

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arunika Aviation

Arunika Aviation atau bisa disingkat Aruvia, merupakan sekelompok mahasiswa dari jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya yang memiliki keinginan untuk ikut berpartisipasi memajukan bangsa Indonesia lewat sisi penerbangan. Kelompok ini pertama kali dibentuk pada tahun 2018, dengan melihat banyak referensi dari teknologi VTOL yang ada di dunia seperti Lilium, Uber Elevate, dan lain sebagainya. Dengan menggunakan tenaga dorong secara elektrik, Aruvia berkeinginan merancang pesawat VTOL yang bisa membuat mobilitas masyarakat lebih mudah didapatkan.

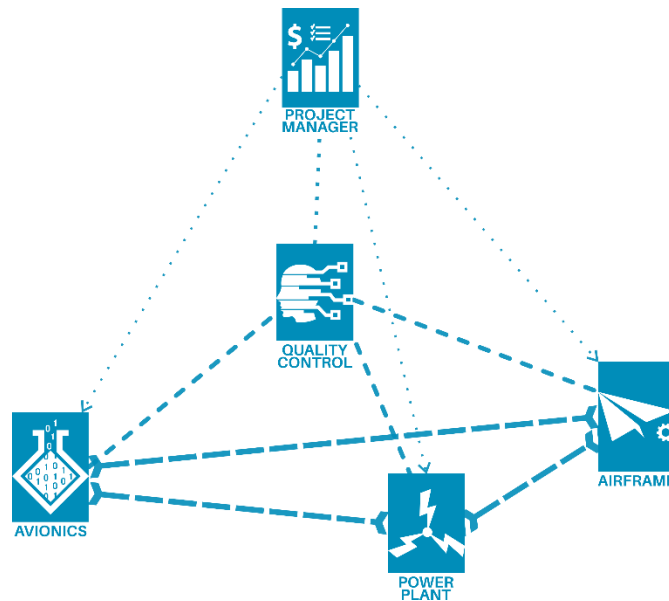


Gambar 2.1 Logo Arunika Aviation

(Aruvia, 2019)

Untuk mencapai keinginan tersebut, Aruvia mulai melakukan rancangan yang mengacu banyak referensi bagaimana cara mendesain pesawat terbang, bagaimana cara kerja sistem pada pesawat terbang, komponen-komponen penting pada pesawat terbang, dan lain sebagainya. Untuk itu, Aruvia membagi kelompok ini menjadi 5 bagian atau divisi sehingga dapat memaksimalkan kontribusi dari masing-masing anggota. Spesialisasi anggota tersebut ialah bagian *Project Manager*, *Quality Control*, *Avionic*, *Airframe*, dan *Powerplant*.

Dengan adanya harapan dan inisiasi dari kelompok ini, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan negara dari segi transportasi yang memiliki mobilitas yang tinggi dan bebas polusi, dan dengan adanya inisiasi dari kelompok ini dapat membuat pemerintah memberi perhatian kearah teknologi *urban air mobility* yang dapat dikembangkan oleh generasi milenial seperti sekarang ini.



Gambar 2.2 Divisi keanggotaan Aruvia

2.1.1 Verpoly

Rancangan pertama yang berhasil dirancang oleh Aruvia, kami namakan Verpoly. Verpoly merupakan rancangan pesawat VTOL multifungsi yang dapat lepas landas dan mendarat secara vertikal. Pesawat ini 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

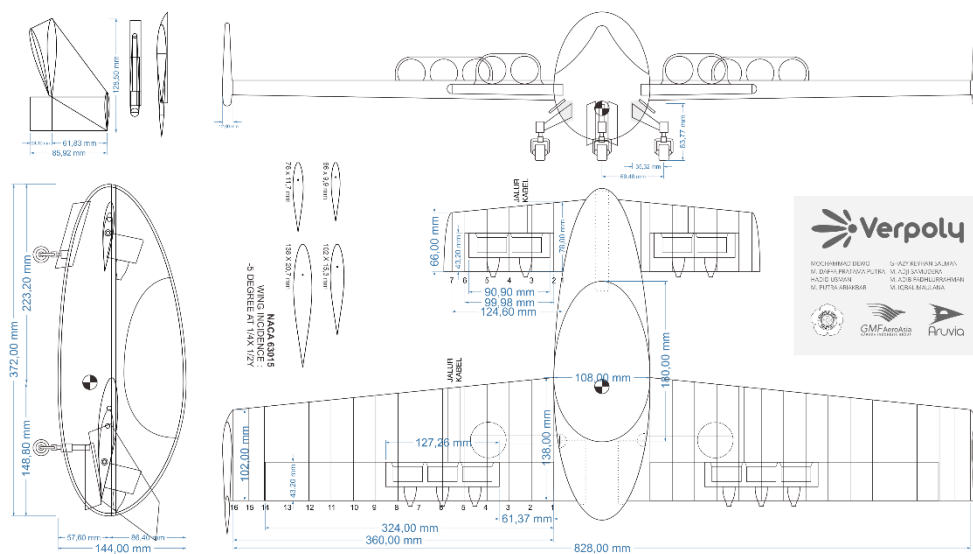
Verpoly telah meraih pengakuan internasional melalui *Green Concept Award 2020 incorporated with IKEA Stiftung* diikuti 1463 peserta, 52 negara, dan 6 benua, dengan mendapatkan penghargaan sebagai pemenang pada kategori mobilitas di tingkat mahasiswa di Berlin, 13 maret 2020.



Gambar 2.4 Infografis Pesawat Verpoly
(Aruvia, 2019)

2.1.2 Prototipe Verpoly Skala 1:8,333

Sebagai bentuk pengujian dari perancangan pesawat Verpoly, maka prototipe yang akan dirancang ialah prototipe pesawat Verpoly dengan skala 1:8,333 dari ukuran asli rancangan pesawat ini, dengan menggunakan teknologi yang hampir sama dengan ukurannya, diharapkan rancangan ini dapat menjadi parameter dari perancangan yang sudah dilakukan dan bisa dilihat pada **Gambar 2.5**. Prototipe ini menggunakan *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

(Aruvia, 2020)

2.2 Mesin Pesawat Terbang

Sebuah **mesin pesawat terbang** adalah komponen dari sistem propulsi untuk pesawat terbang yang menghasilkan tenaga mekanik.

