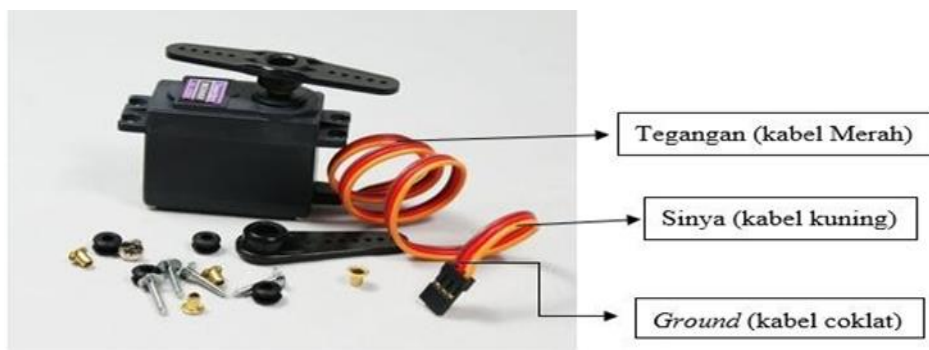
2.3.1 Komponen Model Simulator

1. Servo

(Saroinsong,2018) Servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Servo merupakan komponen yang umum digunakan di dunia aeromodelling dan elektronik. Komponen ini terdiri dari poros yang terhubung dengan roda gigi, dan mampu bergerak karena motor DC. Motor servo harus terhubung dengan mikrokontroler sebagai otak dari sistem. Servo memiliki kapasitas torsi, apabila

torsi yang dibebankan pada servo melebihi spesifikasinya, servo akan lebih cepat panas dan rusak. Servo memiliki tiga buah pin yaitu pin sinyal, tegangan dan ground.



Gambar 2.20 Servo [2]

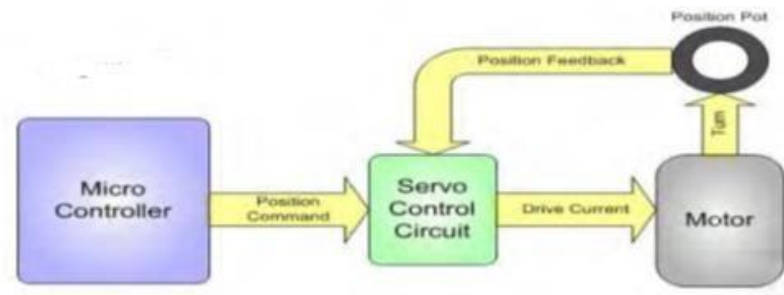
Peranan servo pada berbagai proyek elektronika yaitu sebagai aktuator sistem mekanik, seperti menggerakkan control surface pada sayap pesawat remote control pada sudut tertentu. Pada umumnya servo telah dilengkapi dengan sistem kendali umpan balik tertutup, sehingga didapatkan output yang terukur berupa posisi putaran motor berdasarkan sudut dalam satuan derajat. Penggunaan servo digital bersama microcontroller hanya bersifat closed loop di dalam servo, namun tidak ada umpan balik yang menyatakan posisi sudut servo ke microcontroller sehingga untuk memastikan bahwa sudut yang diperintahkan telah sesuai harus menggunakan alat bantu seperti busur derajat.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, fungsi motor servo sangat beragam mulai dari penggerak lengan robot, kaki robot, dan masih banyak lagi yang lain. Motor servo juga kerap diaplikasikan untuk keperluan industri karena memiliki beberapa kelebihan. Namun motor servo juga punya beberapa kekurangan. Berikut beberapa kelebihan dan kekurangan motor servo.

1) Kelebihan Motor Servo

- a. Daya yang dihasilkan sebanding dengan berat atau ukuran motor
- b. Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban
- c. Tidak bergetar saat digunakan
- d. Tidak mengeluarkan suara berisik saat dalam kecepatan tinggi

- e. Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan mudah
- 2) Kekurangan Motor Servo
- a. Harga relatif lebih mahal dibanding motor DC lainnya
 - b. Bentuknya cukup besar karena satu paket



Gambar 2.21 Sistem Kendali Pada Servo Arduino [2]

2. Arduino

Arduino adalah papan rangkaian elektronik yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dan memiliki software pemrograman yang bekerja sebagai *open source*. Arduino dibuat untuk memudahkan eksperimen peralatan yang menggunakan *microcontroller* seperti pesawat *remote control*, robotika dan sebagainya. Pemrograman Arduino dilakukan melalui komputer, sehingga perlu untuk menghubungkan port pada Arduino ke port USB komputer untuk memulai mengisikan program.

