

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Simulator

Simulator adalah alat yang berfungsi untuk mensimulasikan suatu peralatan, akan tetapi kerjanya agak lambat daripada keadaan sebenarnya. Simulator juga dapat diartikan sebagai simulasi atau objek fisik benda nyata. Kegunaan simulator dalam bidang pendidikan adalah dapat membantu seorang pendidik dalam menyampaikan suatu pengetahuan kepada peserta didik baik dijadikan materi maupun replika penggunaan atau cara kerja suatu alat yang skalanya lebih besar.

2.2. *High Lift Devices* (Perangkat Penambah Gaya Angkat)

Pesawat terbang saat *low speed performance*, misalnya *landing* atau *take off*, sangat memerlukan gaya angkat yang tinggi guna mengimbangi berat pesawat. Pesawat konvensional kecepatan rendah, mempunyai koefisien gaya angkat maksimum (CL_{max}) sekitar 1.4 atau 1.5. Jika menginginkan kecepatan *stall* yang rendah, maka harus dapat diperoleh koefisien gaya angkat maksimum (CL_{max}) yang lebih tinggi. Salah satu cara peningkatan adalah dengan memperbesar permukaan sayap, namun cara ini akan meningkatkan harga gaya hambat. Suatu cara untuk mengatasi persoalan tersebut adalah dengan menggunakan suatu alat yang disebut sebagai *high lift devices* (perangkat penambah gaya angkat). *High lift devices* ini dapat mengubah karakteristik *airfoil*, yaitu memperbesar CL_{max} pada saat dibutuhkan terutama bila beroperasi pada kecepatan rendah. Alat mempertinggi gaya angkat bekerja dengan tiga prinsip:

- a. Mengubah geometri *airfoil*, sehingga memperbesar *camber*.
- b. Merubah luas sayap.
- c. Mengendalikan lapis batas (*boundary layer*) dengan energi tambahan.

High lift devices/perangkat penambah gaya angkat itu antara lain, *trailing edge flap*, *slat*, dan *leading edge flap*/krueger flap.

Persamaan LIFT :

$$L = C_L \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

dimana,

L = Lift

ρ = Density

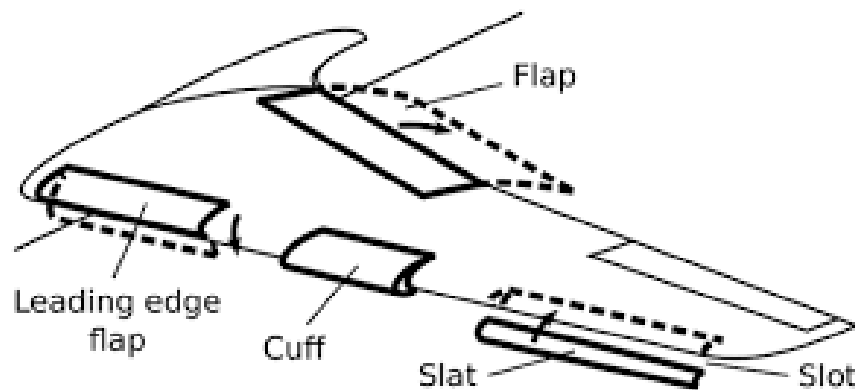
V = Kecepatan

S = Luas Sayap

C_L = Koefisien Lift

Gambar 2.1 Rumus persamaan lift

(Sumber : binadhirgantara.com)



Gambar 2.2 High lift devices

(Sumber: commons.wikimedia.org)

2.2.1 Trailing Edge Flap

Flap adalah sebuah permukaan yang berengsel pada tepi belakang sayap. Jika *flap* diturunkan maka *stall speed* pesawat terbang akan menurun. *Flap* juga dapat ditemukan di tepi depan sayap pada beberapa pesawat terbang terutama pesawat jet berkecepatan tinggi, *flap* ini disebut juga sebagai *slat*.



Gambar 2.3 *Fowler Flap*

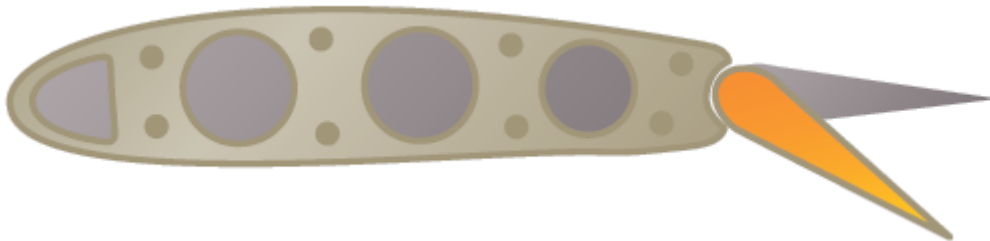
(sumber: <https://i.stack.imgur.com/Pwl1D.jpg>)

Flap mengurangi *stall speed* dengan menambahkan luas permukaan sayap dan dengan demikian meningkatkan koefisien gaya angkat maksimum. *Flap* dapat dilihat pada saat pesawat akan lepas landas (*take off*) maupun mendarat (*landing*). karena pada dua kondisi tersebut, pesawat berkecepatan rendah. Sehingga untuk meningkatkan daya angkatnya dibutuhkan tambahan daya angkat dengan cara memperluas permukaan sayap. Pada pesawat terbang bersayap tunggal (*monoplane*) terdapat dua macam *flap* yang menempel diujung dan dipangkal sayap. Inilah yang disebut sebagai *aileron*. *Aileron* terbentang dari tengah sampai ujung tiap sayap, bergerak keatas dan kebawah secara berlawanan pada masing-masing sayap dgn membelokkan *yoke* (stir pesawat) atau seperti stir pada mobil. Jika aileron pada sayap kanan naik maka yang kiri turun, demikian juga sebaliknya.