Mesin pesawat terbang hampir selalu mesin piston ringan atau turbin gas.

Untuk bergerak ke depan (baik di darat maupun di udara), pesawat memerlukan daya dorong yang di hasilkan oleh tenaga penggerak atau yang biasa di sebut dengan mesin (engine). Daya dorong yang nantinya di hasilkan oleh engine ini biasa di sebut dengan thrust.

Terdapat beberapa jenis engine dari pesawat, diantaranya:

- Turbojet Engine
- Turboprop Engine
- Turbofan Engine
- Turboshift Engine

2.2.1 Turbojet Engine

Turbojet adalah mesin jet yang paling awal, mesin ini banyak diaplikasikan pada pesawat tempur karena mampu menghasilkan kecepatan lebih dari mach 1 atau diatas kecepatan suara walaupun sebagian kecil mesin jet generasi awal belum mampu mencapai mach satu tetapi di era sekarang mesin jet sudah mampu menghasilkan kecepatan melebihi kecepatan suara. Contoh pesawat yang menggunakan mesin turbojet adalah Northrop F-5 yang dimiliki TNI Angkatan Udara yang dapat dilihat pada **Gambar 2.6** . Pabrik pembuatnya antara lain Roll Royce, General electric, dan lain-lain.



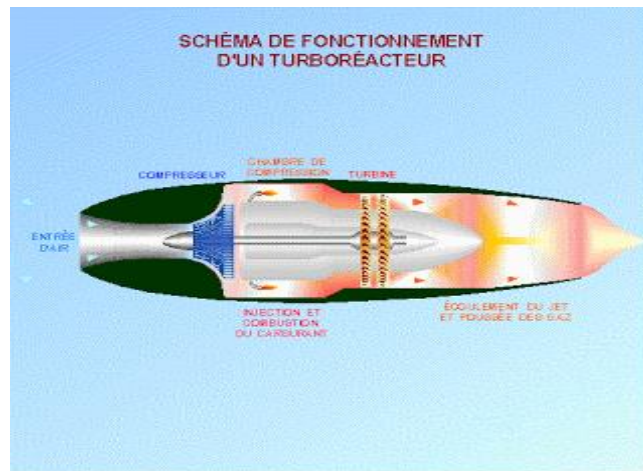
Gambar 2.6 Northrop F-5 Turbojet

Perkembangan mesin jet dimulai pada tahun 1930an oleh seorang insinyur dari Inggris yang bernama Frank Whittle yang harus bekerja di gedung tua milik Angkatan Udara Inggris yang bermarkas di Farnborough, Hampshire. Penggunaan mesin jet pertamanya WU1 pada tahun 1937. Di Jerman Hans von Ohain dan Ernst Heinkel merancang mesin jet yang sama dan digunakan pada tahun 1939 untuk pesawat Heinkel He178. Pada tahun 1950 dimulailah penerbangan pesawat jet komersial. Orang bisa melakukan perjalanan dengan lebih cepat, perjalanan dari London sampai Sidney dapat ditempuh kurang dari dua hari. Termasuk cepat untuk ukuran waktu itu. Perbaikan kualitas terus dilakukan dilakukan terus dilakukan oleh pabrikan selain kapasitas produksinya ditambah akibat meningkatnya permintaan pasar akan pesawat terbang komersial. Pesawat jet komersial yang paling terkenal adalah Boeing 747, yang memulai penerbangannya tahun 1970. Keberadaan pesawat produksi Boeing mendapat saingan berat dari Airbus, pabrikan pesawat konsorsium negara-negara Eropa. Produksi pesawat berbadan lebar yang terbaru dari Boeing adalah 787 Dream Liner, sedangkan Airbus meluncurkan A380.

2.2.1.1 Prinsip Kerja Turbojet

Dari gambar bagian-bagian mesin turbo jet di atas, prinsip kerja dari mesin turbo jet adalah sebagai berikut dan dapat dilihat pada **Gambar 2.7** :

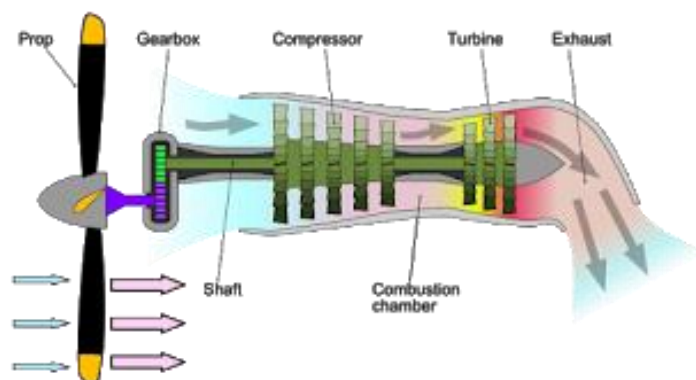
- Udara segar masuk melalui saluran udara (air inlet).
- Udara yang masuk kemudian dikompresi (ditekan) saat melewati sirip kompresi (sirip yang bergerak/compressor blade) dan sirip diam (stator blade). Udara bertekanan tinggi ini dicampur dengan bahan bakar sehingga terjadi ledakan di ruang bakar yang menghasilkan daya dorong ke depan melalui daun turbin (turbines blades) yang letaknya di belakang ruang bakar (combustor).



