

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

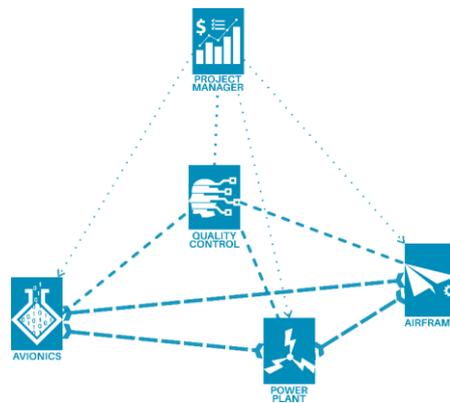
2.1 Arunika Aviation

Arunika Aviation merupakan sekelompok mahasiswa yang berjumlah 8 orang dari jurusan Teknik Elektro, Kelas Kerjasama *Garuda Maintenance Facillities*, Politeknik Negeri Sriwijaya yang memiliki impian untuk ikut berpartisipasi dalam memajukan bangsa Indonesia melalui bidang penerbangan. Arunika Aviation atau yang biasa di singkat Aruvia ini pertama kali dibentuk pada tahun 2018. Aruvia telah banyak mempelajari referensi dari teknologi VTOL yang tengah gemcar di kembangkan di dunia seperti Uber Elevate, Lilium, dan lain lain. Dengan menggunakan gaya dorong yang menggunakan energi terbarukan (elektrik), Aruvia memiliki impian untuk merancang pesawat yang memiliki kapabilitas VTOL yang membuat mobilitas masyarakat meningkat.



Gambar 2.1 Logo Arunika Aviation

Untuk mencapai mimpi tersebut, Aruvia memulai penelitaianya dengan cara melakukan rancangan yang mengacu pada banyak referensi tentang cara mendesain pesawat terbang, bagaimana sistem yang bekerja pada pesawat terbang, komponen komponen yang harus dimiliki pada pesawat terbang, dan lain sebagainya. Maka dari itu, Aruvia membagi kelompok ini menjadi 5 bagian yang lebih berfokus pada bidangnya atau disebut sebagai divisi sehingga dapat memaksimalkan efektifitas kerja dari masing-masing anggota. Spesialisasi anggota tersebut ialah bagian *Project Manager*, *Quality Control*, *Avionic*, *Airframe*, dan *Powerplant*.



Gambar 2.2 Divisi keanggotaan Aruvia

Dengan adanya impian dan inisiasi dari Arunika Aviation, diharapkan dapat memajukan dan memenuhi kebutuhan negara dari segi transportasi udara yang memiliki mobilitas yang tinggi dan ramah lingkungan, dan dengan adanya inisiasi dari Arunika Aviation dapat membuat pemerintah memberi perhatian lebih kearah teknologi *urban air mobility* yang dapat dikembangkan oleh generasi milenial seperti sekarang ini.

2.1.1 Verpoly

Rancangan pertama yang berhasil dirancang oleh Arunika Aviation, diberi nama Verpoly. Verpoly merupakan rancangan pesawat yang dapat melakukan VTOL (*Vertical Take-Off and Landing*) multifungsi yang dapat lepas landas dan mendarat secara vertikal. Verpoly juga dirancang menggunakan modul *autopilot* sehingga hanya perlu mengatur *flight plan* dan pesawat akan terbang sesuai dengan *waypoint* yang diberikan.



Gambar 2.3 Ilustrasi Pesawat Verpoly

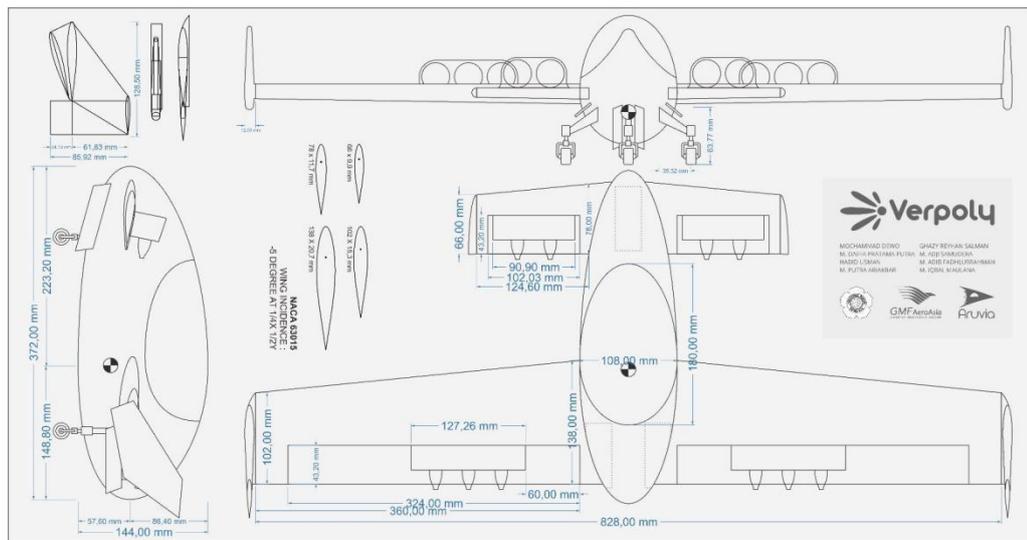
Pada tanggal 13 maret 2020 Verpoly telah meraih pengakuan tingkat internasional melalui *Green Concept Award 2020 incorporated with IKEA Stiftung* diikuti 1463 peserta, 52 negara, dan 6 benua, dengan mendapatkan penghargaan sebagai pemenang pada kategori mobilitas di tingkat mahasiswa di Berlin.



