

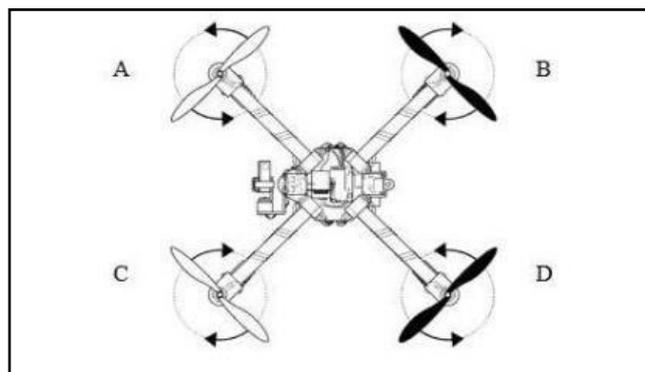
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Quadcopter*

Quadcopter merupakan robot terbang yang merupakan jenis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Pada *Quadcopter* tidak memiliki awak atau pilot sebagai pengontrol sistem kendalinya, namun menggunakan *ground control system* (GCS). GCS tersebut mengatur keseluruhan perintah sistem kendali *Quadcopter* yang menggunakan sinyal radio 2, 4 GHz yang terhubung ke *Quadcopter*. *Quadcopter* mampu beroperasi secara autonomous yang mengikuti *coding* program yang di atur pada sistem komputernya.

Quadcopter memiliki tampilan fisik seperti huruf X, memiliki empat buah *motor brushless* dan baling-baling sebagai penggerak, yang berputar searah dengan jarum jam dan berlawanan dengan arah jarum jam. Keunggulan dari *Quadcopter* adalah dapat bermanuver dengan fleksibel ke segala arah dan yang membedakan adalah *takeoff* dengan cara *vertical* dan seimbang.

Quadcopter memiliki kompetensi *landing* dan *takeoff* dengan cara vertikal, kinerja tersebut diperoleh dengan memanfaatkan empat buah *motor brushless* dan baling-baling sebagai penggerak utamanya. Komponen *brushless motor* dan *propeller* ditempatkan pada lengan frame drone. Frame *Quadcopter* dapat dilihat di bawah pada gambar dibawah ini.

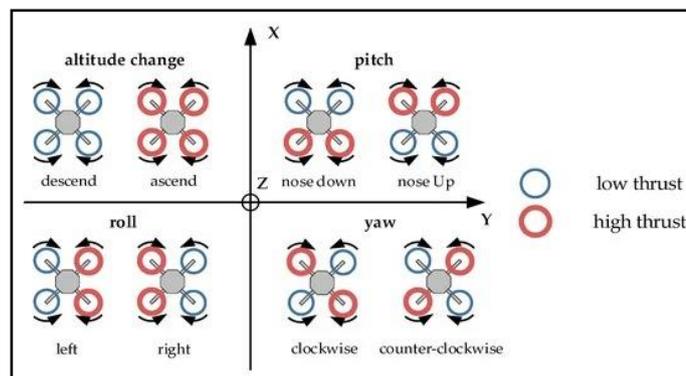


Gambar 2. 1 *Quadcopter*

(Sumber: <http://eprints.umm.ac.id/39037/>)

Pada Gambar memperlihatkan dua jenis putaran pada drone *Quadcopter* yakni *clock wise* (CW) dan *counter clockwise* (CCW). *Brushless motor* yang berkerja searah jarum jam atau *clock wise* (CW) pada *motor* C dan B lalu *motor* yang berputar berlawanan arah jarum jam atau *counter clockwise* (CCW) pada *motor* A dan D. Karena kondisi perbedaan putaran pada setiap *brushless motor* tidak dapat menimbulkan momen putar pada *frame drone quadcopter*.

Quadcopter memiliki manuver dasar yang terdiri dari empat gerakan yakni *roll* (menyamping), *pitch* (maju mundur), *yaw* (berotasi) dan *throttle* (keatas *landing* dan *take off*). Berikut ini merupakan gerakan drone *Quadcopter* yang dihasilkan oleh perbedaan kecepatan setiap *motornya*.