Gambar 2.7 Prinsip Kerja Turbojet

2.2.2 Turboprop Engine

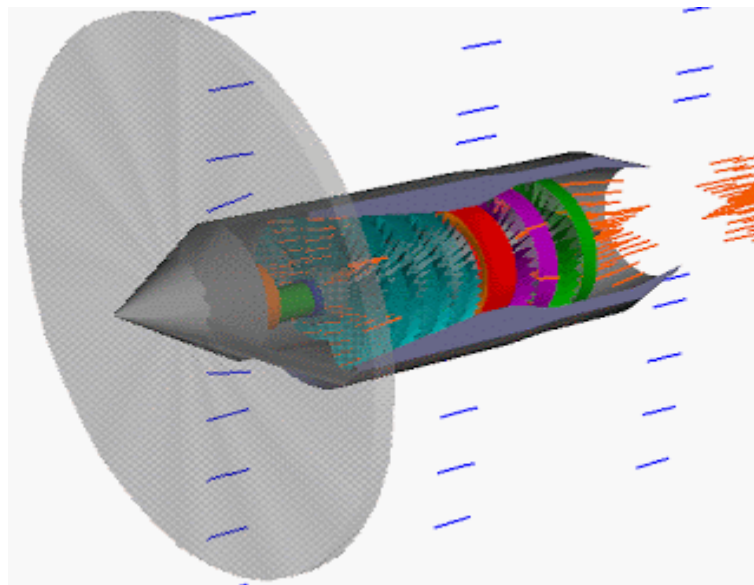
Turboprop adalah turunan dari mesin turbojet bedanya pada turboprop di depannya diberi baling-baling (propeller) seperti **Gambar 2.8**. Kelebihan mesin ini adalah efisiensi tenaga yang dihasilkan cukup tinggi dan pesawat yang menggunakan turboprop tidak membutuhkan landasan yang panjang untuk tinggal landas. Tenaga yang dihasilkan dari mesin turboprop adalah 85 % dari propellernya dan 15 % dari gas panas yang dibuang ke exhaust. Pesawat yang menggunakan turboprop adalah Hercules C-130, Airbus A-400 Military, N-250, Antonov An-140, dan lain-lain. Pabrik pembuat mesin turboprop adalah Pratt & Whitney Canada, General electric, Roll Royce, dan sebagainya.



Gambar 2.8 Ilustrasi Turboprop Engine

2.2.2.1 Prinsip Kerja Turboprop

Dalam bentuk yang paling sederhana turboprop terdiri dari intake, kompresor, ruang bakar, turbin, dan mendorong nozzle. Udara ditarik ke dalam intake dan dikompresi oleh kompresor. Bahan bakar ini kemudian ditambahkan ke udara dikompresi dalam ruang bakar, di mana campuran bahan bakar-udara kemudian combusts. Pembakaran gas panas memperluas melalui turbin. Beberapa kekuatan yang dihasilkan oleh turbin digunakan untuk menggerakkan kompresor. Sisanya ditularkan melalui pengurangan gearing untuk baling-baling. perluasan lebih lanjut dari gas terjadi di nozel mendorong, di mana gas buang dengan tekanan atmosfer. Nozel mendorong menyediakan proporsi yang relatif kecil dari dorongan yang dihasilkan oleh sebuah turboprop. Ilustrasi dapat dilihat pada **Gambar 2.9**

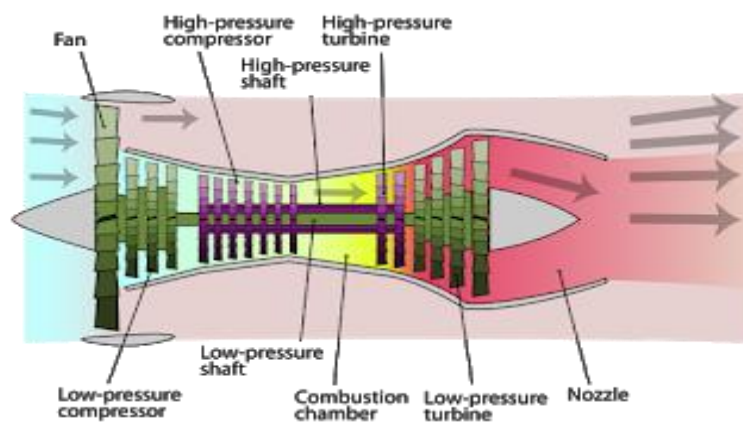


Gambar 2.9 Prinsip Kerja Turboprop Engine

2.2.3 Turbofan Engine

Turbofan adalah turunan mesin turbojet, komponennya sama dengan mesin turbojet tetapi yang membedakan adalah mesin turbofan ditambahkan fan (kipas) di depan inletnya. Kelebihan mesin jenis ini adalah lebih efisien dari segi tenaga yang dihasilkannya karena gaya dorong/thrust yang dihasilkan bukan hanya dari pembakaran tetapi juga thrust dingin (cold thrust) dari fan yang dibypass padaengine atau dengan kata lain udara bypass/cold air adalah udara

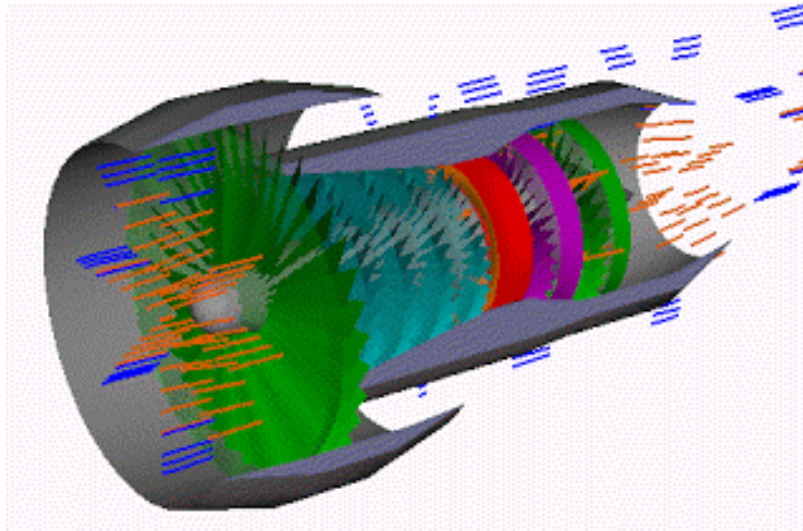
yang tidak ikut terbakar dalam ruang pembakaran. Pesawat yang memakai mesin ini rata-rata adalah pesawat penumpang seperti Boeing 737, 747, Airbus A-320 dan lain-lain. Untuk pesawat tempur adalah Sukhoi Su-27, F-22 Raptor, F-16 dan lain-lain tetapi engine turbofan untuk pesawat tempur memiliki bypass ratio yang lebih kecil daripada engine turbofan yang digunakan untuk pesawat penumpang. Pabrik pembuatnya antara lain Roll Royce, General electric, CFM, Lyulka Saturn, dan lain-lain. Ilustrasi bisa dilihat pada Gambar 2.10 .



