

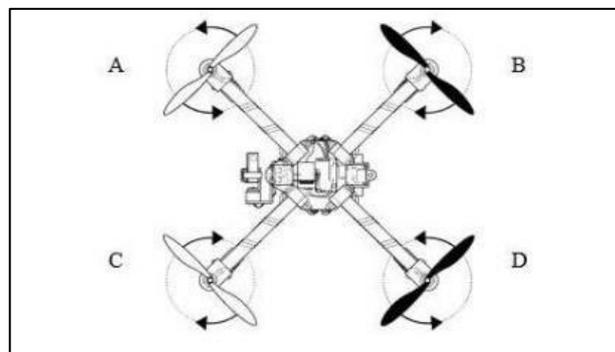
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Prinsip Kerja *Drone 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 koding program yang di atur pada sistem komputernya.

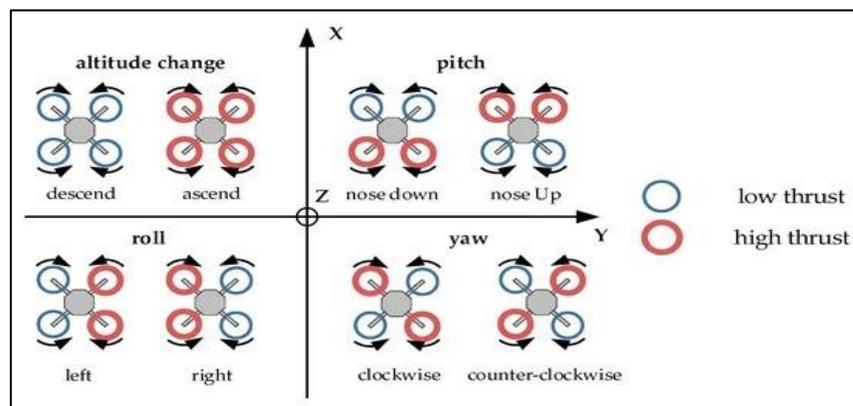
Quadcopter memiliki tampilan fisik seperti huruf X, memiliki empat buah motor dan baling-baling sebagai penggerak, yang berputar searah dengan jarum jam dan berlawanan dengan arah jarum jam. Keunggulan dari *quadcopter* adalah dapat bermanuver dengan fleksibel kesegala arah dan yang membedakan adalah *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*

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*

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

a. *Throttle*

Throttle adalah kondisi ketika kenaikan 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 kedepan 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. Parrot Mambo Drone



Gambar 2. 3 *Parrot Mambo Drone*

Dilansir pada laman resmi didapati spesifikasi drone yaitu :

Tabel 2. 1 Spesifikasi *Parrot Mambo Drone*

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

2.3. Parrot Rolling Spider



Gambar 2. 4 Parrot Rolling Spider Drone

Dilansir pada laman resmi didapati spesifikasi drone yaitu :

Tabel 2. 2 Spesifikasi Parrot Rolling Spider Drone

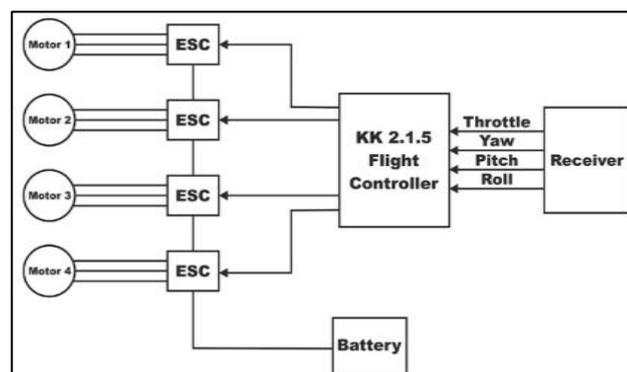
Battery	Removable lithium-polymer (LiPo)
Battery Capacity	550 mAh / 2.4 Wh
Maximum Flight Time	8 Minutes
Rotor Configuration	4
Weight	65 g (wheel)

Construction	Plastic
Sensor	3-axis gyroscope 3-axis accelerometer Vertical camera Pressure sensor