Gambar 2. 2 *Manuver Quadcopter*

(Sumber: <http://eprints.umm.ac.id/39037/>)

Berikut ini adalah gerakan dasar untuk drone *Quadcopter* pada saat beroperasi di udara:

a. *Throttle*

Throttle adalah kondisi ketika menaikkan kecepatan pada setiap *brushless motor*, yaitu ketika kondisi *brushless motor full throttle* pada drone *Quadcopter* akan memperoleh momen angkat pada frame *Quadcopter*. dan begitu juga pada kondisi *brushless motor* diturunkan kecepatannya maka akan menjadikan kondisi *landing*

b. *Yaw*

Kondisi gerakan berikut ini yaitu pada saat drone *Quadcopter* berputar pada satu poros yang terjadi pada saat kondisi menurunkan kecepatan sepasang *brushless motor*. Pada posisi *brushless motor* atas- bawah atau kiri - kanan, dengan menaikkan kecepatan pada *brushless motor*, di saat kondisi satu pasang *motor* yang lebih lambat kecepataannya dibandingkan dengan sepasang *brushless motor* yang satunya.

c. *Pitch*

Pitch adalah kondisi maju dan mundur pada drone *Quadcopter*, di saat kondisi dua buah *brushless motor* yang berada pada posisi belakang berputar lebih cepat daripada *brushless motor* yang berada pada posisi depan sehingga membuat posisi miring ke arah depan lalu mendorong drone *Quadcopter* bergerak ke depan dan terjadinya manuver gerak maju, dan begitu juga sebaliknya manuver gerakan mundur.

d. *Roll*

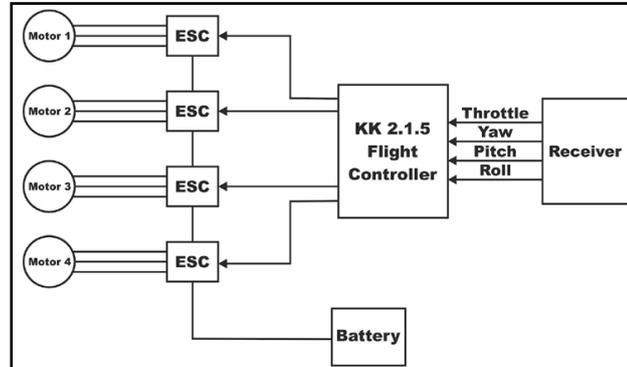
Roll adalah ketika kondisi gerakan menyamping, yakni kearah kiri dan kanan, diperolehnya gerakan menyamping pada manuver drone *Quadcopter* memerlukan kondisi perubahan kecepatan pada sepasang *brushless motor*, jika *Quadcopter* bergerak kesamping kanan maka *brushless motor* sebelah kiri akan dinaikan kecepataannya sehingga didapatkan momen miring yang secara tidak langsung bergerak menyamping ke arah kanan.

2.2 Instrumenisasi Drone *Quadcopter*

2.2.1 *Flight Controller*

Flight controller adalah sebuah mikrokontroler yang berfungsi sebagai kompleksitas dalam sistem kendali *Quadcopter*. Fungsi dari *flight controller* yakni sebagai pengatur kecepatan *brushless motor*, stabilisasi manuver dan mempertahankan pada posisi ketinggian tertentu. *Flight controller* juga menerima seluruh perintah atau inputan melalui perantara komponen *remote control*. Pada komponen *flight controller* terdapat berbagai komponen pendukung kinerja dari drone *Quadcopter* seperti barometer, kompas, gps, dan sensor keseimbangan. Fungsi utama pada komponen *flight controller* yakni

sebagai pengendali semua manuver pergerakan drone *Quadcopter* yaitu *yaw*, *roll*, *pitch*, dan *throttle*.

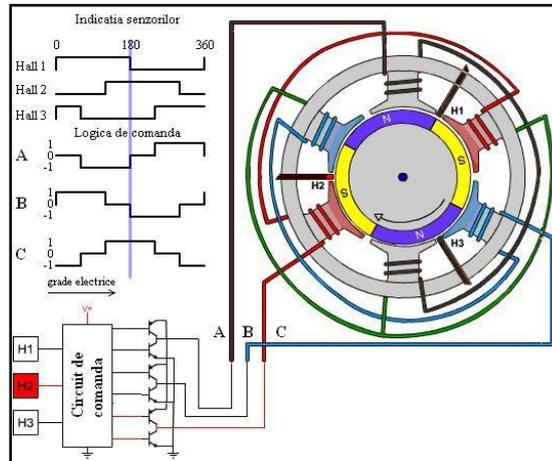


Gambar 2. 3 *Flight Controller*

(Sumber: <http://buaya-instrument.com/flight-controller-pesawat-rc>)