Gambar 2.10 Ilustrasi Turbofan Engine

2.2.3.1 Prinsip Kerja Turbofan

Airflow (udara) masuk kedalam blade (low pressure compressor) atau kita sebut LPC dan dikompres kembali oleh blade yang lebih kecil ukurannya (high pressure compressor) atau kita sebut HPC, masuk ke ruang pembakaran (combustion chamber) dan diberi ignition sampai suhu atau temperatur tinggi baru lah disemprot oleh fuel. Karena terjadi pembakaran maka berubahlah energi kimia menjadi energi dorong. Energi dorong yang dihasilkan ini mendorong high pressure turbin (HPT) yang terhubung langsung dengan HPC sehingga HPC dapat berputar kembali. Energi dorong tersebut juga mendorong low pressure turbin (LPT) yang terhubung langsung dengan LPC. Dan sisa nya merupakan tenaga dorong pesawat. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.11.

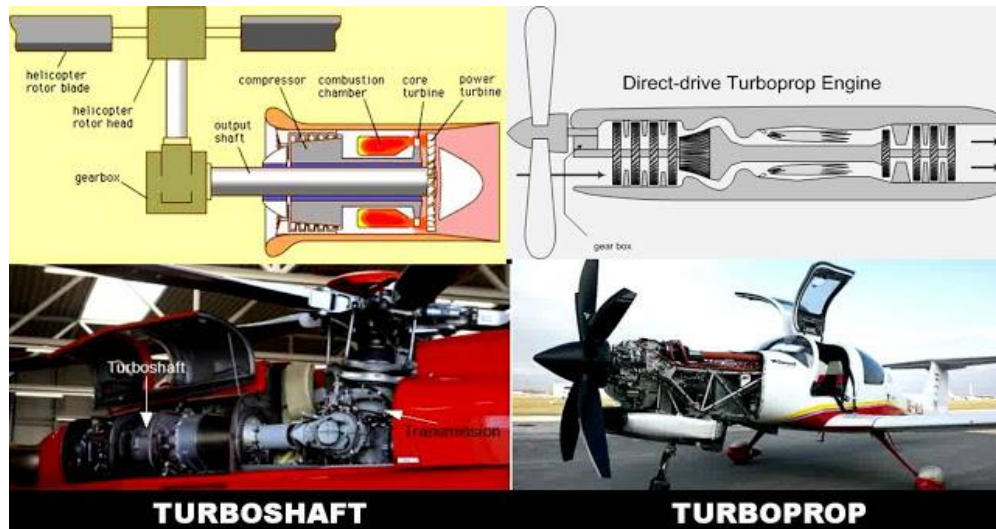


Gambar 2.11 Prinsip Kerja Turbofan Engine

2.2.4 Turboshift Engine

Turboshift adalah mesin turbojet yang ditambahkan shaft. Shaft dalam bahasa Inggris artinya sumbu, tapi shaft pada mesin artinya material poros/material sumbu yang digunakan sebagai penghubung, bisa ke propeller, ke mesin pabrik, dan lain-lain. Untuk lebih paham gambarnya bisa lihat pada gambar. Turboshift banyak digunakan pada berbagai macam fungsi. Orang penerbangan menggunakan turboshift untuk mesin helikopter, teman-teman kita di perminyakan menggunakan turboshift untuk pompa minyak, teman kita di perkapalan menggunakan turboshift untuk hovercraft dan mesin kapal laut yang menggunakan mesin gas turbin. Tetapi di sini kita akan membahas turboshift untuk penerbangan khususnya helikopter yang menggunakan mesin turboshift, bukan helikopter bermesin piston. Turboshift dan turboprop masih bersaudara, mereka memiliki persamaan dan juga perbedaan. Daya yang dihasilkan kedua mesin tersebut sama-sama dinyatakan dalam satuan tenaga kuda (Horse Power), kalau turboshift namanya satuan dayanya SHP (Shaft Horse Power), berbeda dengan mesin yang lain yaitu turbojet dan turbofan yang menggunakan besaran thrust dengan satuan newton. Mesin turboprop kan turbojet + propeller (baling-baling) dan Turboshift pada helikopter sama-sama pakai baling-baling, lalu apa perbedaannya antara turboprop dengan turboshift? Kenapa mesin pesawat hercules disebut turboprop sedangkan mesin helikopter Kamov-52

disebut turboshaft padahal sama-sama pakai baling-baling. Kita lihat gambar dibawah ini :



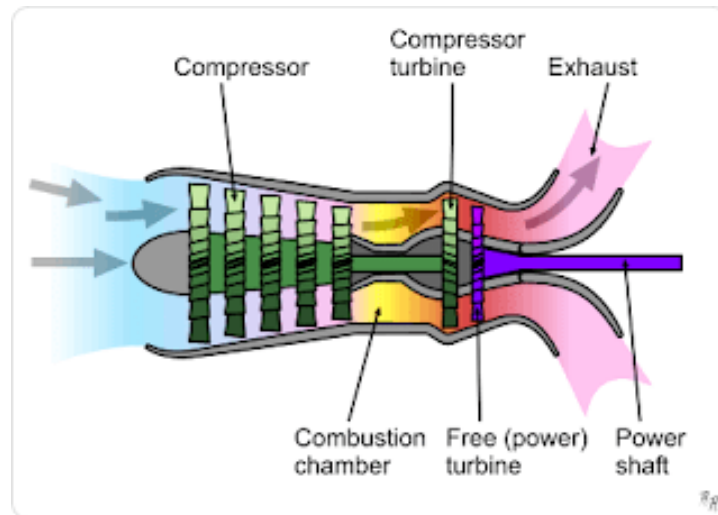
Gambar 2.12 Ilustrasi Perbedaan Turboshaft dan Turboprop