Sedangkan *flap*, terbentang mulai dari pangkal sampai pertengahan sayap di tiap sayap. *Flap* ini selalu bergerak searah, jika *flap* kiri turun maka *flap* kanan juga turun dengan sudut yang sama. Dikendalikan dengan menarik tuas seperti rem tangan pada mobil, atau juga secara elektrikal/hidraulik pada tipe pesawat terbang tertentu.

2.2.1.1 Jenis-jenis *Flap*

1. *Plain Flap*

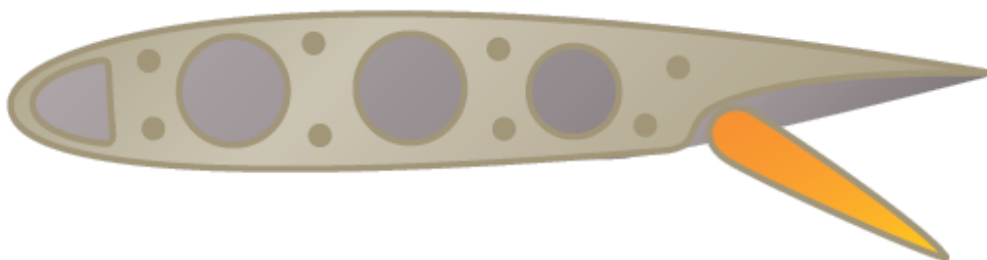


Gambar 2.4 *Plain flap*

(sumber: *Basic Aircraft Maintenance Training Manual*)

Dengan terjadinya defleksi *flap* ke bawah, akan menambah *camber airfoil* sayap. Selain itu flap juga akan mengurangi sudut serang tanpa menghasilkan gaya angkat (*zero lift angle of attack*). Dengan demikian pada setiap penambahan sudut serang sampai pada sudut serang *stall*, koefisien gaya angkat akan bertambah secara konstan namun pertambahan sudut serang efektif agak lebih besar, sehingga dengan defleksi *flap* akan mengurangi besar sudut serang *stall*. Hal ini disebabkan bahwa pada penggunaan *flap*, separasi aliran akan terjadi lebih awal pada bagian belakang bidang *flap*. Kurva dan sudut serang pada saat *flap* terdefleksi ke bawah di banding dengan saat posisi netral dapat dilihat pada gambar diatas.

2. *Split Flap*



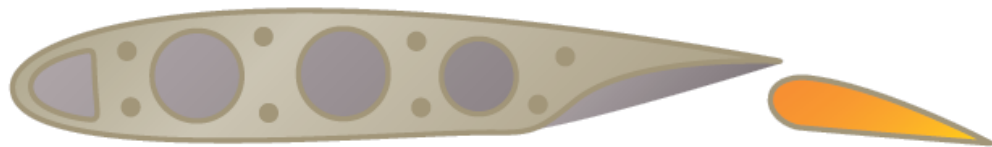
Gambar 2.5 *Split flap*

(sumber: *Basic Aircraft Maintenance Training Manual*)

Pada *split flap*, hanya bagian permukaan bawah belakang *airfoil* yang bergerak, sehingga geometri bagian atas tidak berubah saat *flap* berdefleksi. Secara garis

besar pengaruh defleksi *flap* terhadap penambahan CL sama dengan jenis *plain*. Namun karena perubahan *camber* kurang berpengaruh pada permukaan *airfoil* bagian atas, maka separasi pada permukaan atas *airfoil* bagian belakang hanya akan terjadi pada sudut serang yang lebih tinggi dari pada jenis *plain*. Dengan demikian untuk kerja *split flap* pada sudut serang tinggi lebih baik dari pada jenis *plain*. Tetapi pada sudut serang kecil, akan terjadi *wake* pada daerah dibelakang *flap* yang terdefleksi, sehingga akan mengurangi unjuk kerja *airfoil*. Tetapi hal ini tidak menimbulkan masalah, karena tujuan pemakaian *flap* adalah untuk menciptakan unjuk kerja *airfoil* yang baik pada sudut serang yang tinggi.

3. Fowler Flap

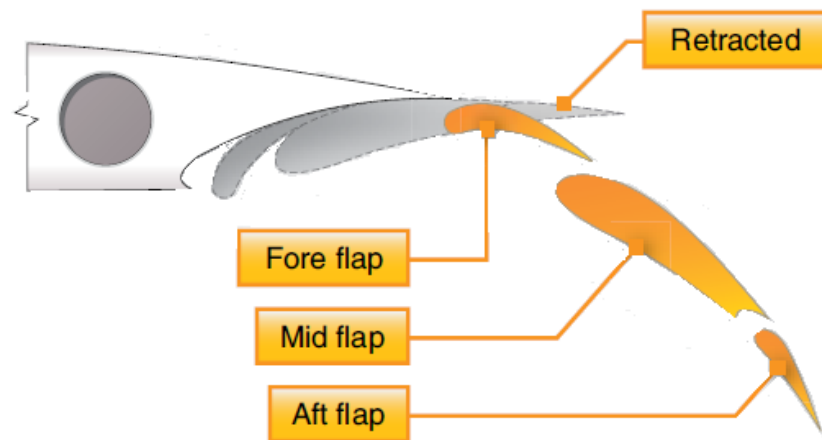


Gambar 2.6 *Fowler flap*

(sumber: *Basic Aircraft Maintenance Training Manual*)

Fowler flap selain bekerja seperti jenis *slotted*, defleksi *flap* ke bawah juga mengakibatkan penambahan luas efektif dan *camber* sayap. Dengan demikian *flap* jenis *fowler* sebagai penambah gaya angkat, bekerja dengan tiga prinsip yaitu memperbesar *camber*, mengontrollapis batas dan menambah luas sayap. Penambahan luas sayap dihasilkan oleh kerja *flap* yang bergeser ke bawah seperti gambar. Dengan penambahan luas efektif sayap serta pengaruh *slotted* dan pembesaran *camber*, maka *fowler flap* menghasilkan penambahan koefisien gaya angkat yang paling besar dari jenis *flap trailing edge* lainnya. Perbandingan pertambahan koefisien gaya angkat antara *fowler flap* dengan jenis *flap trailing edge* lainnya terlihat pada kurva gambar.