Gambar 2.4 Infografis Pesawat Verpoly

2.1.2 Prototipe Verpoly Skala 1:8,333

Setelah perancangan prototipe pesawat Verpoly dirasa cukup, maka harus di lakukan pengujian, prototipe yang akan dirancang ialah prototipe pesawat Verpoly dengan skala 1:8,333 dari ukuran asli rancangan pesawat ini, dengan menggunakan teknologi yang menyerupai dengan teknologi yang kelak digunakan untuk pesawat dengan ukuran aslinya, diharapkan rancangan ini dapat menjadi parameter dari perancangan yang sudah dilakukan. Prototipe ini tentu saja menggunakan *EDF (Electric Ducted Fan)* berukuran 30mm sebagai penghasil gaya angkat dan juga gaya dorong dari pesawat, dan prototipe ini menggunakan modul *Autopilot Pixhawk4 Flight Controller* sebagai *interface* dan modul *autopilot* agar prototipe dapat terbang secara otomatis sesuai dengan *flight plan*.



Gambar 2.5 Prototipe Verpoly Skala 1:8,333

2.1.3 Massa Komponen Prototipe Pesawat

Pada saat perancangan prototipe pesawat Verpoly telah didapatkan data massa keseluruhan dari seluruh komponen yang berguna untuk perhitungan

Tabel 2.1 Massa Total Prototipe Pesawat Verpoly

| No | Nama Komponen | Banyak | Massa | Jumlah massa |
|----|-----------------|--------|---------|--------------|
| 1 | Pixhawk 6 | 1 | 33 gram | 33 gram |
| 2 | Telemetri Modul | 2 | 16 gram | 32 gram |
| 3 | Antena | 2 | 10 gram | 20 gram |
| 4 | Servo MG 955 | 2 | 55 gram | 110 Gram |
| 5 | Servo RDS135 MG | 1 | 64 gram | 64 gram |
| 6 | PM - 07 | 1 | 62 gram | 62 gram |
| 7 | LG <i>Main</i> | 2 | 19 gram | 38 gram |

| | | | | |
|----|-------------------------|---|----------|----------|
| | | | | |
| 8 | <i>LG Nose</i> | 1 | 30 gram | 30 gram |
| 9 | <i>TF mini LIDAR</i> | 1 | 6 gram | 6 gram |
| 10 | <i>Battery 3500 mAh</i> | 1 | 246 gram | 492 gram |
| 11 | <i>GPS Module</i> | 1 | 33 gram | 33 gram |
| 12 | <i>Pitot Tube</i> | 1 | 13 gram | 13 gram |
| | <i>Module</i> | 1 | | |
| | <i>Hose</i> | 2 | | |
| 13 | <i>ESC</i> | 3 | 4 gram | 12 gram |
| | <i>Airframe</i> | 2 | 254 gram | 508 gram |

| | | | | |
|-------------|----------------------|----|-----------|----------|
| 14 | | | | |
| 15 | <i>Wing Depan</i> | 2 | 35 gram | 70 gram |
| 16 | <i>Wing Belakang</i> | 2 | 50 gram | 100 gram |
| 17 | EDF | 10 | 11,7 gram | 117 gram |
| Massa Total | | | 1740 gram | |