Simplenya, Turboprop baling-balingnya terletak di depan mesin, kalau turboshaft ada yang di depan dan ada juga yang shaft atau material porosnya terletak dibelakang mesin tergantung kegunaannya. Turboprop didesain untuk langsung dihubungkan dengan propeller (baling-baling), kalau turboshaft tidak langsung dihubungkan dengan baling-baling. Kalau di helikopter letak baling-balingnya di atas karena shaft mesinnya di hubungkan dengan connecting perpendicular shaft (batang penghubung yang tegak lurus) atau kalau orang maintenance menyebutnya transmisi, jadi shaft yang lurus kebelakang/kedepan disambungkan dengan shaft tegak lurus yang mengarah keatas untuk menggerakkan baling-baling helikopter. Kesimpulannya turboprop langsung dihubungkan dengan baling-baling (propeller), kalau turboshaft tidak langsung dihubungkan dengan baling-baling.

2.2.4.1 Prinsip Kerja Turboshaft

Prinsip kerja dari turboshaft engine juga hampir sama dengan turbojet engine. Engine ini di gunakan pada helikopter. Pada turboshaft engine, terdapat shaft yang terhubung dengan turbin. Shaft ini menghubungkan ke main rotor atau

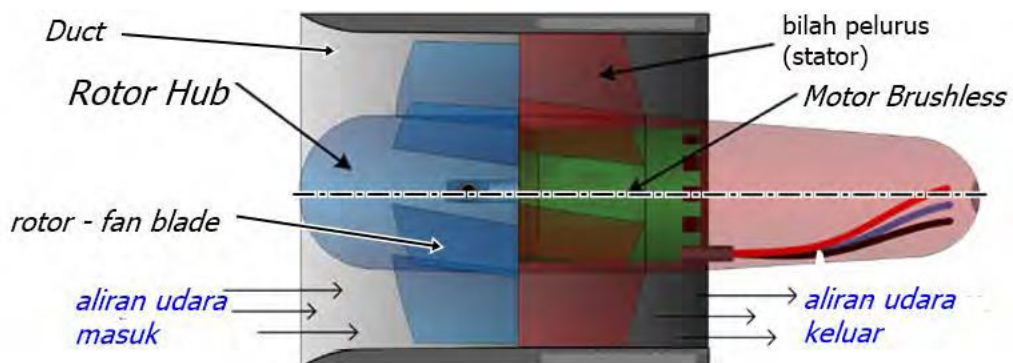
baling-baling pada helikopter. Rotor pada helikopter mempunyai penampang berbentuk airfoil. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja Turboprop

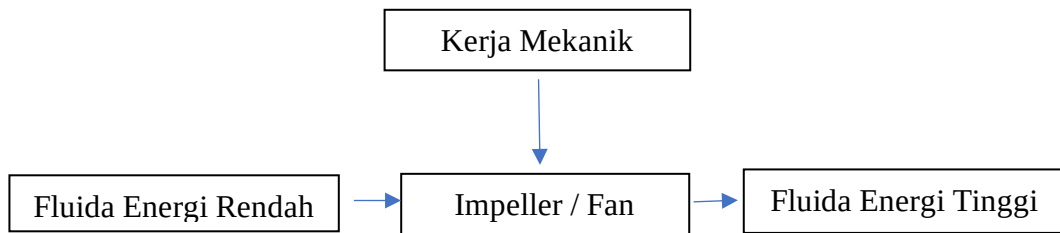
2.3 Electric Ducted Fan

EDF adalah jenis konfigurasi sistem propulsi berupa motor listrik memutar *fan* yang bekerja dengan prinsip cakram aktuator yang dipasang didalam sebuah saluran/*duct* silinder sebagaimana terlihat pada Gambar 2.14. Adanya saluran atau *duct* pada sistem *fan* dapat mengurangi *thrust losses* akibat kebocoran tekanan pada *fan blade tip*. Dibandingkan dengan konfigurasi propulsi *propeller*, EDF beroperasi pada kecepatan putar yang lebih tinggi.



Gambar 2.14 Ilustrasi Electric Ducted Fan

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*.



Gambar 2.15 Skema Prinsip Kerja EDF

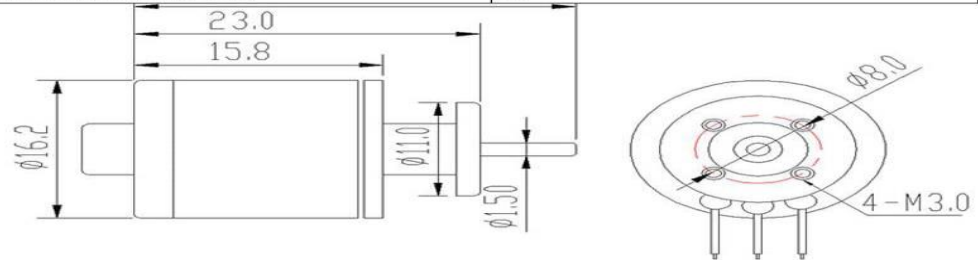
Dengan kata lain, EDF dalam *Turbomachinery* dikategorikan sebagai *Power Adsorbing Turbomachinery* yang membutuhkan daya untuk memutar *fan* untuk memperbesar energi kinetik pada aliran fluida setelah keluar dari EDF. Disini saya menggunakan EDF dengan merk QX-Motor 30mm QF1611, dengan konfigurasi 6 blade dan bisa berputar pada kecepatan 7000KV 11.2A Thrust maksimal yang bisa dihasilkan adalah 220g, di bawah ini adalah gambar spesifikasi dari EDF di atas.