4. Slotted Flap



Gambar 2.7 Slotted flap

(sumber: *Basic Aircraft Maintenance Training Manual*)

Slotted flap mempunyai celah terbuka antara *flap* dan sayap bila *flap* sedang terdefleksi seperti gambar, udara berkecepatan tinggi akan mengalir ke permukaan atas *flap* melalui *slot*. Aliran ini merupakan tambahan energi yang akan mencegah terjadinya separasi aliran udara. Disamping itu jenis *flap* ini juga sebagai pengubah besar *camber* seperti halnya jenis *plain*. Karena *slotted flap* bekerja dengan prinsip kombinasi antara pengubah geometri sayap dan pengendali lapis batas, maka penambahan koefisien gaya angkat lebih besar dari pada jenis *plain* ataupun *split*. Kemudian pengaruh *slotted* yang mencegah terjadinya separasi, akan menghasilkan penambahan gaya *drag* yang lebih kecil.

2.2.2 Slat

Leading edge slat adalah salah satu *high lift device* dengan cara mengendalikan lapis batas (*boundary layer*). *Leading edge slot* terdiri dari *airfoil* kecil yang disebut *slat*, terpasang di depan *leading edge* sehingga membentuk celah (*slot*) dengan *leading edge* pada sayap. Dengan *slot* ini akan mengalir udara yang bertekanan tinggi pada permukaan bawah ke permukaan atas sayap. Aliran udara ini merupakan energi tambahan guna mencegah terjadinya separasi aliran. Pada *angle of attack* yang rendah, pemakaian *leading edge* tidak terlalu terpengaruh karena belum ada kecenderungan terjadi separasi. Tetapi dengan *angle of attack*

yang semakin tinggi, kecenderungan terjadinya separasi aliran terhambat sehingga koefisien gaya angkat bertambah terus, dan *stall* terjadi pada sudut serang yang lebih tinggi dari pada tanpa *slot*.



Gambar 2.8 *Slat and Slot*

(Sumber : en.wikipedia.org)

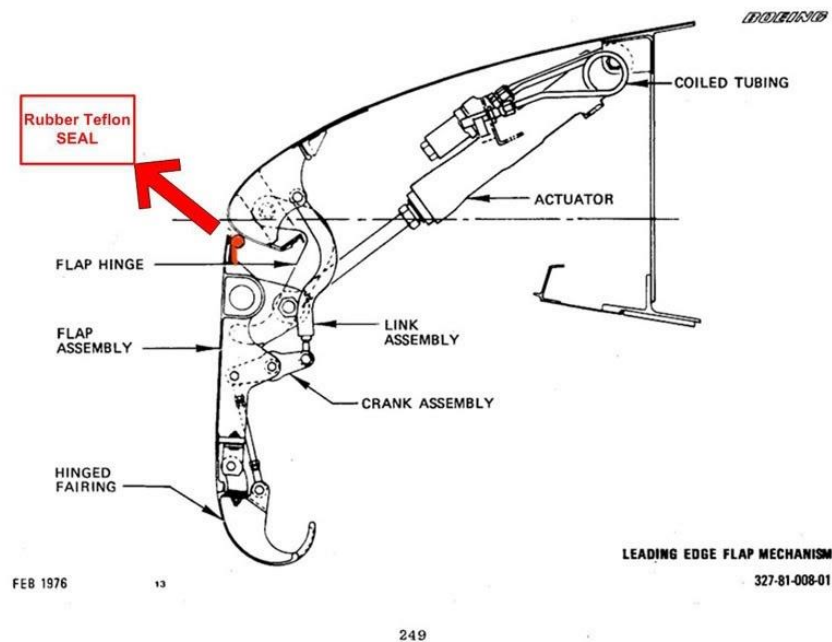
2.3 *Krueger Flap/Leading Edge Flap.*

Krueger flap merupakan salah satu perangkat penambah gaya angkat pada pesawat, yang dipasang pada sisi bawah leading edge sering disebut juga *leading edge flap* atau *nose flap*. *Krueger flap* digunakan pada saat *take-off* dan *landing* karena pada kondisi tersebut kecepatan pesawat rendah. Sehingga untuk meningkatkan daya angkatnya dibutuhkan tambahan daya angkat dengan cara memperluas permukaan sayap atau memberi bentuk lengkungan pada sisi sayap. Tentunya juga penggunaan *krueger flap* menyesuaikan jenis pesawat dan kondisi landasan.