Arduino Nano adalah salah satu board mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis microkontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau Atmega 16 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech.

Tabel 2.1 Data Teknis *Board* Arduino Nano V3 [15]

Mikrokontroler	Atmega 328
Tegangan Operasi	5 V
Tegangan input (<i>recommended</i>)	7-12 V
Tegangan input (<i>limit</i>)	6-20 V
Pin digital I/O	14 (6 diantaranya pin PWM)
Pin Analog Input	8
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	150 mA
Flash memory	32 KB dengan 2 KB digunakan untuk <i>bootloader</i>
EEPROM	1 KB
Kecepatan Perwaktuan	16 Mhz
Ukuran	1,85 cm x 4,3 cm



Gambar 2.22 Arduino Nano [4]

3. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.



Gambar 2.23 LCD [9]

2.3.2 Bahan Model Simulator

1. *Polyfoam*

Polyfoam adalah lembaran foam plastik berbahan *polystirene* yang berkualitas tinggi. Dengan permukaannya yang halus, putih dan bersih mengkilat. (Wiratama, 2016) *Polyfoam* atau sering disebut *depron* pada dasarnya adalah

styrofoam padat (densitas tinggi) yang tersedia pada ketebalan hingga 5mm. *Polyfoam* biasa digunakan untuk insulasi ruangan agar panas/dingin tidak keluar dari ruangan. Bahan ini memiliki sifat yang sangat kaku namun cukup ringan serta mudah dipotong-potong sesuai kreatifitas sehingga ideal untuk bahan *aeromodeling*.

Polyfoam mudah untuk disambung dengan lem tembak (*glue gun*) atau dengan lem berbasis *epoxy* dan biasanya menggunakan rangka penguat berupa triplek (*polywood*). Pesawat *aeromodelling* dengan bahan ini dapat menghasilkan *airframe* yang sangat ringan. Kekurangan dari bahan *polyfoam* adalah sifatnya yang jika sekali patah, maka patahan akan sangat fatal dan melebar dengan cepat sehingga terkadang sudah tidak layak digunakan lagi dan harus membuat baru. Tingkat kekerasan *polyfoam* kurang tinggi, sehingga mudah tergores atau cacat pada permukaannya. Adapun kesulitan dalam mendesain pesawat *polyfoam* adalah dikarenakan *polyfoam* berupa lembaran, desain dengan hasil akhir yang berbentuk kotak-kotakan susah didapat. Kemudian, bahan ini tidak dapat dilem dengan sembarang lem, misalkan lem CA yang malah akan melelehkan bahan ini.



Gambar 2.24 Polyfoam [18]

2. *Plywood Multiplek*

Plywood dalam bahasa Indonesia biasa disebut kayu lapis. Kayu lapis sendiri terdiri atas beberapa varian. Di antaranya adalah multiplek yang jumlah lapisan kayunya lebih banyak. (Susanto,2017) *Multiplek* merupakan kayu olahan yang relatif lebih kuat dibanding jenis kayu olahan lainnya. Bahan dasar *plywood* adalah kulit kayu yang berlapis-lapis dan dipress. Tekstur lapisan kayunya lebih rapat,

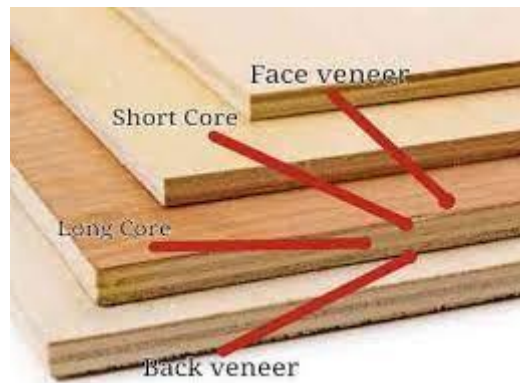
sehingga memiliki kekuatan yang lebih baik dan daya tahan terhadap air lebih kuat. Material yang satu ingin dapat digunakan dengan waktu yang cukup lama dalam pemakaian.

plywood ini terbagi kembali menjadi dua jenis, yakni:

- a. *Soft wood*. Merupakan kayu lapis yang memiliki tekstur lunak. Biasanya terbuat dari bahan kayu *Albasia Falcata* atau disebut juga dengan kayu jingjing, kayu sengon atau kayu angkana.
- b. *Hard wood*. Merupakan jenis kayu yang memiliki tekstur keras. Biasanya terbuat dari bahan dasar kayu meranti, atau ada pula yang terbuat dari pohon buah-buahan.