Test Information

Item No.	Prop	Volts (v)	Amps (A)	Watts (W)	Thrust (g)	Thrust (OZ)	Efficiency (g/W)	Efficiency (OZ/W)	Thrott (E)
QF1611-7000KV	30 Fan	11.1	1.7	18.87	44	1.55	2.33	0.08	50%
	30 Fan	11.1	2.5	27.75	57	2.01	2.05	0.07	60%
	30 Fan	11.1	3.3	36.63	74	2.61	2.02	0.07	70%
	30 Fan	11.1	4.8	53.28	104	3.67	1.95	0.07	80%
	30 Fan	11.1	11.2	124.32	220	7.76	1.77	0.06	100%
QF1611-14000KV	30 Fan	7.4	19.3	142.82	215	7.58	1.51	0.05	100%

Motor Specification

Model	QF1611(1311)
RPM	7000KV
Configu-Ration	9N6P
Shaft Diameter	13mm
Stator Length	11mm
Motor Dimension (Diadl)	16x25
Weight	19.5g
Idle Current @ 10.0v	0.5A
No.f cells	2s Lipo
Max Continuous Power / 10s	120w
Max Continuous Current / 1 Min	12A



Gambar 2.16 Spesifikasi EDF 30mm

2.4 Autopilot Pixhawk4 Flight Controller

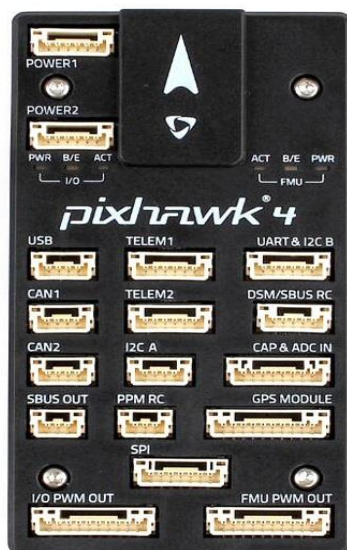
Pixhawk4 *Flight Controller* merupakan modul *autopilot* yang memiliki fitur yang sangat canggih, fitur fitur yang ada di Ardupilot, disempurnakan kembali oleh Pixhawk4 *Flight Controller* ini, dengan fitur *autopilot* pada modul ini, semua orang dapat menerbangkan pesawat ciptaannya hanya dengan mengatur atau menyetel *flight plan* pada saat pesawat akan diterbangkan, dapat dilihat pada Gambar2.17.

Beberapa keuntungan yang disediakan oleh Pixhawk4 *Flight Controller* adalah sebagai berikut:

- Bentuk dan desain terbaru yang kecil dengan teknologi yang mumpuni sehingga pas untuk banyak jenis *aeromodeling*.
- Lebih handal mengolah data dan peningkatan ram dari versi sebelumnya.
- Sensor sensor baru yang memiliki keseimbangan temperatur yang tinggi.
- Isolasi getaran yang terintegrasi.

- Peningkatan kemudahan penggunaan, pra *install* dengan *firmware* Pixhawk4 terbaru.
- Port tambahan untuk integrase yang lebih baik dan terekspansi.

Pixhawk4 *Flight Controller* memiliki fitur teknologi prosesor canggih terbaru dari STMicroelectronics®, sensor teknologi dari Bosch® dan InvenSense®, dan sistem operasi real-time NuttX, menghasilkan kinerja luar biasa, fleksibilitas, dan keandalan untuk mengendalikan kendaraan secara otomatis. Mikrokontroler Pixhawk4 sekarang memiliki 2 MB memori Flash dan RAM 512 KB. Dengan peningkatan daya dan pengembangan daya RAM sehingga dapat lebih produktif dan efisien dengan pekerjaan pengembangan mereka. Algoritma dan model yang lebih kompleks dapat diimplementasikan ke *autopilot*. Kinerja yang tinggi, kebisingan IMU yang rendah pada *board* dirancang untuk aplikasi stabilisasi. Sinyal data dari semua sensor diarahkan untuk memisahkan pin penangkap interupsi dan timer pada autopilot, memungkinkan cap waktu yang tepat dari data sensor. Getaran yang baru dirancang isolasi memungkinkan pembacaan yang lebih akurat, memungkinkan kendaraan untuk mencapai kinerja penerbangan yang lebih baik.



Gambar 2.17 Pixhawk4 *Flight Controller*

(Pixhawk Datasheet, 2018)

A. Spesifikasi Teknis Pixhawk4

- FMU Prosesor utama: STM32F765
 - 32 Bit Arm ® Cortex®-M7, 216MHz, 2MB penyimpanan, 512KB RAM
- IO Prosesor: STM32F100
 - 32 Bit Arm ® Cortex®-M3, 24MHz, 8KB SRAM
- Sensor yang tersedia
 - Accel/Gyro: ICM-20689
 - Accel/Gyro: BMI055
 - Mag: IST8310
 - Barometer: MS5611
- GPS: Ublox Neo-M8N GPS/GLONASS *receiver*; terintegrasi dengan magnetometer IST8310

B. Interfaces Pixhawk 4

- 8-16 keluaran PWM *servo* (8 dari IO, 8 dari FMU)
- 3 PWM khusus pada FMU
- Input R/C untuk CPPM
- Input R/C untuk Spektrum / DSM dan S.Bus
- Dengan analog / PWM RSSI *input*
- Keluaran untuk S.Bus servo
- 5 port serial kebutuhan general
 - 2 kontrol aliran penuh
 - 1 pembatas arus terpisah 1.5A
- 3 port I2C
- 4 SPI *buses*
 - 1 *internal high speed SPI sensor bus* dengan 4 pemilih chip dan 6 DRDYs
 - 1 *internal low noise SPI bus*

- Barometer dengan 2 chip selects, no DRDYs
- 1 *internal SPI bus* untuk FRAM
- *Supports* untuk kalibrasi SPI EEPROM pada modul sensor
- 1 *SPI buses* eksternal
- 2 CANBuses untuk dual CAN dengan serial E
 - Masing-masing CANBus memiliki kontrol individu atau kontrol ESC RX-MUX
- Input analog tegangan/arus dari 2 baterai
- 2 tambahan input analog