Gambar 2.9 *Krueger flap* pada pesawat B727

(Sumber : flickr.com)



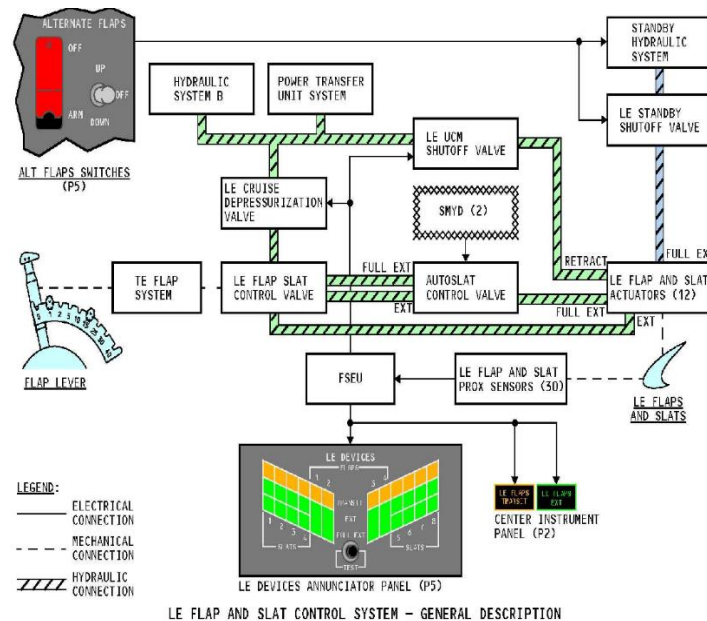
Gambar 2.10 Desain *Krueger flap*

(Sumber : airlines.net)

Selama terbang jelajah/*cruising* *krueger flap* tidak digunakan/*fully retract*, dan akan membuka/*fully extend* saat *take-off* untuk meningkatkan *lift* dan memperlambat pergerakan pesawat berotasi, selama *landing* *krueger flap* juga akan secara penuh membuka untuk meningkatkan *lift* dan mencegah *stall*.

Selama *normal operation* *krueger flap* dikendalikan secara mekanik dan pada saat *alternate operation* (operasi saat *normal operation* gagal beroperasi) dikendalikan secara elektrik, pada *krueger flap* terdapat *LE cruise depressurization* berfungsi untuk menurunkan tekanan aktuator *flap* pada saat *up position* dan pesawat berada di udara.

2.3.1 Operation *Krueger Flap* pada Pesawat B737-800



Gambar 2.11 *Krueger flaps operation*
(Sumber: B737-800 Training Manual)

TE flap system mengirim input ke ke *krueger flap* dan *slat control valve* selama beroperasi normal. *Flap lever* menggerakkan *cable system* sehingga menyuplai input mekanik ke *krueger flap control valve*, sehingga *krueger flap control valve* menerima tekanan hidraulik sistem B melalui *leading edge cruise depressurization valve*. Lalu *krueger flap control valve* mengirim *hydraulic power* melalui *auto-slat control valve* ke *krueger flap* dan akhirnya *krueger flap* terbuka secara penuh.

Krueger flap proximity sensor mengirim sinyal ke *flap electronic unit* (FSEU). FSEU mengirim data ini ke *leading edge devices annunciator panel* dan *krueger flap lights* di *flight compartment*. FSEU menutup *leading edge cruise depressurization valve* ketika pesawat dalam kondisi *cruising* untuk menutup aliran hidraulik ke aktuator *Krueger flap* dengan tujuan mempertahankan posisi *retract*.

Dalam operasi normal *leading edge uncommand motion* (UCM) valve terbuka sehingga tekanan hidraulik pada *krueger* dan *slats* aktuator akan kembali ke system B dan akan menyebabkan *krueger flap* ke posisi *retract*.

2.3.2 Waktu Operasi

Tabel dibawah ini menunjukkan waktu yang dibutuhkan *krueger flap* dan *leading edge slats* beroperasi dalam kondisi normal.

Tabel 2.1 Waktu Operasi

<i>Condition</i>	<i>Krueger flaps</i>	<i>Leading edge slats</i>
<i>Normal – up to extend</i>	7 sec	8 sec
<i>Normal – extend to full extend</i>	N/A	3.0 sec
<i>Normal –full extend to extend</i>	N/A	4.8 sec
<i>Normal – extend to up</i>	7.5 sec	7.8 sec
<i>Alternate – up to full extend</i>	32 sec	58 sec

(sumber : B737-800 training manual)

2.4. Dasar - Dasar Pemilihan Bahan dan Komponen

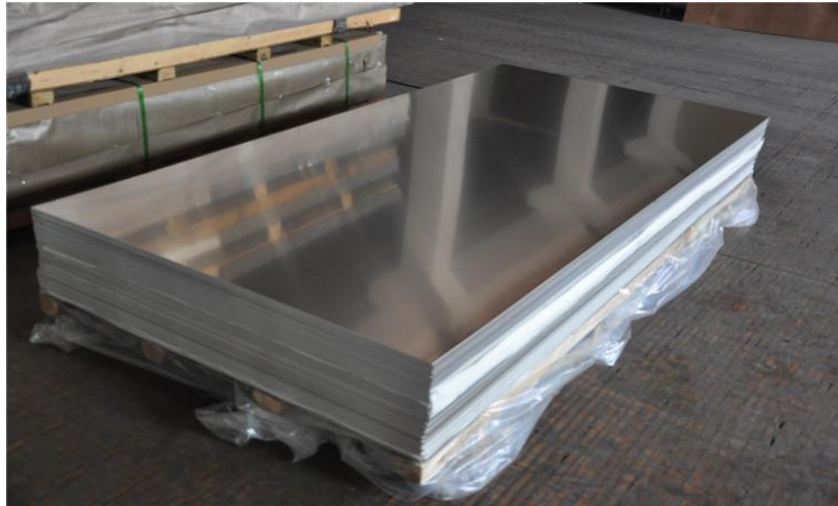
Dalam perencanaan mesin dibutuhkan dasar-dasar pemilihan bahan yang mempunyai kriteria yang tepat, efisien, mudah didapat, murah, dan sesuai fungsi. Berikut bahan bahan yang digunakan dalam Rancang Bangun Simulator *Extension* dan *Retraction* pada *Krueger Flap*.