2.2 EDF (*Electric Ducted Fan*)

Electric Ducted Fan adalah propulsi listrik yang terdiri dari saluran, kipas dan motor listrik dengan sumber daya utama berasal dari baterai yang menghasilkan udara kompresi untuk mendorong. EDF ini termasuk jenis *jet engine* seperti yang dijelaskan sebelumnya. EDF digunakan sebagai penggerak alternatif untuk UAV kecepatan tinggi terutama untuk UAV target atau UAV yang dikendalikan. Desainnya sangat sederhana dan tidak perlu perawatan ekstra dibandingkan *jet engine*. Proses desain dari EDF lebih sederhana dari pada *jet engine*, namun itu bisa mendapatkan daya dorong (*thrust*) yang cukup untuk terbang kecepatan tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang EDF sebagai penggerak alternatif untuk UAV kecepatan tinggi dan analisis kinerja

EDF menggunakan pendekatan analitik. Desain EDF menghasilkan EDF dengan diameter inlet dan outlet 70mm, 60mm dan 30 mm. Pada prototipe pesawat Verpoly menggunakan EDF ukuran 30mm seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Electric Ducted Fan 30 mm*

EDF merupakan sistem propulsi yang mekanisme kerjanya termasuk dalam golongan *Turbomachinery* yang mengkonversi energi mekanik dalam bentuk kerja poros yang ditransfer menjadi aliran fluida menggunakan putaran dari *fan*

Pesawat Verpoly yang bertenagakan listrik sebagai sumber utamanya, tentu saja tidak mungkin menggunakan *turbine engine* ataupun *piston engine*. Maka dari itu pesawat Verpoly menggunakan *EDF (Electric Ducted Fan)* sebagai penghasil *thrust* utama.

Terdapat beberapa alasan mengapa prototipe pesawat Verpoly menggunakan EDF sebagai sumber penghasil *thrust* utama. Beberapa keuntungan yang disediakan oleh EDF adalah sebagai berikut :

1. Dengan mengurangi bagian ujung pada *propeller*, udara yang disalurkan lebih efisien dalam menghasilkan gaya dorong daripada *engine* konvensional dengan diameter yang sama, terutama pada kecepatan rendah dan *thrust* statis yang tinggi.
2. Perancang *design* pesawat dapat mengatur kipas untuk memungkinkannya beroperasi lebih efisien pada kecepatan udara yang lebih tinggi daripada *engine* lainnya.
3. EDF memiliki ukuran diameter yang lebih kecil daripada *engine* konvensional, sehingga juga menggunakan peralatan yang lebih kecil. Hal ini dapat menghemat masa dari pesawat.
4. EDF tentu saja memiliki suara yang lebih tenang daripada *jet engine*. EDF mengurangi hal-hal yang dapat menimbulkan kebisingan pada EDF
5. Masing masing EDF dapat diatur kecepatannya dan sudut vektornya sehingga ini dapat digunakan untuk mengubah arah *thrust* dari *engine*, sehingga dapat memungkinkan untuk dilakukannya *VTOL (Vertical Take-off and Landing)* hal ini tidak dapat di terapkan pada *jet engine*. inilah salah satu keunggulan yang diambil pada pesawat *Verpolly*.
6. EDF lebih aman untuk digunakan.

2.3 Jenis Jenis Sensor Yang Digunakan

Tujuan dibuatnya *Test Bench Electric Ducted Fan* prototipe pesawat *Verpolly* adalah untuk mengetahui berapa *thrust*, voltase, arus, kecepatan putaran dan pada persentase tertentu. Maka dari itu digunakan beberapa sensor pada alat ini.

2.3.1 Sensor Tekanan

Pada alat ini untuk mengukur *thrust* pada EDF menggunakan sensor RPS40-ST seperti pada gambar 2.7.



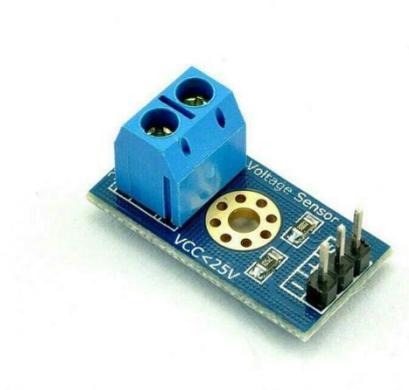
Gambar 2.7 RP-S40-ST Force Sensor

Sensor Gaya adalah sensor resistif yang menunjukkan berbagai resistensi yang merespons gaya yang diterapkan pada area penginderaan. Karena jika gaya yang diberikan pada sensor meningkat, maka resistansi berkurang. Namun untuk sensor yang berzona tunggal, perangkat dua terminal yang pada dasarnya dapat diperlakukan sebagai resistor variabel yang nilainya dikontrol oleh gaya yang diberikan, dan juga saklar yang ambangnya dikendalikan oleh gaya yang diterapkan dan di atur.