Plywood sendiri sebenarnya terdiri dari beberapa jenis veneer yang kemudian disusun secara zig-zag, hingga akhirnya direkatkan. *Veneer-veneer* tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. *Face veneer*. Bagian ini terletak dipermukaan paling atas. *Face veneer* memiliki karakteristik permukaan yang halus serta tidak terdapat bagian cacat sedikit pun. *Veneer* ini biasanya dikupas dengan menggunakan serat kayu memanjang.
- b. *Short core veneer*. Jenis *veneer* ini berada di bagian tengah *plywood*, serta memiliki karakteristik permukaan yang kasar. Tidak hanya itu di dalam *short core veneer* juga terdapat mata kayu busuk, yang nantinya akan di *patching* dengan veneer yang utuh. Untuk *veneer* jenis ini biasanya dikupas dengan serat kayu melebar.
- c. *Long core veneer*. Jenis veneer ini biasanya berada di bagian tengah-tengah *plywood*. *Veneer* ini memiliki karakteristik yang serupa dengan *short core veneer*, namun perbedaannya veneer ini dikupas menggunakan serat kayu yang memanjang.
- d. *Back veneer*. Sedangkan yang terakhir adalah *back veneer*, dimana posisinya berada di bagian belakang *plywood*. Jenis *veneer* ini memiliki tekstur permukaan yang halus, serupa dengan *face veneer*. Akan tetapi pada bagian ini terdapat *patching* yang disebabkan oleh mata kayu busuk.



Gambar 2.25 Veneer pada plywood [14]

Sebagai salah satu bahan-bahan bangunan, multiplek memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Dimana kelebihan dan kekurangan pada suatu material merupakan hal yang wajar. Mengetahui kelebihan dan kekurangan material adalah perlu, sehingga pada saat menggunakan material ini dapat diketahui bagaimana cara memanfaatkannya dengan baik. Berikut ini adalah beberapa kelebihan dan kekurangan dari multiplek yakni:

1. Kelebihan:

- a. Terbuat dari bahan dasar kayu olahan yang penggunaannya sangat praktis. Jenis kayu ini sangat mudah untuk dibentuk menjadi berbagai macam keinginan menyesuaikan dengan selera yang diinginkan. Pembentukannya bahkan jauh lebih mudah dari jenis kayu yang lain.
- b. Dari segi kekuatan, multiplek sendiri memiliki ketahanan yang cukup tinggi terhadap penyusutan. Oleh karena itu, bentuk dan ukurannya tidak akan mudah berubah-ubah.
- c. Dalam penggunaannya, masih terdapat beberapa variasi pilihan berdasarkan ukuran serta ketebalannya. Maka dari itu, material ini sangat mudah untuk diaplikasikan pada berbagai tujuan.
- d. Bahan ini memiliki daya tahan yang tinggi terhadap perubahan cuaca eksterim. Selain itu, multipleks juga memiliki daya tekuk (lentur) yang sangat baik dibandingkan dengan produk kayu lainnya yang terbilang kaku.
- e. Multiplek memiliki sifat tahan air, yang kayunya tidak akan cepat rusak bila terkena oleh air karena memiliki lapisan keras yang menyelembungi bagian

permukaan kayu.

2. Kekurangan:

- a. Daya tahan multiplek akan semakin berkurang apabila terpapar cuaca ekstrim secara terus menerus. Maka dari itu, peletakkan kayu ini harus disesuaikan.



Gambar 2.26 *Plywood* Multiplek [14]

3. Pipa PVC

Pipa PVC adalah salah satu pengembangan produk perpipaan dari bahan thermoplastik, jenis polyvinyl chloride. Jenis produk ini dikenal multi fungsi dengan harga dan biaya instalasi pemasangan mudah dan ekonomis. Penggunaan bahan PVC mengawali industri perpipaan dengan bahan thermoplastik. Sehingga kini dikenal banyak produk pipa non besi untuk beragam kebutuhan. Misalnya Pipa HDPE untuk saluran air bersih bertekanan, pipa PPR untuk saluran air panas bertekanan dan sebagainya.