2.2 Instrumentasi *Drone Quadcopter*

2.2.1 *Flight Controller*

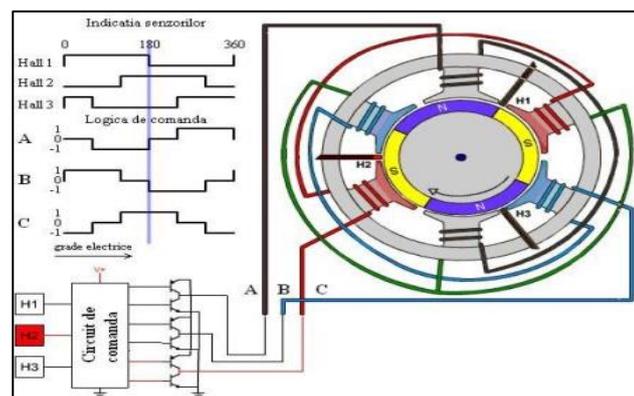
Flight controller adalah sebuah mikrokontroler yang berfungsi sebagai kompleksitas dalam sistem kendali *quadcopter*. Fungsi dari *flight controller* yakni sebagai pengatur kecepatan *brushless motor*, stabilisasi manuver dan mempertahankan pada posisi ketinggian tertentu. *Flight controller* juga menerima seluruh perintah atau inputan melalui perantara komponen *remote controll*. 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. 5 *Flight Controller*

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. 6 *Motor Brushless*

2.2.3 Propeller

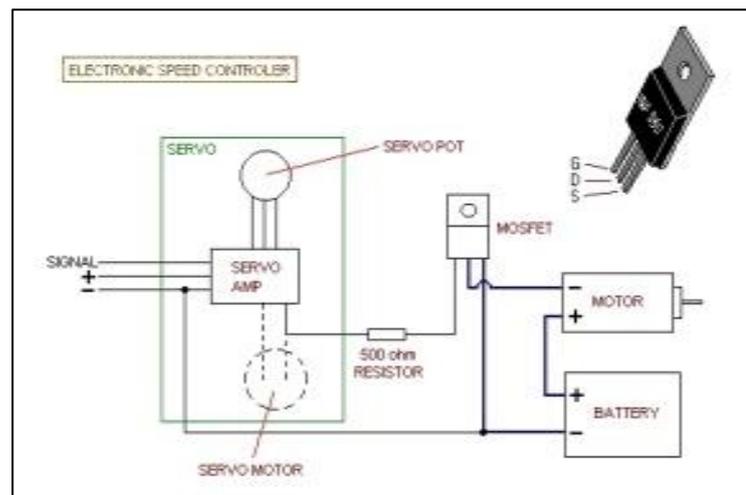
Propeller dapat di artikan seperti komponen sayap pada sebuah pesawat, untuk mendapatkan kinerja terbang pada *drone quadcopter* harus memiliki komponen tersebut. *Propeller* termasuk jenis *rotary wing* atau disebut sayap putar. Kinerja dari komponen ini yakni mengubah putaran menjadi gaya dorong untuk 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 plastik, carbon, kayu dan lain-lain.



Gambar 2. 7 *Propeller*

2.2.4 *Electronic Speed Controller*

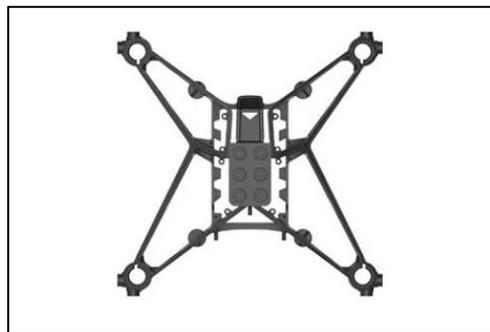
ESC adalah sebuah komponen pada drone *quadcopter* yang berfungsi sebagai *driver motor brushless*, sebagai pengatur kecepatan dan juga arah putaran. Tugas dari komponen ESC adalah mengubah tegangan DC ke AC 3 fasa yang akan dilanjutkan pada komponen *brushless motor*. ESC ini terhubung langsung dengan 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.



Gambar 2. 8 *Electronic Speed Controlled*

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. 9 *Frame*

2.2.6 Battery

Battery merupakan sumber energi utama untuk *drone quadcopter*, sehingga penggunaannya 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. 10 *Battery*

2.3 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*.

2.3.1. *3-axis gyroscope*

3-axis gyroscopes mengukur laju sudut dan biasanya digabungkan dengan akselerometer dalam paket umum untuk memungkinkan algoritme 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.

2.3.2. *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*.

2.3.3. *3-axis accelerometer*

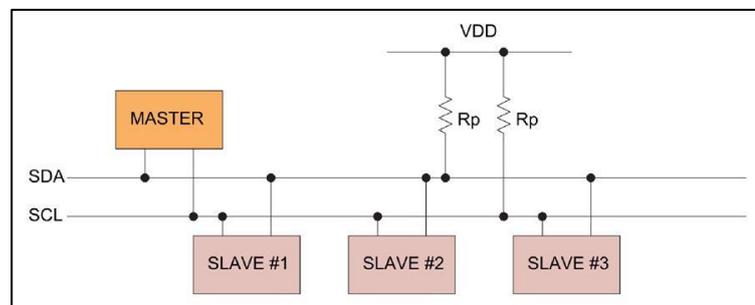
3-axis accelerometer mengukur percepatan yang terjadi sehubungan dengan 3 sumbu koordinat Cartesius. Dengan kata lain, ia dapat mengukur perubahan kecepatan suatu titik.