C. Data Elektrikal Pixhawk4

- Keluaran modul daya: 4.9~5.5V
- Tegangan input maksimal: 6V
- *Sensing* Arus Maksimal: 120A
- Input power untuk USB: 4.75~5.25V
- Inputan untuk Servo: 0~36V

Pada Pixhawk4 *Flight Controller* ini, terdapat *Power Management Board* yang merupakan *board* terpisah yang terdiri dari banyak port untuk mengontrol *motor* dan juga *servo*. Pada modul Pixhawk4 sendiri terdapat port I/O PWM OUT dan FMU PWM OUT, sedangkan pada *Power Management Board* terdapat port I/O PWM IN dan FMU PWM IN yang dimana port ini akan dihubungkan untuk memberikan sinyal perintah kepada *motor* dan *servo* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Koneksi antara Pixhawk4 dan PMB

Kegunaan	Koneksi antara port Pixhawk4 -> PMB
MAIN : Motor	I/O PWM OUT -> I/O PWM IN
MAIN : Servo	I/O PWM OUT -> FMU PWM IN
AUX : Motor	FMU PWM OUT -> I/O PWM IN
AUX : Servo	FMU PWM OUT -> FMU PWM IN

Dari table 2.1 diatas, dapat disimpulkan bahwa untuk menggerakan servo, port yang digunakan pada *Power Management Board* adalah port FMU PWM IN saja, yang berbeda adalah output keluaran dari port tersebut, digunakan sebagai main servo atau aux servo, sedangkan untuk motor, port yang digunakan pada *Power Management Board* adalah port I/O PWM IN, yang dapat diperuntukkan sebagai main motor ataupun aux motor.

2.5 Baterai

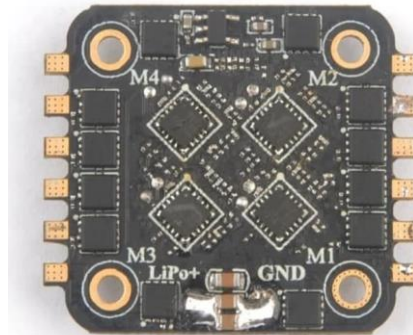
Baterai berfungsi sebagai penyimpan energi listrik yang dapat digunakan pada perangkat elektronik, pada perancangan ini, baterai berfungsi memberikan *power* atau daya ke modul Pixhawk4, *Power Management Board*, dan UBEC, setelah melalui komponen diatas, maka semua sistem akan aktif.

2.6 ESC (*Electronic Speed Controller*)

ESC singkatan dari *Electronic Speed Controller*. Ini adalah motor controller elektronik yang mengontrol kecepatan, arah dan mungkin pengereman motor. Istilah ini biasanya digunakan dalam dunia radio control (RC), tetapi juga dapat muncul ketika membahas Brushless DC (BLDC) motor controller. ESC ini akan di control oleh module Pixhawk4 melalui Power management board yang difungsikan untuk memutar EDF. ESC yang digunakan merupakan ESC 4in1 yang berarti bisa menggerakan 4 motor sekaligus dengan hanya menggunakan 1 ESC. Di bawah ini merupakan table spesifikasi dari ESC yang digunakan dan gambar visual dari ESC.

Tabel 2.2 Spesifikasi ESC 4in1 BS415 15A

ESC 4in1 BS415 15A	
Size	27mm X 31mm
Weight	3.5g
Input Volatge	2-4s LiPo/ 2-4HV LiPo
Con.Current	15A X 4
Peak Current	20A
Firmware	BLHELI_S
Processor	SILABS EFM8BB21F16G



Gambar 2.18 Electronic Speed Controller 4in1

2.7 Motor Servo

Motor 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. 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.

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Width Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Pada penelitian

kali ini akan menggunakan jenis Servo MG995 dan RDS3115 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi motor servo MG995 (Datasheet MG995 TowerPro)

Dimensi	40.7 x 19.7 x 42.9 (mm)
Berat	55 gram
<i>Stall Torque</i>	10kg/cm pada 4.8V 13kg/cm pada 6V
Kecepatan Operasi	0.2 s/60° (4.8 V), 0.16 s/60° (6 V)
Tegangan Kerja	4.8-7.2 Volt
<i>Dead Band Width</i>	5 μ s
Suhu Kerja	0 °C hingga 55 °C
Tipe Gear	Metal

Tabel 2.4 Spesifikasi Motor Servo RDS3115 (Digiware, 2016)

Dimensi	40 x 20 x 40.5 (mm)
Berat	64 gram
<i>Stall Torque</i>	13kg/cm pada 5V 15kg/cm pada 7V
Kecepatan Operasi	0.16 s/60° (4.8 V), 0.14 s/60° (6 V)
Tegangan Kerja	4.8-7.2 Volt
<i>Dead Band Width</i>	3 μ s
Suhu Kerja	-10 °C hingga 50 °C
Tipe Gear	Metal

2.8 Radio Telemetry

Telemetry adalah sebuah teknologi yang memungkinkan pengukuran jarak jauh dan pelaporan informasi kepada *User*. Pada perancangan ini, telemetry yang digunakan ialah telemetry Holybro 915Mhz 500mW, yang berfungsi sebagai penghubung antara *Ground Control Station* dan prototipe pesawat, dengan adanya telemetry, kita dapat mengatur *flight plan* dan juga dapat memantau kondisi pesawat

saat sedang terbang melalui aplikasi QGroundControl. Adapun spesifikasi dari *Radio Telemetry Holybro 915Mhz 500mW* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.5 Spesifikasi Telemetri Holybro 915Mhz 500mW

Dimensi	26 x 53 x 10.7 (mm) (tanpa antena)
Tegangan <i>Power Supply</i>	5 VDC
Arus <i>Transmitter</i>	100mA
Arus <i>Receiver</i>	25mA
<i>Serial Interface</i>	3.3 V UART