2.2.2 *Motor Brushless*

Motor brushless adalah komponen utama yang berfungsi untuk menggerakkan drone *Quadcopter*, pada saat kondisi *brushless motor* berputar drone *Quadcopter* dapat terbang. Pada saat pemilihan *motor* drone *Quadcopter* wajib disesuaikan berdasarkan kebutuhan dikarenakan perbedaan pada jenis *brushless motor* berbeda pula fungsi yang didapatkan. *Motor brushless* pada *Quadcopter* memakai perbandingan $KV = \text{RPM/Volt}$, ukuran nilai KV berbanding lurus dengan besar kecepatan putaran pada *motor* (rpm). Jika besarnya nilai KV yang diperoleh rendah maka rpm yang didapatkan juga rendah lalu torsi atau daya angkat (*throttle*) memiliki nilai yang besar dan begitu sebaliknya hasil yang diperoleh.



Gambar 2. 4 Motor Brushless

(Sumber: <http://buaya-instrument.com/flight-controller-pesawat-rc>)

2.2.3 Propeller

Propeller dapat di artikan seperti komponen sayap pada sebuah pesawat, untuk mendapatkan kinerja terbang pada *drone Quadcopter* harus memiliki komponen tersebut. *Propeller* termasuk jenis *rotary wing* atau disebut sayap putar. Kinerja dari komponen ini yakni mengubah putaran menjadi gaya dorong untuk dapat bergerak. *Propeller* memiliki dua jenis yang diibagi berdasarkan kinerja komponen tersebut yakni arah putaran dan arah hembusan udara yaitu *clockwise* (CW) dan *counter clockwise* (CCW). Material yang digunakan pada komponen *propeller* berbagai macam yaitu plastic, carbon, kayu dan lain-lain.



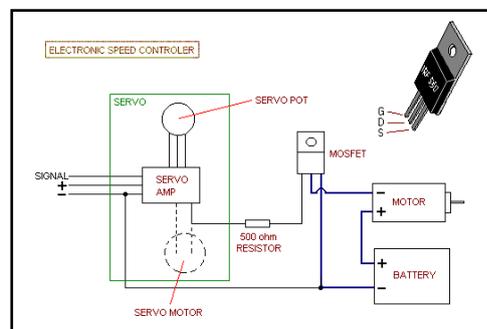
Gambar 2. 5 Propeller

(Sumber: <https://www.getfpv.com>)

2.2.4 Electronic Speed Controller

ESC adalah sebuah komponen pada drone *Quadcopter* yang berfungsi sebagai driver *motor brushless*, sebagai pengatur kecepatan dan juga arah putaran. Tugas dari komponen ESC adalah mengubah tegangan DC ke AC 3 fasa yang akan dilanjutkan pada komponen *brushless motor*. ESC ini terhubung langsung dengan komponen lipo battery dan pada komponen *flight controller* melalui perantara kabel yang terdiri dari signal dan ground, pada komponen ini memiliki fungsi yang sangat penting untuk *motor* agar tidak terjadi *crash* atau kerusakan.

Jenis dan kapasitas ampere pada komponen ESC memiliki banyak macam, paling kecil dimulai dari 12 A sampai ratusan ampere sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Biasanya menyesuaikan dengan besaran *motor* yang dipakai. Jenis ESC diantaranya ada dua, pertama ESC jenis opto di mana tidak memiliki output tegangan 5v sebagai tambahan, dan jenis yang terakhir adalah ESC UBEC di mana pada jenis esc ini mempunyai output tegangan sebesar 5v dan biasa dimanfaatkan sebagai *power source*.