Sensor ini terbuat dari film poliester yang kuat. bahan konduktif tinggi dan bahan sensor berukuran nano. Lapisan atas sensor ini terdiri dari area lapisan peka pada film yang fleksibel. Lapisan bawah terdiri dari jejak sirkuit konduktif pada film yang fleksibel. dan dua lapisan di atas disatukan dengan perekat spacer dan area aktif tanpa perekat. ketika area aktif diberikan gaya, sensor lapisan sensitif pada lapisan atas rangkaian sirkuit di bagian bawah, berbagai terminal keluaran resistensi.

2.3.2 Sensor Tegangan

Modul ini didasarkan pada prinsip desain pembagi tegangan resistif, dapat membuat tegangan input konektor terminal merah menjadi 5 kali lebih kecil. Tegangan input analog Arduino hingga 5 v, tegangan input modul deteksi voltase tidak lebih besar dari $5V \times 5 = 25V$ (jika menggunakan sistem 3.3V, tegangan input tidak lebih besar dari $3.3V \times 5 = 16.5V$).



Gambar 2.8 Modul Sensor Tegangan DC

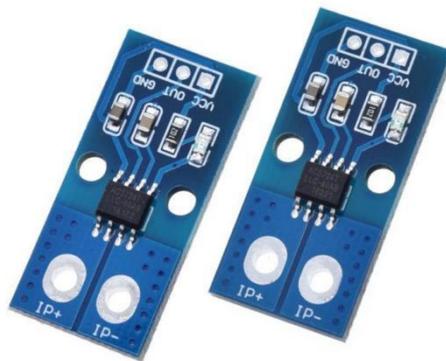
Chip Arduino AVR memiliki 10-bit AD, sehingga modul ini mensimulasikan resolusi 0,00489V ($5V / 1023$), sehingga tegangan minimum modul deteksi tegangan input $0,00489V \times 5 = 0,02445V$.

Berikut adalah spesifikasi dari sensor tegangan yang digunakan

1. Rasio pembagi: 5: 1
2. Toleransi Resistor: 1%
3. Tegangan input maks: 25V
4. Nilai Resistor: 30K / 7,5K Ohm
5. Rentang input tegangan: DC 0-25 V
6. Rentang deteksi tegangan: DC0.02445V - 25V
7. Resolusi analog tegangan: 0,00489 V

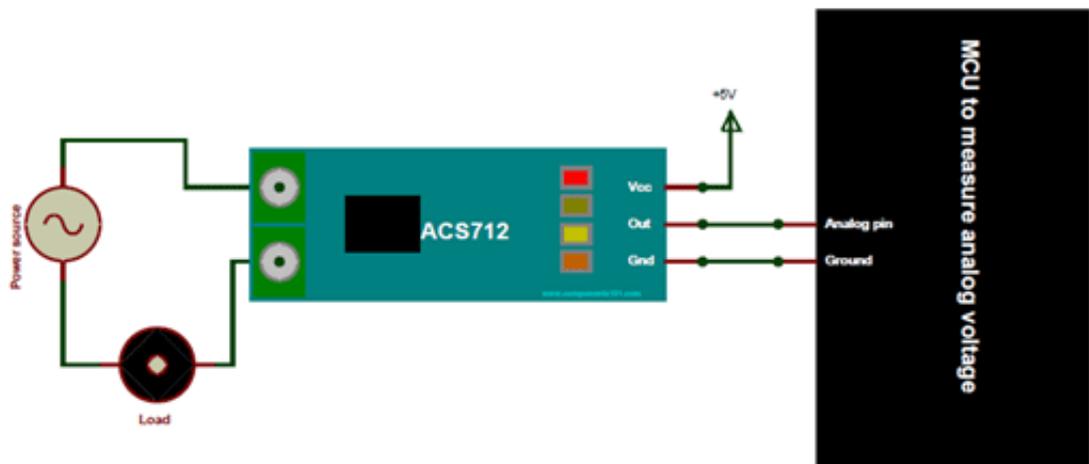
2.3.3 Sensor Arus

Modul ACS712 menggunakan IC ACS712 yang terkenal untuk mengukur arus menggunakan prinsip *Hall Effect*. Modul mendapatkan namanya dari IC (ACS712) yang digunakan dalam modul,



Gambar 2.9 Modul ACS 712

Modul ACS712 ini dapat mengukur arus AC atau DC mulai dari + 5A hingga -5A, + 20A hingga -20A dan + 30A hingga -30A. Kita harus memilih rentang yang tepat untuk *test bench* ini karena harus menukar akurasi untuk modul rentang yang lebih tinggi. Modul ini menghasilkan tegangan Analog (0-5V) berdasarkan arus yang mengalir melalui kabel; oleh karena itu sangat mudah untuk menghubungkan modul ini dengan mikrokontroler.