Gambar 2.27 Pipa PVC [3]

Sebagai pionir produk pipa plastik, bahan PVC memiliki banyak kelemahan, meski tidak menimbulkan karat. Beberapa diantaranya bahan yang mudah getas dimakan usia dan karena paparan sinar UV, matahari. Material yang kaku juga kerap membuat pipa mudah rusak dan pecah. Sehingga jauh dari harapan untuk bisa digunakan dalam jangka waktu lama. Hal tersebut akhirnya teratasi dengan solusi menggunakan bahan uPVC. Meski dikenal sebagai produk perpipaan sederhana, rupanya dalam dunia perindustrian, dikenal beberapa jenis produk pipa PVC yang biasa disesuaikan berdasar kebutuhan. Berikut beberapa produk populer diantaranya :

- a. Produk PVC JIS. Jenis produk ini mengacu pada standar pembuatan JIS atau Japanese Industrial Standard. Paling mudah mengenali produk ini adalah panjang 4 meter setiap batang. Selain itu, penggunaan standard JIS berada pada tebal pipa dan diameter pipa (mm) dalam satuan inch. Produk ini memiliki dua varian produk yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan tekanan. Yakni tipe AW dan tipe kelas D. Tipe AW memiliki karakter lebih tebal dan dapat digunakan untuk tekanan hingga 10 bar (Kg/cm²). Sementara tipe D digunakan untuk saluran air sederhana, sehingga memiliki tebal dinding lebih tipis. Tipe ini biasanya digunakan untuk tekanan air tak lebih dari 5 bar atau 5 Kg/cm². Misalnya untuk saluran buangan air hujan, atau saluran lain yang berjalan dengan memanfaatkan gravitasi.
- b. Pipa PVC SNI. Adalah pengembangan produk pipa dari bahan PVC yang telah disesuaikan dengan Standard Nasional Indonesia. Produk ini memiliki panjang optimal 6 meter untuk setiap batangnya. Hanya ukuran tertentu (1-1/2 inch hingga 1/2 inch) yang memiliki panjang 4 meter per batang. Seperti tipe JIS, produk PVC SNI memiliki standard nilai diameter (mm) pipa sendiri dalam satuan inch. Produk pipa ini direkomendasikan untuk beragam proyek pengairan terutama yang berkaitan dengan pemerintah. Pipa PVC SNI memiliki standard ketebalan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan tekanan. Dalam hal ini direpresentasikan dalam ukuran S atau Schedule, diantaranya : S-8, S-10, S-12.5, S-16 dan S-20 untuk tekanan 5 hingga 16 bar.

- c. Pipa PVC Limbah. Produk ini sengaja didesain dan diproduksi untuk saluran limbah, baik untuk limbah rumah tangga, industri, komersial dan sebagainya. Cara mudah mengenalinya adalah warnanya cokelat secara keseluruhan, dalam standard perpipaan, warna ini merupakan standard saluran buangan.

2.4 Dasar Pemilihan Bahan

Di dalam merencanakan suatu alat perlu sekali memperhitungkan dan memilih bahan-bahan yang akan digunakan, apakah bahan tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan baik itu secara dimensi ukuran ataupun secara sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan. Berdasarkan pemilihan bahan yang sesuai maka akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan tersebut, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu:

1. Fungsi dari komponen

Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Yang dimaksud dengan fungsinya adalah bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang dipakai tentunya lebih kuat. Oleh karena itu penulis memperhatikan jenis bahan yang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

- a. Sifat mekanis bahan

Dalam perencanaan perlu diketahui sifat mekanis dari bahan, hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan diketahuinya sifat mekanis dari bahan maka akan diketahui pula kekuatan dari bahan tersebut. Sifat-sifat mekanis bahan yang dimaksud berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas, kekasaran, kekakuan, dan sebagainya.

- b. Sifat kimia bahan

Sifat kimia bahan juga perlu diketahui untuk menentukan bahan apa yang akan dipakai. Sifat kimia yang dimaksud disini seperti : ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap air, tahan terhadap panas dan lain sebagainya.

- c. Sifat Teknologi

Sifat teknologi dari bahan ini perlu diketahui sebab, dari sifat inilah bahan bisa dibentuk atau di lakukan pemotongan dengan mudah serta apakah bahan dapat dilakukan penyambungan menggunakan paku, penyambungan skrup atau bahkan menggunakan lem.

2. Bahan mudah didapat

Bahan-bahan yang akan dipergunakan untuk komponen suatu mesin yang akan direncanakan hendaknya diusahakan agar mudah didapat dipasaran, karena apabila nanti terjadi kerusakan akan mudah dalam pengantiannya. Meskipun bahan yang akan direncanakan telah diperhitungkan dengan baik, akan tetapi jika tidak didukung oleh persediaan bahan yang ada dipasaran, maka pembuatan suatu alat tidak akan dapat terlaksana dengan baik, karena terhambat oleh pengadaan bahan yang sulit. Oleh karena itu perencana harus mengetahui bahan-bahan yang ada dan banyak dipasaran.