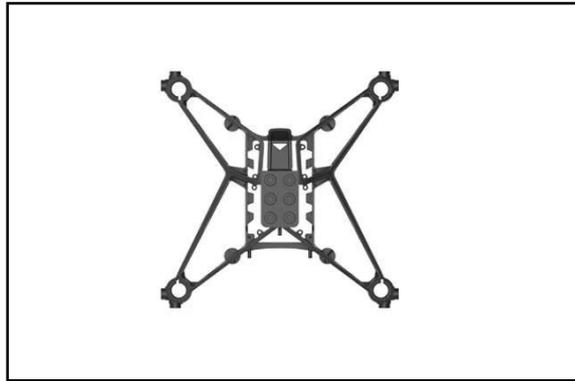


Gambar 2. 6 *Electronic Speed Controlled*

(Sumber:<https://ngelag.com/cara-membuat-drone-Quadcopter-komponen/>)

2.2.5 Frame

Frame adalah komponen tubuh atau kerangka pada drone *Quadcopter* yang menjadi tulang atau penyokong keseluruhan komponen *Quadcopter* serta menjadi tempat menempelnya semua komponen pada *drone Quadcopter* sehingga dengan adanya komponen *frame* tersebut komponen lain dapat terintegrasi dengan baik.



Gambar 2. 7 Frame

(Sumber: <https://sea.banggood.com>)

2.2.6 Battery

Battery merupakan sumber energi utama untuk drone *Quadcopter*, sehingga penggunaanya harus tepat dan sesuai dengan kebutuhan, melalui analisis dan perhitungan yang sudah dilakukan. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal pada saat *drone Quadcopter* bermanuver dengan mendapatkan waktu terbang yang maksimal. Jenis battery yang dipakai adalah jenis battery LiPo atau lithium polymer.



Gambar 2. 8 Battery

(Sumber: <https://oscarliang.com/discharged-lipo-battery-little-incidence/>)

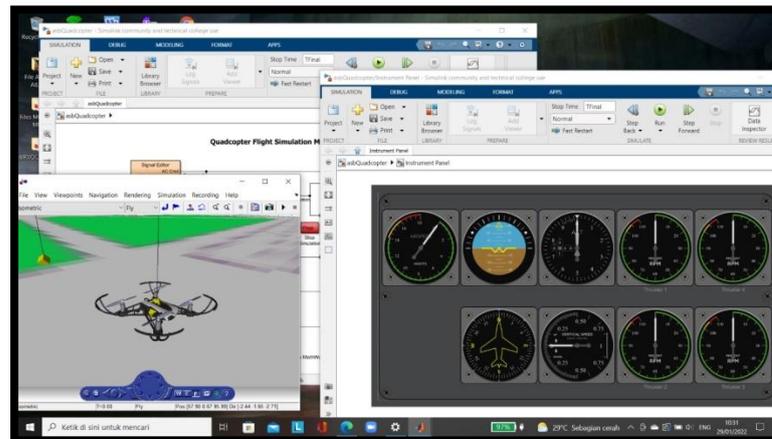
2.3 Matlab & Simulink

2.3.1 Matlab

Matlab (*Matrix Laboratory*) adalah sebuah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang secara khusus digunakan untuk komputasi numerik, pemrograman, dan visualisasi. Perusahaan yang bertanggung-jawab atas

produk hasil pengembangan dari Matlab ialah MathWorks. Fungsi utama dari Matlab ialah untuk melakukan analisis data, mengembangkan algoritme, serta membuat model dan aplikasi. Kinerja Matlab lebih tinggi dibandingkan dengan lebatang sebar atau bahasa pemrograman konvensional. Standar variabel elemen pada Matlab menggunakan konsep larik yang tidak memerlukan proses deklarasi. Matlab juga dapat mengadakan integrasi dengan bahasa pemrograman dan aplikasi lain, seperti C, Java, .NET Framework, dan Microsoft Excel.

Matlab memungkinkan manipulasi matriks, pem-plot-an fungsi dan data, implementasi algoritme, pembuatan antarmuka pengguna, dan peng-antarmuka-an dengan program dalam bahasa lainnya. Meskipun hanya bernuansa numerik, sebuah kotak kakas (*toolbox*) yang menggunakan mesin simbolik MuPAD, memungkinkan akses terhadap kemampuan aljabar komputer.



Gambar 2. 9 Matlab & Simulink

2.3.2 Simulink

Simulink adalah lingkungan diagram blok yang digunakan untuk merancang sistem dengan model multi domain, mensimulasikan sebelum pindah ke perangkat keras, dan menyebarkan tanpa menulis kode.

Pengerjaan dari konsep ke operasi. Untuk mengubah pengembangan sistem yang kompleks, perusahaan pemimpin pasar mengadopsi Desain Berbasis Model dengan menggunakan model secara sistematis di seluruh proses.