2.4.1. Aluminium

Di dunia penerbangan, seluruh pesawat *narrow body* dan *wide body* telah menggunakan aluminium alloy sebagai *skin* dari pesawat tersebut. Pemilihan aluminium alloy karena pada dasarnya aluminium lebih kuat dan lebih ringan daripada logam lain. Maka dari itu pemilihan bahan dasar Rancang Bangun Simulator *Extension* dan *Retraction* pada *Krueger Flap*. ini menggunakan aluminium.

Aluminium adalah unsur kimia dengan lambang Al, dan nomor atomnya 13. Aluminium adalah logam paling berlimpah dan tahan terhadap korosi. Aluminium bukan merupakan jenis logam berat, namun merupakan elemen yang berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi dan paling berlimpah ketiga.

Aluminium merupakan konduktor listrik yang baik, ringan, kuat dan juga konduktor yang baik buat panas. Dapat ditempa menjadi lembaran, ditarik menjadi kawat dan diekstrusi menjadi batangan dengan bermacam-macam penampang. Aluminium digunakan dalam banyak hal, kebanyakan digunakan dalam kabel bertegangan tinggi dan badan pesawat terbang.



Gambar 2.12 Plat aluminium

(sumber : <http://www.indonesian.aluminiumalloysheet.com>)

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam aluminium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium.

1. Kekuatan tarik

Kekuatan tarik adalah besar tegangan yang didapatkan ketika dilakukan pengujian tarik. Kekuatan tarik ditunjukkan oleh nilai tertinggi dari tegangan pada kurva tegangan-regangan hasil pengujian, dan biasanya terjadi ketika terjadinya

necking. Kekuatan tensil bukanlah ukuran kekuatan yang sebenarnya dapat terjadi di lapangan, namun dapat dijadikan sebagai suatu acuan terhadap kekuatan bahan. Kekuatan tensil pada aluminium murni pada berbagai perlakuan umumnya sangat rendah, yaitu sekitar 90 MPa, sehingga untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan tensil yang tinggi, aluminium perlu dipadukan. Dengan dipadukan dengan logam lain, ditambah dengan berbagai perlakuan termal, aluminium paduan akan memiliki kekuatan tensil hingga 580 MPa (paduan 7075).

2. Kekerasan

Kekerasan adalah gabungan dari berbagai sifat yang terdapat dalam suatu bahan yang mencegah terjadinya suatu deformasi terhadap bahan tersebut ketika diaplikasikan suatu gaya. Kekerasan suatu bahan dipengaruhi oleh elastisitas, plastisitas, viskoelastisitas, kekuatan tensil, ductility, dan sebagainya. Kekerasan dapat diuji dan diukur dengan berbagai metode, Metode yang paling umum adalah metode *Brinell*, *Vickers*, *Mohs*, dan *Rockwell*.

Kekerasan bahan aluminium murni sangatlah kecil, yaitu sekitar 65 skala Brinell, sehingga dengan sedikit gaya saja dapat mengubah bentuk logam. Untuk kebutuhan aplikasi yang membutuhkan kekerasan, aluminium perlu dipadukan dengan logam lain dan/atau diberi perlakuan termal atau fisik. Aluminium dengan 4,4% Cu dan diperlakukan quenching, lalu disimpan pada temperatur tinggi dapat memiliki tingkat kekerasan Brinell sebesar 135.

3. Ductility

Ductility didefinisikan sebagai sifat mekanis dari suatu bahan untuk menjelaskan seberapa jauh bahan dapat diubah bentuknya secara plastis tanpa terjadinya retakan. Dalam suatu pengujian tarik, *ductility* ditunjukkan dengan bentuk *necking*nya; material dengan *ductility* yang tinggi akan mengalami *necking* yang sangat sempit, sedangkan bahan yang memiliki *ductility* rendah, hampir tidak mengalami *necking*. Sedangkan dalam hasil pengujian tarik, *ductility* diukur dengan skala yang disebut elongasi. Elongasi adalah seberapa besar pertambahan panjang suatu bahan ketika dilakukan uji kekuatan tensil. Elongasi ditulis dalam persentase pertambahan panjang per panjang awal bahan yang diujikan.

Aluminium murni memiliki *ductility* yang tinggi sedangkan Aluminium paduan memiliki *ductility* yang bervariasi, tergantung konsentrasi paduannya, namun pada umumnya memiliki *ductility* yang lebih rendah dari pada aluminium murni, karena *ductility* berbanding terbalik dengan kekuatan tensil, serta hampir semua aluminium paduan memiliki kekuatan tensil yang lebih tinggi dari pada aluminium murni.

Kelebihan Aluminium ;

1. Penghantar listrik dan panas yang baik walaupun tidak sebaik tembaga.
2. Mempunyai warna yang stabil seolah-olah tidak berkarat. Hal ini disebabkan aluminium sangat cepat bereaksi dengan oksigen yang terdapat di udara menghasilkan aluminium oksida.
3. Permukaannya tidak perlu di cat karena sudah cukup bagus dan menarik.
4. Tidak bereaksi dengan asam atau bahan kimia lain yang terdapat dalam bahan makanan. Oleh karena itu aluminium banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan alat-alat rumah tangga
5. Paduan 95% aluminium dengan 5% unsur lain seperti Cu, Mg, dan Mn dapat digunakan menggantikan fungsi besi walaupun tidak sekuat besi. Misalnya dalam pembuatan bingkai pintu dan jendela

2.4.2 Aktuator

Untuk menggerakkan *flap* pada rancang bangun ini digunakan aktuator linear 12 volt yang mampu menahan gaya berat hingga mencapai 1000 N untuk setiap aktuator. Rancang Bangun Simulator *Extension* dan *Retraction* pada *Krueger Flap* ini menggunakan 2 buah aktuator linear sehingga dapat menahan gaya berat sebesar 2000 N. Aktuator ini dapat menghasilkan gaya dorong dan gaya tarik 12 mm/sekon.