Gambar 2.10 Diagram Modul ACS 712

Modul ACS712 memiliki dua konektor terminal *phoenix* (yang berwarna hijau) dengan sekrup pemasangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10 di atas. Ini adalah terminal melalui mana kawat harus dilewati. Pastikan modul terhubung secara seri dengan beban dan ekstra hati-hati untuk menghindari hubungan arus pendek.

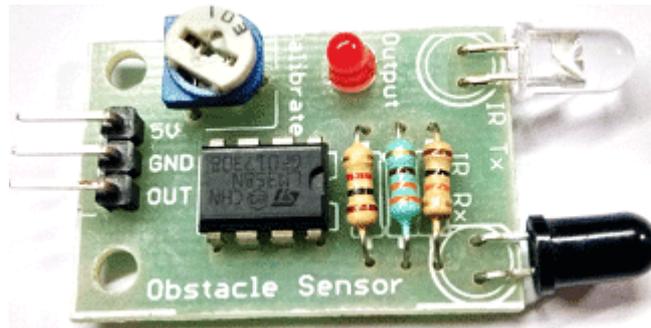
Di sisi lain modul ini memiliki tiga pin. Vcc terhubung ke + 5V untuk memberi daya pada modul dan ground terhubung ke ground dari MCU (sistem). Kemudian tegangan analog yang diberikan oleh modul ACS712 dibaca menggunakan pin analog apa pun pada Mikrokontroler.

Berikut adalah spesifikasi Modul ACS 712 :

1. Dapat mengukur arus AC dan DC
2. Tersedia dalam modul 5A, 20A, dan 30A
3. Lebih mudah di integrasikan dengan MCU, karena menghasilkan tegangan analog.

2.3.4 Sensor IR

Salah satu tujuan dibuatnya *test bench* EDF prototipe pesawat verpoly adalah untuk mengetahui arus, tegangan dan gaya dorong pada rpm tertentu, maka dari itu untuk mengetahui rpm dari EDF digunakanlah sensor IR.



Gambar 2.11 Modul Sensor IR

Seperti yang di lihat pada gambar 2.11 modul sensor IR terutama terdiri dari IR *Transmitter* dan *Receiver*, *Opamp*, *Variable Resistor (Trimmer pot)*, *output LED* secara singkat. LED IR memancarkan cahaya, dalam kisaran frekuensi inframerah. Cahaya IR tidak terlihat oleh manusia karena panjang gelombangnya (700nm - 1mm) jauh lebih tinggi daripada rentang cahaya yang terlihat. LED IR memiliki sudut pancaran cahaya kira-kira. 20-60 derajat. Jarak dari kaki hingga kaki, tergantung pada jenis pemancar IR dan pabrikannya. Beberapa pemancar memiliki jangkauan dalam kilometer. LED IR berwarna putih atau transparan, sehingga dapat memberikan jumlah cahaya maksimal.

Photodiode bertindak sebagai penerima IR sebagai konduktor ketika cahaya jatuh di atasnya. *Photodiode* adalah semikonduktor yang memiliki persimpangan P-N, yang dioperasikan dalam *Reverse Bias*, artinya mulai mengalirkan arus dalam arah terbalik ketika Cahaya jatuh di atasnya, dan jumlah aliran arus sebanding dengan jumlah Cahaya. Properti ini berguna untuk deteksi IR. *Photodiode* terlihat seperti LED, dengan lapisan warna hitam di sisi luarnya, warna hitam menyerap jumlah cahaya tertinggi.

LM358 adalah Penguat Operasional (Op-Amp) yang digunakan sebagai pembanding tegangan pada sensor IR. komparator akan membandingkan tegangan ambang batas menggunakan preset (pin2) dan tegangan resistor seri fotodiode (pin3). Dan variabel resistor yang digunakan di sini adalah preset. Ini digunakan untuk mengkalibrasi rentang jarak di mana objek harus dideteksi.

2.4 ESC *Speed Controller*

Speed Controller digunakan sebagai pengatur dari EDF (*Electric Ducted Fan*) yang di gunakan. Gambar 2.12 merupakan tipe dari ESC yang digunakan yaitu *Hobbywing Skywalker 15A* dengan UBEC yang digunakan untuk RC FPV Quadcopter.