3. Harga Relatif Murah

Untuk membuat komponen-komponen yang direncanakan maka diusahakan bahan bahan yang akan digunakan harganya harus semurah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan.

2.5 Perawatan

(Assuari,Sofyan.2008) Perawatan adalah suatu kegiatan yang tujuan untuk menjaga peralatan/mesin agar dapat berfungsi seperti yang direncanakan. Adapun cara menjaga alat adalah dengan merawat alat tersebut secara kontinyu atau secara periodik yang teratur, sesuai waktu yang dijadwalkan.

2.5.1 Jenis Perawatan

Pada umumnya kegiatan perawatan dibagi menjadi dua yaitu perawatan terencana (*planned maintenance*) dan perawatan tidak terencana (*unplanned maintenance*). Perawatan terencana merupakan kegiatan perawatan yang pada dasarnya memiliki perencanaan dalam hal ini perawatan yang dilakukan dengan pertimbangan untuk jangka panjang, terkontrol dan tercatat. Sedangkan perawatan

tidak terencana merupakan kegiatan perawatan yang dilaksanakan secara tiba-tiba atau tanpa diduga sebelumnya.

a. Perawatan Terencana (*Planned Maintenance*)

Planned Maintenance (perawatan Terencana) adalah perawatan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya

Perawatan terencana (*planned maintenance*) terdiri dari 3 macam:

1. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Preventive maintenance adalah perawatan yang dilakukan pada selang waktu yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima. Ruang lingkup pekerjaan *preventive* termasuk inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan. Secara umum tujuan dari *preventive maintenance* adalah sebagai berikut:

- a. Meminimumkan *downtime* serta meningkatkan efektifitas mesin/peralatan dan menjaga agar mesin dapat berfungsi tanpa ada gangguan.
- b. Meningkatkan efisiensi dan untuk ekonomis mesin/peralatan.

2. *Corrective Maintenance*

Corrective maintenance (perawatan perbaikan) adalah perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian termasuk penyetelan dan reparasi yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima.

Dalam perbaikan dapat dilakukan peningkatan-peningkatan sedemikian rupa, seperti melakukan perubahan atau modifikasi rancangan agar peralatan menjadi lebih baik. Perawatan ini bertujuan untuk mengubah mesin sehingga operator yang menggunakan mesin tersebut menjadi lebih mudah dan dapat memperkecil kerusakan mesin.

3. Perawatan Perbaikan (*Predictive Maintenance*)

Predictive maintenance adalah perawatan pencegahan yang diarahkan untuk mencegah kegagalan (*failure*) suatu sarana, dan dilaksanakan dengan memeriksa mesin-mesin tersebut pada selang waktu yang teratur dan ditentukan sebelumnya,

pelaksanaan tingkat reparasi selanjutnya tergantung pada apa yang ditemukan selama pemeriksaan. Bentuk perawatan terencana yang paling maju ini disebut perawatan *predictive*, dan merupakan teknik penggantian komponen pada waktu yang sudah ditentukan sebelum terjadi kerusakan, baik berupa kerusakan total ataupun titik dimana pengurangan mutu telah menyebabkan mesin bekerja dibawah standar yang ditetapkan oleh pemakaian. Bagaimanapun baiknya suatu mesin dirancang, tidak bisa dihindari lagi pastiterjadi sejumlah keausan dan memburuknya kualitas mesin. Sesudah mengoptimumkan desain untuk mesin dengan metode perancangan pengurangan perawatan, tetap saja kita masih mengetahui bahwa bagian-bagian mesin akan aus, berkurang kualitasnya dan akhirnya rusak dengan tingkat yang dapat diramalkan jika dipakai pada kondisi penggunaan normal konstan.

b. Perawatan Tak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Pada *unplanned maintenance* hanya ada satu jenis perawatan yang dapat dilakukan yaitu *emergency maintenance*. *Emergency maintenance* adalah perawatan yang dilakukan seketika mesin mengalami kerusakan yang tidak terdekteksi sebelumnya. *Emergency maintenance* dilakukan untuk mencegah akibat serius yang akan terjadi jika tidak dilakukan penanganan segera. Adanya berbagai jenis perawatan di atas diharapkan dapat menjadi *alternative* untuk melakukan pemeliharaan sesuai dengan kondisi yang dialami di perusahaan. Sebaiknya perawatan yang baik adalah perawatan yang tidak mengganggu jadwal produksi atau dijadwalkan sebelum kerusakan mesin terjadi sehingga tidak mengganggu produktivitas mesin.