Aktuator adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Aktuator diaktifkan dengan menggunakan lengan mekanis yang biasanya digerakkan oleh motor listrik, yang dikendalikan oleh media pengontrol otomatis yang terprogram di antaranya mikrokontroler.



Gambar 2.13 Aktuator Linear
(sumber : Dokumen Pribadi)

Aktuator adalah elemen yang mengkonversikan besaran listrik analog menjadi besaran lainnya misalnya kecepatan putaran dan merupakan perangkat elektromagnetik yang menghasilkan daya gerakan sehingga dapat menghasilkan gerakan pada robot.

2.4.3. Power supply

Power supply adalah sebuah peranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk peranti lain, terutama daya listrik. Pada dasarnya *power supply* bukanlah sebuah alat yang menghasilkan energi listrik saja, namun ada beberapa *power supply* yang menghasilkan energi mekanik, dan energi yang lain. Secara garis besar, *power supply* listrik dibagi menjadi dua macam, yaitu *power supply* tak distabilkan dan *power supply* distabilkan.



Gambar 2.14 Power Supply 12V

(sumber: www.circuitspecialists.com/12-volt-2-amp-power-supply.html)

Power supply tak distabilkan merupakan jenis *power supply* yang paling sederhana. Pada *power supply* jenis ini, tegangan maupun arus keluaran dari *power supply* tidak distabilkan, sehingga berubah-ubah sesuai keadaan tegangan masukan dan beban pada keluaran. *Power supply* jenis ini biasanya digunakan pada peranti elektronika sederhana yang tidak sensitif akan perubahan tegangan. *Power supply* jenis ini juga banyak digunakan pada penguat daya tinggi untuk mengkompensasi lonjakan tegangan keluaran pada penguat.

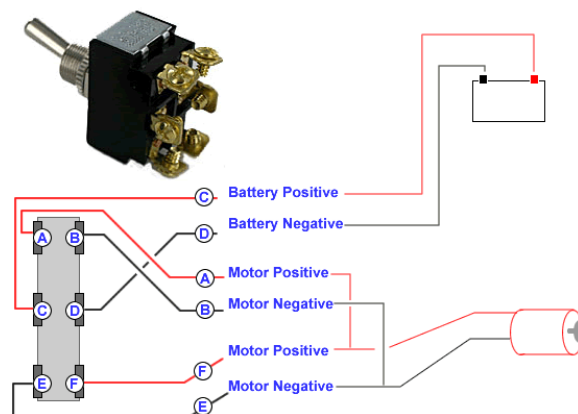
Power supply distabilkan menggunakan suatu mekanisme loloh balik untuk menstabilkan tegangan keluarannya, bebas dari variasi tegangan masukan, beban keluaran, maupun dengung. Ada dua jenis kalang yang digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran, antara lain:

Power supply linier, merupakan jenis *power supply* yang umum digunakan. Cara kerja dari *power supply* ini adalah mengubah tegangan AC menjadi tegangan AC lain yang lebih kecil dengan bantuan *transformator*. Tegangan ini kemudian disearahkan dengan menggunakan rangkaian penyearah tegangan, dan di bagian akhir ditambahkan kondensator sebagai penghalus tegangan sehingga tegangan DC yang dihasilkan oleh *power supply* jenis ini tidak terlalu bergelombang. Selain menggunakan diode sebagai penyearah, rangkaian lain dari jenis ini dapat menggunakan regulator tegangan linier sehingga tegangan yang dihasilkan lebih

baik daripada rangkaian yang menggunakan diode. *Power supply* jenis ini biasanya dapat menghasilkan tegangan DC yang bervariasi antara 0 - 60 Volt dengan arus antara 0 - 10 Ampere.

Power supply sakelar, *power supply* jenis ini menggunakan metode yang berbeda dengan *power supply* linier. Pada jenis ini, tegangan AC yang masuk ke dalam rangkaian langsung disearahkan oleh rangkaian penyearah tanpa menggunakan bantuan transformer. Cara menyearahkan tegangan tersebut adalah dengan menggunakan frekuensi tinggi antara 10 KHz hingga 1 MHz, dimana frekuensi ini jauh lebih tinggi daripada frekuensi AC yang sekitar 50 Hz.

2.4.4. Toggle Switch



Gambar 2.15 Toggle switch wiring diagram

(Sumber : www.quora.com/How-do-you-wire-a-6-pin-toggle-switch)

Toggle switch atau saklar toggel adalah saklar sederhana yang mudah digunakan. Toggle switch banyak digunakan pada peralatan elektronika. Sakelar toggle ini sangat bermanfaat pada perakitan alat, karena dapat membuat tampilan alat menjadi lebih enak dipandang. Ukuran toggle switch yang kecil membuat toggle switch menjadi pilihan yang banyak digunakan pada perakitan alat terutama pada tempat yang relatif kecil.

Toggle switch dioperasikan dengan cara menaikkan atau menurunkan tuas toggle. Fungsi operasional toggle switch pada umumnya memiliki fungsi ON–OFF, yaitu untuk menyalakan dan mematikan suatu alat listrik. Namun, beberapa toggle

switch juga memiliki variasi dengan fungsi ON-OFF-ON, maupun fungsi ON-ON yang dapat digunakan untuk memindahkan daya listrik antara dua alat listrik.

Toggle switch dilengkapi dengan ulir dan mur, sehingga mudah dipasangkan pada panel atau alat elektronika. Bagian belakang toggle switch dilengkapi dengan terminal untuk di koneksikan dengan kabel listrik.