Gambar 2.12 Hobbywing Skywalker 15A

ESC ini memiliki berbagai macam fitur yang di unggulan, beberapa fitur ini adalah alasan mengapa digunakannya ESC tipe ini pada *Test Bench* EDF prototipe pesawat Verpoly, berikut adalah fitur yang di unggulan:

1. Terdapat 4 *Speed Controller* dalam satu unit, yang memungkinkan untuk 1 ESC dapat mengendalikan 4 motor sekaligus. Dan hanya membutuhkan 1 pasang kabel penghubung kepada baterai.
2. ESC jenis ini juga memiliki beberapa fitur perlindungan, yaitu perlindungan pemutus tegangan, perlindungan terhadap *overheat* (panas yang berlebihan) dan perlindungan dari terputusnya sinyal *throttle* (pengatur kecepatan motor)
3. Jangkauan *throttle* (pengatur kecepatan motor) dari masing masing ESC dapat dikalibrasi agar sesuai untuk sistem. Hal ini berarti bahwa ESC mendukung sistem yang menggunakan banyak motor yang kecepatannya berbeda beda.
4. Tiap motor dapat mencapai kecepatan yang berbeda beda, tergantung dari *blade* yang dimiliki, jika motor yang menggunakan 2 *blade* dapat mencapai 21.000 rpm, motor 6 *blade* dapat mencapai 70.000 rpm, dan motor dengan 12 *blade* dapat mencapai 35.000 rpm.

Seperti yang disebutkan sebelumnya, ESC ini memiliki banyak perlindungan. Berikut adalah beberapa kegunaan dari proteksi tersebut: Perlindungan kegagalan pada saat awal digunakan:

1. Jika motor gagal untuk memulai dalam 2 detik dari setelah *throttle* ditingkatkan, ESC akan memotong daya *output*. Dalam keadaan demikian, *throttle* harus dipindahkan ke posisi 0 lagi untuk menghidupkan kembali motor. (Situasi seperti itu terjadi dalam kasus-kasus berikut: Koneksi antara ESC dan motor tidak dapat diandalkan, baling-baling atau motor tersumbat, dan sebagainya.)
2. Ketika suhu ESC lebih tinggi dari 110 derajat Celcius, ESC akan mengurangi daya *output*. Hal ini merupakan perlindungan pada saat terjadi panas yang berlebihan.
3. ESC akan mengurangi daya output jika sinyal *throttle* hilang selama 1 detik, jika kehilangan sinyal berlanjut selama 2 detik akan menyebabkan *output* terputus sepenuhnya.

2.5 Mikrokontroler Atmega 328P

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronika dalam berbagai bidang. *Hardware*nya memiliki *prosesor* Atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan *assembler* yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Bentuk dari pengendali mikro ini juga relatif sederhana, seperti yang ada pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Arduino Uno

Berikut adalah spesifikasi dari Arduino Uno

- Microcontroller ATmega328P
- Operasi dengan daya : 5V
- Input Tegangan (disarankan) : 7-12V
- Input Tegangan (batas) : 6-20V
- Digital I / O Pin : 14 (dimana 6 memberikan output PWM)
- Analog Input Pin : 6
- DC Lancar per I / O Pin : 40 mA
- Saat 3.3V Pin 50 mA DC
- Flash Memory : 32 KB (ATmega328) yang 0,5 KB digunakan oleh bootloader
- SRAM : 2 KB (ATmega328)

- EEPROM : 1 KB (ATmega328)
- Clock Speed : 16 MHz

Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan dalam proses bekerja antara lain :

1. Murah – Papan (perangkat keras) Arduino biasanya dijual relatif murah. Dibandingkan dengan platform mikrokontroler pro lainnya.
2. Dapat digunakan tidak hanya pada Windows, namun juga dapat digunakan pada Linux.
3. Sederhana dan mudah pemrogramannya untuk pemula, dan juga Arduino cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut.
4. Arduino berbasis pada lingkungan pemrograman *Processing*, sehingga jika mahasiswa terbiasa menggunakan *Processing* tentu saja akan mudah menggunakan Arduino.
5. Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai *Open Source*, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.
6. Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328 dan ATMEGA1280 (yang terbaru ATMEGA2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuat perangkat keras Arduino ini, apalagi *bootloader* tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan *breadboard* untuk membuat perangkat Arduino beserta periferal-periferal lain yang dibutuhkan.