- Gunakan model virtual untuk mensimulasikan dan menguji sistem Anda lebih awal dan sering
- Validasi desain Anda dengan model fisik, pengujian Hardware-in-the-Loop, dan pembuatan prototipe cepat
- Hasilkan kode C, C++, CUDA, PLC, Verilog, dan VHDL berkualitas produksi dan terapkan langsung ke sistem tertanam Anda
- Pertahankan utas *digital* dengan keterlacakan melalui persyaratan, arsitektur sistem, desain komponen, kode, dan pengujian
- Perluas model ke sistem yang beroperasi untuk melakukan pemeliharaan prediktif dan analisis kesalahan

Merancang, menganalisis, dan menguji arsitektur sistem dan perangkat lunak *Model-based systems engineering* (MBSE) adalah aplikasi model untuk mendukung siklus hidup sistem secara penuh. Simulink menjembatani pengembangan dari persyaratan dan arsitektur sistem hingga desain komponen yang terperinci, implementasi, dan pengujian.

- Menangkap dan menguraikan persyaratan
- Mendefinisikan dan menguraikan spesifikasi untuk komponen, komposisi, dan arsitektur
- Tetapkan sumber tunggal untuk arsitektur dan antarmuka tingkat komponen
- Lakukan analisis dan studi perdagangan menggunakan MATLAB
- Validasi persyaratan dan verifikasi arsitektur sistem menggunakan tes berbasis simulasi

2.3.3 Flight Log

Flight Log berisi data dalam jumlah besar dengan berbagai format. Fungsi analisis log penerbangan untuk memuat *file log* telemetri yang berbeda termasuk TLOG, ULOG, dan jenis file khusus.

Data yang terekam pada *flight log* tersimpan dengan satuan radian, maka dari itu harus dikonversi dulu ke satuan derajat dengan rumus:

$$1 \text{ putaran} = 360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

$$1^\circ = \frac{2\pi \text{ rad}}{360^\circ} = \frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} = 57,296^\circ$$

2.4 Parrot Minidrone

2.4.1 Parrot Rolling Spider Drone



Gambar 2. 10 Parrot Rolling Spider Drone

Dilansir pada laman resmi didapati spesifikasi drone yaitu :

Tabel 2. 1 Spesifikasi Parrot Rolling Spider Drone

<i>Battery</i>	Removable lithium-polymer (LiPo)
<i>Battery Capacity</i>	550 mAh / 2.4 Wh
<i>Maximum Flight Time</i>	8 Minutes
<i>Rotor Configuration</i>	4
<i>Weight</i>	65 g (wheel)
<i>Construction</i>	Plastic
<i>Sensor</i>	3-axis gyroscope 3-axis accelerometer

	Vertical camera Pressure sensor
--	------------------------------------

2.4.2 Parrot Mambo Drone

Dilansir pada laman resmi didapati spesifikasi drone yaitu :



Gambar 2. 11 Spesifikasi Parrot Mambo Drone

<i>Battery</i>	Removable lithium-polymer (LiPo)
<i>Battery Capacity</i>	550 mAh / 2.4 Wh
<i>Maximum Flight Time</i>	8 Minutes
<i>Rotor Configuration</i>	4
<i>Weight</i>	63 g
<i>Construction</i>	Plastic
<i>Sensor</i>	3-axis gyroscope 3-axis accelerometer Vertical camera Pressure sensor

2.5 Sensor

Pada drone *Quadcopter* terdapat sensor-sensor sebagai penunjuk data ketika diudara. Sensor tersebut antara lain *3-axis accelerometer*, *3-axis gyroscope*, dan *pressure sensor*.

2.5.1. 3-Axis Gyroscope

3-Axis Gyroscopes mengukur laju sudut dan biasanya digabungkan dengan akselerometer dalam paket umum untuk memungkinkan algoritma

lanjutan seperti fusi sensor (untuk estimasi orientasi dalam ruang 3D). Dalam hal ini kami menyebutnya iNEMO (*Inertial Module*) atau lebih umum IMU (*Inertial Measurement Unit*), yang juga dapat berisi magnetometer.