Toggle switch merek TAB, memiliki kualitas yang handal dengan kapasitas arus 15 Ampere pada tegangan AC 250 Volt. TAB toggle switch juga memiliki pilihan terminal 2 kaki dan 4 kaki untuk toggle switch fungsi ON-OFF dan pilihan terminal 3 kaki dan 6 kaki untuk toggle switch fungsi ON-OFF-ON.

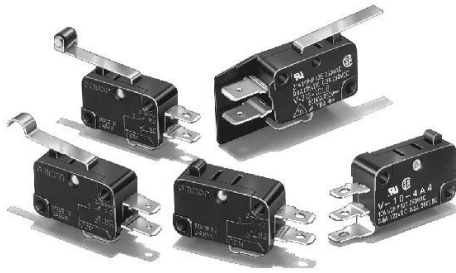
2.4.5 Limit Switch

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja limit switch sama seperti saklar Push ON yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. Limit switch termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari limit switch adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. Simbol limit switch ditunjukkan pada gambar berikut.

Limit switch umumnya digunakan untuk :

- Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain.
- Menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil.
- Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek.

Prinsip kerja limit switch diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. Limit switch memiliki 2 kontak yaitu NO (Normally Open) dan kontak NC (Normally Close) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. Konstruksi dan simbol limit switch dapat dilihat seperti gambar di bawah.



Gambar 2.16 *Limit Switch*

(sumber : <http://guraru.org>)

2.4.6 *Relay 2 channel*

Module Relay 2 channel adalah sebuah saklar magnet, dimana berfungsi untuk memutus atau mengubah satu atau lebih kontak. Relay berisi kumparan elektromagnet dengan inti magnet besi lunak, dimana jika diberi arus maka akan menghasilkan medan magnet . Arus yang digunakan pada rangkaian adalah arus DC , berikut ini gambar relay module 2 channel :



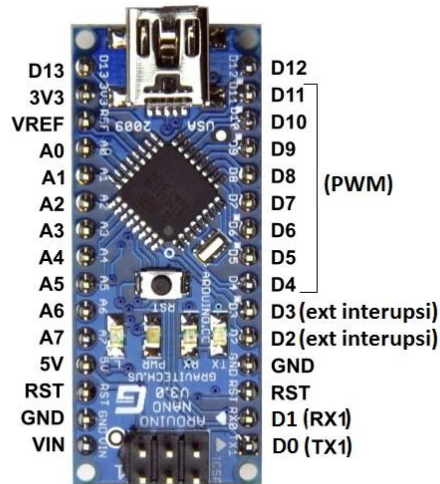
Gambar 2.17 *Relay 2 channel*

(sumber : <http://www.immersa-lab.com>)

2.4.7 *Arduino Nano*

Arduino Nano adalah salah satu varian dari produk board mikrokontroller keluaran Arduino. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroller Atmega 328 untuk Arduino Nano 3.x dan Atmega168 untuk Arduino Nano 2.x. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino Duemilanove, tetapi dengan ukuran dan desain PCB yang berbeda.

Arduino Nano tidak dilengkapi dengan soket catudaya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari mini USB port. Arduino Nano didesain dan diproduksi oleh Gravitech.



Gambar 2.18 Arduino Nano

(sumber : <https://djukarna4arduino.files.wordpress.com>)

2.4.8 Pilot lamp

Pilot lamp adalah sebuah lampu indikator yang menandakan jika *pilot lamp* ini menyala, maka terdapat sebuah aliran listrik masuk pada panel listrik tersebut. *Pilot Lamp* merupakan sebuah bagian penting dari komponen panel listrik. *Pilot lamp* bekerja ketika ada tegangan masuk (Phase - Netral) dengan menyalanya sebuah lampu atau led pada *pilot lamp*.



Gambar 2.19 Pilot lamp

(sumber : www.plcdroid.com)

2.5 Pengertian Perawatan dan Perbaikan

Perawatan mencakup semua kegiatan yang fasilitas dan peralatan untuk bekerja dengan baik sehingga sistem dapat melakukan kerjanya sebagaimana yang diinginkan. Perawatan juga dapat disebut sebagai majamen asset menjaga kondisi peralatan atau komponen dalam kondisi yang optimal.

Perawatan adalah mencoba menghilangkan penyebab – penyebab suatu kerusakan yang ada pada peralatan serta menjaga alat tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Perawatan juga merupakan suatu usaha yang dilakukan secara terus menerus dengan tujuan menjaga daya dari komponen-komponen yang terdapat disuatu alat sehingga dapat diantisipasi atau dicegah agar tidak terjadi kerusakan-kerusakan lainnya.

Perbaikan adalah kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk mengatasi kerusakan-kerusakan yang terjadi dari pada alat dengan cara memperbaiki atau mengganti komponen yang mengalami kerusakan.

Perawatan dan perbaikan diperlukan karena dalam suatu proses perlunya bersekesinambung kerja untuk menjaga mutu dari suatu alat ataupun komponen. Dengan kata lain, perawatan dan perbaikan merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan untuk menjaga kondisi alat dan komponen-komponennya agar tetap dalam kondisi baik dan juga untuk memperpanjang usia pakai.