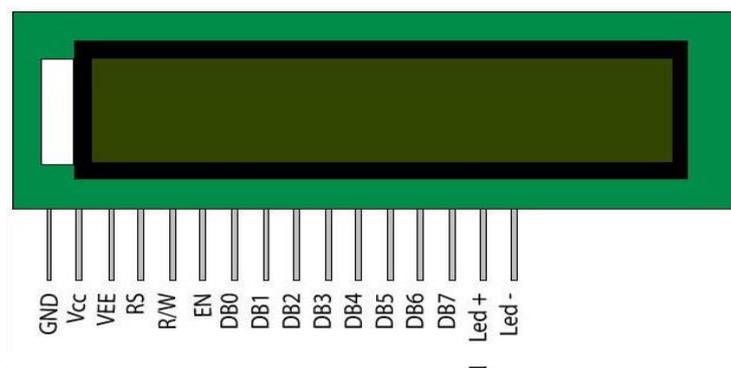
Pada perangkat keras Arduino ini pun memiliki beberapa fitur yang diberikan, berikut adalah fitur fiturnya :

1. Pada perangkat kerasnya Arduino menyediakan soket USB. Soket USB adalah soket kabel USB yang disambungkan kekomputer atau laptop. Yang berfungsi untuk mengirimkan program ke arduino dan juga sebagai port komunikasi serial.
2. *Input/output* digital atau digital pin adalah pin pin untuk menghubungkan arduino dengan komponen atau rangkaian digital. contohnya , jika ingin membuat LED berkedip, LED tersebut bisa dipasang pada salah satu pin input atau output digital dan ground. komponen lain yang menghasilkan output digital atau menerima input digital bisa disambungkan ke pin pin ini. *Input* analog atau analog pin adalah pin pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog. contohnya , potensiometer, sensor suhu, sensor cahaya, dan sebagainya.
3. Pada perangkat ini pun tersedia pin pin catu daya, pin ini adalah pin yang memberikan tegangan untuk komponen atau rangkaian yang dihubungkan dengan arduino. Pada bagian catu daya ini pin *Vin* dan *Reset*. *Vin* digunakan untuk memberikan tegangan langsung kepada arduino tanpa melalui tegangan pada USB atau adaptor, sedangkan *Reset* adalah pin untuk memberikan sinyal reset melalui tombol atau rangkaian eksternal.
4. Soket baterai atau *adaptor* digunakan untuk menyuplai arduino dengan tegangan dari baterai/adaptor 9V pada saat arduino sedang tidak disambungkan kekomputer. Jika arduino sedang disambungkan kekomputer dengan USB, Arduino mendapatkan suplai tegangan dari USB, Jika tidak perlu memasang baterai/adaptor pada saat memprogram arduino.
5. ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM library).

2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media *display* (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Teknologi *Liquid Crystal Display* (LCD) atau Penampil

Kristal Cair sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar Laptop, layar Ponsel, layar Kalkulator, layar Jam Digital, layar Multimeter, Monitor Komputer, Televisi, layar Game portabel, layar Thermometer Digital dan produk-produk elektronik lainnya.



Gambar 2.14 Spesifikasi Pin pada LCD

(Egi Anugrah, 2016)

Dari gambar 2.14 tersebut dapat dilihat bahwa LCD 16×2 mempunyai 16 pin. sedangkan pengkabelanya adalah sebagai berikut :

1. Kaki 1 dan 16 terhubung dengan Ground (GND)
2. Kaki 2 dan 15 terhubung dengan VCC (+5V)
3. Kaki 3 dari LCD 16×2 adalah pin yang digunakan untuk mengatur kontras kecerahan LCD. Jadi kita bisa memasang sebuah trimpot 103 untuk mengatur kecerahannya. Pemasanganya seperti terlihat pada rangkaian tersebut. Karena LCD akan berubah kecerahannya jika tegangan pada pin 3 ini di turunkan atau dinaikan.
4. Pin 4 (RS) dihubungkan dengan pin mikrokontroler
5. Pin 5 (RW) dihubungkan dengan GND
6. Pin 6 (E) dihubungkan dengan pin mikrokontroler
7. Sedangkan pin 11 hingga 14 dihubungkan dengan pin mikrokontroler sebagai jalur datanya.

Teknologi *Display* LCD ini memungkinkan produk-produk elektronik dibuat menjadi jauh lebih tipis jika dibanding dengan teknologi Tabung Sinar Katoda (*Cathode Ray Tube* atau CRT). Jika dibandingkan dengan teknologi CRT, LCD juga jauh lebih hemat dalam mengkonsumsi daya karena LCD bekerja berdasarkan prinsip pemblokiran cahaya sedangkan CRT berdasarkan prinsip pemancaran cahaya. Namun LCD membutuhkan lampu *backlight* (cahaya latar belakang) sebagai cahaya pendukung karena LCD sendiri tidak memancarkan cahaya. Beberapa jenis *backlight* yang umum digunakan untuk LCD diantaranya adalah *backlight* CCFL (*Cold cathode fluorescent lamps*) dan *backlight* LED (*Light-emitting diodes*).