2.5.2. Pressure Sensor

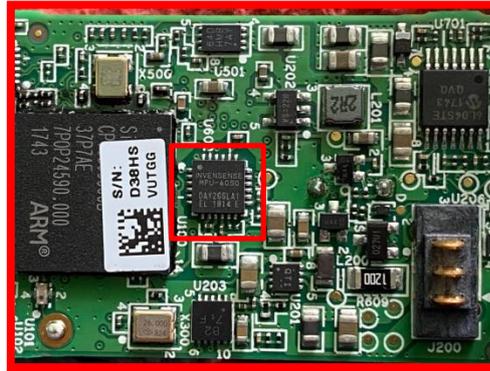
Pressure Sensor mengukur tekanan, biasanya gas atau cairan. Tekanan adalah ekspresi dari gaya yang dibutuhkan untuk menghentikan cairan dari perluasan, dan biasanya dinyatakan dalam hal gaya per satuan luas. Sebuah sensor tekanan biasanya bertindak sebagai transduser, itu menghasilkan sinyal sebagai fungsi dari tekanan yang dikenakan. Untuk mengukur ketinggian atau altitude, digunakan *Barometer Pressure Sensor*.

2.5.3. 3-Axis Accelerometer

3-Axis Accelerometer mengukur percepatan yang terjadi sehubungan dengan 3 sumbu koordinat Cartesius. Dengan kata lain, ia dapat mengukur perubahan kecepatan suatu titik. Sensor *accelerometer* dapat menghitung sudut kemiringannya dengan mengukur percepatan yang disebabkan oleh gravitasi. Selain itu juga dapat mendeteksi arah dan kecepatan suatu benda yang bergerak, dengan memperhatikan percepatan dinamis.

2.5.4. Sensor MPU6050

Sensor MPU6050 adalah perangkat sensor yang terdapat *3-axis accelerometer* (sensor percepatan), *3-axis gyroscope* (sensor keseimbangan) atau yang dikenal dengan 6DOF (*Degrees of Freedom*), suhu, dan magnetometer. Sensor MPU6050 merupakan salah satu jenis alat elektronik yang digunakan sebagai pengukur inersia atau yang disebut dengan *Inertial Measurement Unit* (IMU) yang dapat mengukur kecepatan, orientasi, dan gaya gravitasi. Nilai yang dihasilkan sensor didapat dari gerakan tiga sumbu yaitu x, y, dan z. Sensor ini mampu membaca kemiringan sudut berdasarkan data sensor yang termuat pada modul MPU6050. Akses modul sensor ini menggunakan jalur data I2C.



Gambar 2. 12 Sensor *Gyroscope* pada Parrot Minidrone

Gyroscope adalah alat sensor yang dipakai untuk melacak rotasi atau perputaran suatu perangkat berdasarkan gerakan. Dengan kata lain *gyroscope* juga disebut sebagai perangkat yang dipakai untuk mempertahankan orientasi dari sebuah sudut agar tetap stabil. Dalam aktivitas seperti memiringkan atau memutarakan ponsel, *gyroscope* tidak dapat bekerja sendiri melainkan dengan bantuan *accelerometer*. Contoh penggunaan *gyroscope* pada smartphone yang paling umum adalah pada aplikasi Google *Sky Map*. Selain pada ponsel, *gyroscope* juga dipakai pada alat-alat canggih lainnya seperti drone dan robot.

Gyroscope akan mendeteksi gerakan gravitasi penggunaannya yang sedang melakukan perpindahan rotasi kepala atau saat berjalan. Umumnya, *gyroscope* akan mencari orientasi gerak yang mempunyai tumpuan pada cakram berotasi dengan cepat pada sumbu. Hal tersebut dilakukan oleh alat yang terdapat pada *gyroscope* yang bernama *gyro* sensor. Dalam penggunaan *gyroscope*, pertama-tama *gyro* sensor harus menjalani kalibrasi terlebih dahulu. Proses kalibrasi ini umumnya menggunakan bandul. Tujuan dari kalibrasi ini sendiri tak lain adalah untuk mendapatkan nilai faktor kalibrasi. Output yang dihasilkan *gyroscope* berupa kecepatan sudut dari arah 3 sumbu yaitu sumbu x yang menjadi sudut phi (kanan dan kiri) , sumbu y yang nantinya akan menjadi sudut theta (atas bawah) dan sumbu z yang menjadi sudut psi (depan dan belakang)