2.5.1 Tujuan Perawatan dan Perbaikan

- Untuk memperpanjang waktu pengoprasian alat
- Untuk menjaga kemampuan alat
- Untuk menciptakan kondisi yang aman dalam mengoperasikan alat
- Untuk mencegah kerusakan berlanjut pada alat dan komponen
- Untuk menjaga efesiensi biaya penggantian komponen

Terdapat beberapa perbandingan antara perawatan dan perbaikan, seperti pada table berikut :

Tabel 2.1 Perawatan dan Perbaikan

No	Perawatan	Perbaikan
1	Teknik pengerjaan sederhana	Teknik pengerjaan rumit
2	Waktu yang dibutuhkan sedikit	Waktu yang banyak
3	Biaya yang dibutuhkan murah	Biaya yang dibutuhkan mahal
4	Cara kerja sederhana	Cara kerja rumit

(sumber : dibuat penulis)

2.5.2 Jenis Perawatan**a. Perawatan Pencegahan (*Preventive maintenance*)**

Perawatan pencegahan atau *preventive maintenance* adalah bentuk perawatan yang dilakukan secara teratur atau berskala dan berencana mengantisipasi atau mencegah timbulnya penurunan kondisi peralatan. Perawatan dilakukan sebelum terjadinya kerusakan yang dilakukan sebelum terjadinya kerusakan atau suatu kegiatan yang didalamnya terdapat kegiatan pencegahan terjadinya masalah yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen, dan juga menjaga kondisi alat atau mesin agar tetap dalam kondisi normal saat beroperasi. Perawatan pencegahan biasanya dilakukan secara terjadwal dan terencana dengan baik. Contoh perawatan tersebut adalah membersihkan kotoran atau debu yang dapat mengganggu performa alat, mengikat baut-baut yang kendur, melakukan pengecekan terhadap kondisi pelumasan.

b. Perawatan Prediksi (*Predictive maintenance*)

Perawatan prediksi atau *predictive maintenance* merupakan perawatan yang bersifat prediksi dalam hal ini merupakan evaluasi dari perawatan pencegahan. Pendeteksian dapat dilakukan dengan melihat indikator-indikator yang terpasang pada instalasi simulator dan juga dilakukan dengan cara pengecekan visual. Contoh perawatan ini adalah pengecekan kabel-kabel sambungan pada power supply.

c. Perawatan setelah terjadi kerusakan (*Breakdown maintenance*)

Perawatan ini dilakukan jika terjadi kerusakan pada alat dan komponen yang sedang beroperasi sehingga kerusakan yang terjadi harus segera diperbaiki

agar alat atau simulator dapat beroperasi kembali. Contohnya pada simulator ini adalah patahnya tuas pada *toggle switch*.

2.6 Rumus Dasar yang Digunakan

2.6.1 Momen Gaya/Torsi

Torsi adalah gaya pada sumbu putar yang dapat menyebabkan benda bergerak melingkar atau berputar. Torsi atau momen gaya dirumuskan dengan:

$$\tau = r \times F \dots\dots\dots(\text{Lit 8, 2005 152})$$

dimana:

τ = Torsi atau momen gaya (Nm)

r = Lengan gaya (m)

F = Gaya yang diberikan tegak lurus dengan lengan gaya (N)

2.6.2 Titik Berat Benda

Titik berat benda merupakan titik keseimbangan sempurna atau sebuah pusat distribusi berat, pada titik inilah gaya gravitasi bekerja. Titik berat dapat dinyatakan dalam titik koordinat (x,y) adalah luas benda dan dapat ditentukan dengan rumus:

$$x = \frac{\sum x_1 \cdot A_1}{\sum A_1} \quad y = \frac{\sum y_1 \cdot A_1}{\sum A_1} \dots\dots\dots(\text{Lit 22, 2019})$$

dimana A adalah luas benda.

2.6.3 Gaya Berat

Gaya berat merupakan hasil perkalian antara massa benda dan gravitasi yang secara matematis dapat dirumuskan dengan :

$$W = m \times g \dots\dots\dots(\text{Lit 8, 2005})$$

Dimana :

W = Gaya berat

m = Massa benda

g = konstanta gravitasi (9.81 m/s^2)

2.6.4 Kecepatan Motor

Banyaknya putaran per menit dari motor jika diketahui kecepatan dan diameter motor:

$$n = \frac{60 \times v}{\pi \times d} \dots\dots\dots(\text{Lit. 8, 2005:14})$$

dimana:

n = kecepatan putar motor (rpm)

v = kecepatan dari benda akibat putaran motor (m/s)

d = diameter motor (m)

2.6.5 Daya Motor

Daya motor listrik adalah banyaknya energy listrik yang mengalir per satuan waktu, jika diketahui nilai torsi dan kecepatan motor maka rumusnya :

$$P = \frac{T \times n}{9.55} \dots\dots\dots(\text{Lit 9, 2017: 20})$$

Dimana:

P = Daya motor (watt)

T = Torsi motor (Nm)

n = Kecepatan motor (rpm)

Jika diketahui tegangan dan kuat arus maka :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(\text{Lit 10, 2017: 270})$$

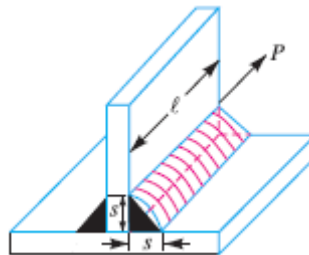
Dimana:

P = Daya listrik (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Kuat arus (Amper)

2.6.6 Tegangan geser maksimum pada T-joint



Gambar 2.20 Tegangan maksimum yang bias ditahan sambungan
(Sumber : Lit 8, 2005 352)

$$\tau_{max} = \frac{P \times 1.414}{2s \times l} \dots\dots\dots(\text{Lit 8, 2005 352})$$

Dimana:

τ_{max} = Permissible shear stress (Pa)

P = Tegangan geser maksimum sambungan yang bias ditahan (Nm)

s = Tebal plat (m)

l = panjang pengelasan (m)

2.6.7 Diameter lubang yang harus dibor menggunakan bolt M

$$D = \sqrt{(D_o^2) - (D_c^2)} \dots\dots\dots(\text{Lit 8, 2005 404})$$

Dimana:

D = Diameter plat yang harus dibor (mm)

D_o = Diameter bolt (mm)

D_c = Minor diameter (mm)