LCD atau Liquid Crystal Display pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *Backlight* (Lampu Latar Belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (Kristal Cair). Seperti yang disebutkan sebelumnya, LCD tidak memancarkan pencahayaan apapun, LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD memerlukan *Backlight* atau Cahaya latar belakang untuk sumber cahayanya. Cahaya *Backlight* tersebut pada umumnya adalah berwarna putih. Sedangkan Kristal Cair (*Liquid Crystal*) sendiri adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif.

Bagian-bagian LCD atau Liquid Crystal Display diantaranya terdiri dari adalah :

1. Lapisan Terpolarisasi 1 (*Polarizing Film 1*)
2. Elektroda Positif (*Positive Electrode*)
3. Lapisan Kristal Cair (*Liquid Cristal Layer*)
4. Elektroda Negatif (*Negative Electrode*)
5. Lapisan Terpolarisasi 2 (*Polarizing film 2*)
6. Backlight atau Cermin (*Backlight or Mirror*)

Seperti pada pelajaran fisika mengenai cahaya putih, prinsip kerja dari LCD menggunakan prinsip ini. Cahaya putih adalah cahaya terdiri dari ratusan cahaya warna yang berbeda. Ratusan warna cahaya tersebut akan terlihat apabila cahaya putih mengalami refleksi atau perubahan arah sinar. Artinya, jika beda sudut refleksi maka berbeda pula warna cahaya yang dihasilkan.

Backlight LCD yang berwarna putih akan memberikan pencahayaan pada Kristal Cair atau *Liquid Crystal*. Kristal cair tersebut akan menyaring *backlight* yang diterimanya dan merefleksikannya sesuai dengan sudut yang diinginkan sehingga menghasilkan warna yang dibutuhkan. Sudut Kristal Cair akan berubah apabila diberikan tegangan dengan nilai tertentu. Karena dengan perubahan sudut dan penyaringan cahaya *backlight* pada kristal cair tersebut, cahaya *backlight* yang sebelumnya adalah berwarna putih dapat berubah menjadi berbagai warna.

Jika ingin menghasilkan warna putih, maka kristal cair akan dibuka selebar-lebarnya sehingga cahaya *backlight* yang berwarna putih dapat ditampilkan sepenuhnya. Sebaliknya, apabila ingin menampilkan warna hitam, maka kristal cair harus ditutup serapat-rapatnya sehingga tidak ada cahaya *backlight* yang dapat menembus. Dan apabila menginginkan warna lainnya, maka diperlukan pengaturan sudut refleksi kristal cair yang bersangkutan.

2.7 Baterai Lipo

Baterai LiPo tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Dengan metode ini baterai LiPo dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai LiPo, terdapat juga kekurangan yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada charging dan discharging rate. Masalah ini sebenarnya bisa diatasi dengan memanaskan baterai sehingga menyebabkan pertukaran ion menjadi lebih cepat, namun metode ini dianggap tidak dapat untuk diaplikasikan pada keadaan sehari-hari. Seandainya

para ilmuwan dapat memecahkan masalah ini maka risiko keamanan pada baterai jenis lithium akan sangat berkurang.



Gambar 2.15 LiPo Baterai 1500mah

Pada *Test Bench* EDF prototipe pesawat Verpoly, menggunakan baterai yang ditampilkan pada gambar 2.15. Baterai ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Kapasitas : 1500mah
2. Tegangan *constant* tiap *Cell* : 3.7V
3. Tegangan maksimal tiap *Cell* : 4.2V
4. Tegangan *constant* total : 11.1V
5. Tegangan maksimal total : 12.6V
6. Dimensi : 136 x 43 x 19 mm

7. Berat : 226 gram
8. *C point discharge* : 25C
9. *C point charge* : 5C
10. Konektor : XT60

2.8 Data Hasil Percobaan Pabrik EDF 30mm

Tabel 2.2 Data hasil percobaan pabrik EDF 30mm

| % | V | I | <i>Thrust</i> |
|----|------|-----|---------------|
| | (V) | (A) | (g) |
| 20 | 11.1 | 1.7 | 44 |
| 30 | 11.1 | 2.5 | 57 |
| 40 | 11.1 | 3.3 | 74 |
| 50 | 11.1 | 4.8 | 104 |

60

11.1

11.2

220