Tabel 2.6 Status LED pada Telemetri

LED Hijau Berkedip	Mencari sinyal radio
LED Hijau Diam	Terhubung dengan radio
LED Merah Berkedip	<i>Transmitting Data</i>
LED Merah Diam	Masuk Mode Update Firmware

2.9 QGroundControl

QGroundControl merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengelola Pixhawk4 *flight controller* dan rencana misi penerbangan serta menjadi GCS (*Ground Control Station*) selama penerbangan dan juga terdapat fitur log data misi selama penerbangan. QGroundControl menyediakan kontrol penerbangan penuh dan pengaturan kendaraan untuk kendaraan bertenaga Pixhawk4 atau ArduPilot. QGroundControl memberikan penggunaan yang mudah dan langsung untuk pemula, sambil tetap memberikan dukungan fitur kelas atas untuk pengguna yang sudah berpengalaman, tampilan QGround Control dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Tampilan software QGroundControl

Fitur dari QGroundControl:

- Pengaturan/konfigurasi penuh untuk kendaraan Pixhawk *Flight Controller*.
- Perencanaan misi untuk terbang secara *autopilot*.
- Tampilan peta penerbangan menampilkan posisi pesawat, jalur penerbangan, titik arah, dan instrumen navigasi pesawat terbang.
- Streaming video dengan tampilan instrumen penerbangan.
- Dukungan untuk mampu mengelola lebih dari satu kendaraan.
- QGroundControl dapat dioperasikan pada Windows, OS X, Linux, IOS dan perangkat Android.

2.10 Anemometer

Anemometer adalah sebuah alat pengujian atau biasa disebut alat pengukur kecepatan angin yang biasanya digunakan dalam bidang Meteorologi dan Geofisika atau stasiun prakiraan cuaca. Anemometer berfungsi untuk mengukur atau menentukan kecepatan angin. Selain mengukur kecepatan angin, alat ini juga dapat mengukur besarnya tekanan angin, cuaca, dan tinggi gelombang laut, dapat dilihat pada Gambar 2.20.

Cara kerja Anemometer adalah dengan adanya hembusan angin yang mengenai baling – baling pada perangkat tersebut. Putaran dari baling – baling tersebut akan di konversi menjadi sebuah besaran dalam bahasa matematika. Baling – baling pada Anemometer digunakan sebagai alat reseptor atau yang menangkap suatu rangsangan berupa hembusan angin. Setelah baling – baling berputar maka hal ini akan menggerakkan sebuah alat yang akan mengukur kecepatan angin yang berhembus melalui putaran dari baling – baling pada anemometer. Jenis yang paling sederhana adalah cup anemometer. Untuk mendapatkan fungsi Anemometer dengan semaksimal mungkin, kita harus menggunakan Anemometer dengan cara yang baik dan benar tentu sesuai prosedur penggunaan alat tersebut. Pengukuran Anemometer yang tepat dilakukan dengan memegang Anemometer secara vertikal.

Selain jenis cup anemometer, terdapat juga anemometer digital. Anemometer digital merupakan alat yang terdiri dari tombol-tombol dan layar tampilan (display). Anemometer digital memiliki tiga skala pengukuran yaitu meter/sekon, km/jam, dan north. Pada anemometer digital pengukuran dapat dilakukan berulang-ulang dan data akan otomatis tersimpan dalam memori. Alat Anemometer ini mampu mengukur kecepatan angin dengan tingkat ketelitian sangat tinggi yakni berkisar 0.5 meter setiap detiknya. Dilihat dari tingkat ketelitian pada Anemometer itu sendiri merupakan alat pengukur kecepatan angin yang sangat efektif dan efisien.



Gambar 2.20 Anemometer

2.11 UBEC (*Universal Battery Eliminated Circuit*)

UBEC (*Universal Battery Elimination Circuit*) adalah perangkat elektronik yang mengambil daya dari *battery pack* atau sumber DC lainnya, dan menurunkannya ke level tegangan 5V atau 6V. Tegangan input maksimum tergantung pada spesifikasi UBEC. UBEC biasanya digunakan pada aplikasi yang memerlukan arus lebih tinggi, dan mampu men-deliver daya dengan efisiensi hingga 92%. UBEC biasanya digunakan untuk pesawat RC maupun helicopter RC. karena untuk beberapa komponen tertentu seperti *receiver remote control*, *flight controller*, dll. memerlukan tegangan yang hanya 5V sedangkan tegangan dari baterai sesuai dengan cell yang terdapat pada baterai, misal 1 cell = 3,7V, 2 cell = 7,4V, 3 cell = 11,1V dst. sehingga digunakanlah UBEC ini.

2.12 Gaya Berat

Dalam fisika, **berat** dari suatu benda adalah gaya yang disebabkan oleh gravitasi berkaitan dengan massa benda tersebut. Massa benda adalah tetap di mana-mana, tetapi berat sebuah benda akan berubah-ubah sesuai dengan besarnya percepatan gravitasi di tempat tersebut.

Berat dihitung dengan mengalikan massa sebuah benda dengan percepatan gravitasi di mana benda tersebut berada. Berat sebuah benda di bumi akan berbeda dengan beratnya di bulan. Sebuah benda bermassa 10 kilogram, akan tetap mempunyai massa 10 kilogram di bumi maupun di bulan, tetapi di bumi benda tersebut akan mempunyai berat 98 Newton, sedangkan di bulan, benda tersebut akan mempunyai berat 16,3 Newton saja.

Rumus untuk berat:

$$W = m.g$$

apabila (*g*) percepatan gravitasi, (*m*) massa benda dan (*W*) berat benda.

Satuan SI (Sistem International) untuk berat adalah newton (*N*).

Gaya Berat ini pun digunakan untuk mencari fase penerbangan dari 4 manuver dasar prototipe pesawat Verpoly, yaitu.

$$n_{Fase} = T/W$$

dimana (T) merupakan Thrust EDF yang menghadap berlawanan dengan gaya Gravitasi.