Adanya berbagai jenis perawatan diatas diharapkan dapat menjadi alternatif untuk melakukan perawatan sesuai dengan kondisi yang dialami di perusahaan. Sebaiknya perawatan yang baik adalah perawatan yang tidak mengganggu jadwal produksi atau dijadwalkan sebelum kerusakan mesin terjadi sehingga tidak mengganggu produktivitas mesin.

2.5.2 Tujuan Perawatan

Definisi Tujuan Perawatan, adalah sebagai berikut:

1. Memperpanjang usia kegunaan asset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan serta isinya).
2. Untuk menjamin kesiapan operasional dari keseluruhan peralatan/mesin.
3. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan peralatan itu.

2.5.3 Aktivitas Perawatan

Aktivitas-aktivitas utama dalam perawatan dan perbaikan adalah sebagai berikut:

a. Perencanaan dan Penjadwalan

Hal ini mengenai tentang apa yang dipelihara, bagaimana memelihara dan kapan dipelihara, sehingga seluruh kegiatannya berjalan dengan lancar.

b. Pembersihan

Pembersihan bagian-bagian mesin dan perlengkapan adalah salah satu kegiatan pemeliharaan yang terpenting dan suatu tugas yang harus dikerjakan oleh operator. Kegiatan pembersihan sebaiknya dilakukan sebelum dan sesudah melakukan kegiatan, baik pada saat operasi maupun pada saat melakukan perawatan.

c. Pelumasan

Pelumasan harus dianggap sama pentingnya seperti pemeliharaan *preventive* misalnya ketidak tepatan pelumasan, tingkat pelumasan. Penyebab utama kegagalan mesin-mesin adalah terlalu sedikit pelumasan atau tidak ada pelumasan.

d. Inspeksi

Dalam inspeksi ada dua macam tes yaitu tes ketelitian dan penampilan. Tes ketelitian merupakan keperluan utama untuk alat-alat mesin dan dilaksanakan pada saat sebelum atau sesudah pemakaian. Sedangkan tes penampilan adalah penilaian terhadap sebuah komponen mesin secara keseluruhan.

e. *Check up*

Aktivitas ini meliputi seluruh ukuran-ukuran pemeliharaan preventif lainnya seperti *check up* yang teratur, pemeriksaan dan perbaikan yang sebelumnya

direncanakan. Aktivitas ini termasuk juga pengontrolan, dimana meliputi jadwal-jadwal waktu perawatan, pekerjaan perawatan dan perbaikan, dan ketelitian. (Sumber: Arsyad, Muhammad dan Ahmad Zubair Sultan. 2018. *Manajemen Perawatan*. Yogyakarta: CV Budi Utama)

2.5.4 Hal-Hal Penting Dalam Perawatan

Ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam perawatan, antara lain:

- a. Aktivitas perawatan merupakan suatu hal yang penting dan harus dilakukan dengan sebaik-baiknya. Maka dalam melaksanakan aktivitas perawatan perlu diperhatikan petunjuk dan pengalaman, serta jadwal yang telah ditentukan.
- b. Perlu diperhatikan pula pada proses perawatan, hendaknya biaya ditetapkan serendah-rendahnya, tanpa mengurangi arti dari perawatan itu sendiri.
- c. Untuk kelancaran aktivitas perawatan diperlukan adanya organisasi, perencanaan, penjadwalan dan pengendalian biaya sebaik-baiknya.
- d. Kerja sama yang baik antara pemakai mesin dengan bagian perawatan, sehingga proses perawatan dapat berjalan dengan lancar dan dapat mencapai target dan sasarnya.
- e. Perawatan alat/mesin sifatnya adalah kontinyu dan harus dapat terbaca tentang riwayat yang menyangkut perawatannya.
- f. Untuk menghindari hal-hal yang dapat menimbulkan kesalahan atau kerugian perlu ditegaskan bahwa pemakai mesin tidak diperbolehkan melakukan perbaikan, penyetelan dan penggantian sendiri, tanpa sepengetahuan bagian perawatan. Kualitas perawatan alat/mesin dapat dicapai apabila fasilitas perawatan cukup memadai.