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.

2.3.4. **Sensor MPU6050**

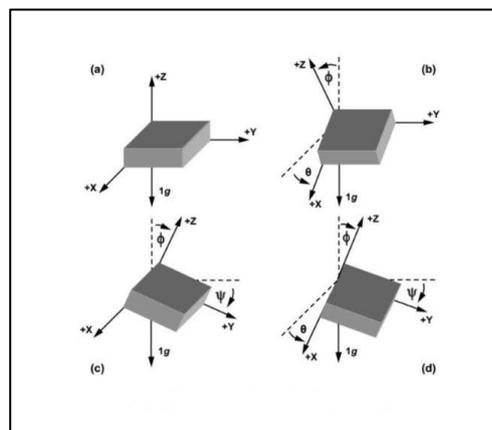
Sensor MPU6050 adalah perangkat sensor yang terdapat *3-axis accelerometer* (sensor percepatan), *3-axis gyroscope* (sensor keseimbangan)

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. 11 I2C

Accelerometer digunakan untuk mengukur sudut kemiringan atau kemiringan sepanjang sumbu X, Y dan Z dikarenakan adanya perubahan kecepatan yaitu percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran. seperti yang ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 2. 12 Accelometer

Sensor Akselerometer dapat dibuat dalam berbagai bentuk dengan menggunakan berbagai alat dan teknologi. Dibawah ini adalah dua jenis sensor Akselerometer yang sering digunakan.

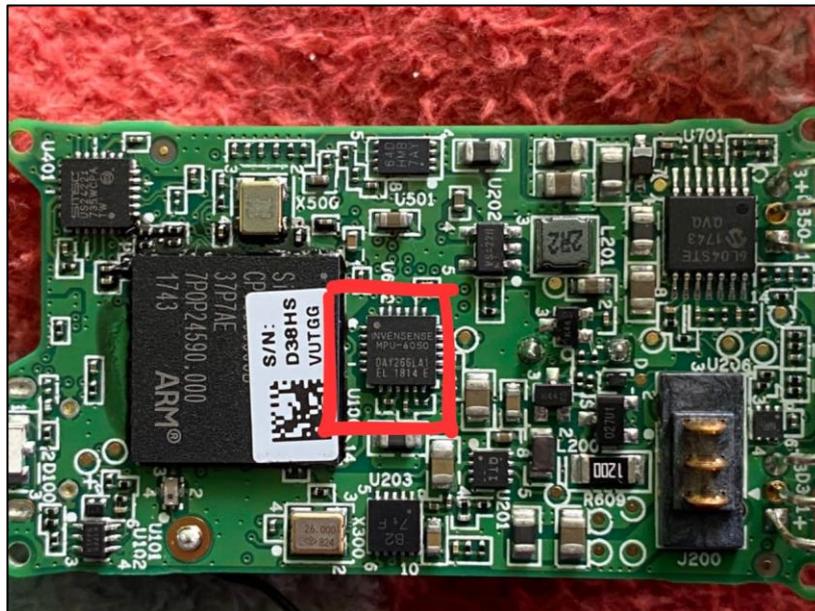
1. Akselerometer Kapasitif (Capacitive Accelerometer)

Akselerometer yang menerapkan penginderaan kapasitif menghasilkan tegangan yang bergantung pada jarak antara dua permukaan atau plat. Salah satu atau kedua “pelat” tersebut dialiri dengan arus listrik. Apabila terjadi Pergerakan atau getaran pada sensor, maka akan menyebabkan perubahan posisi pada plat tersebut. Perubahan posisi atau jarak di antara dua plat ini akan mengakibatkan perubahan nilai kapasitansinya dan dapat diukur sebagai Output Tegangan. Akselerometer Kapasitif ini memiliki kelebihan seperti stabilitas yang tinggi dan akurat serta tidak terlalu rentan terhadap Noise dan perubahan suhu.

2. Akselerometer Piezoelektrik (Piezoelectric Accelerometer)

Akselerometer Piezoelektrik adalah jenis sensor Akselerometer yang menggunakan efek Piezoelektrik untuk mengukur Akselerasi atau Percepatan. Sensor Akselerometer jenis ini terdiri dari sebuah Kristal tunggal yang pada saat terjadi perubahan kecepatan ataupun orientasi akan menghasilkan tegangan tertentu dari perubahan tersenbut.

Gaya yang ditimbulkan oleh getaran atau perubahan gerak (percepatan) menyebabkan massa “menekan” material piezoelektrik yang kemudian menghasilkan muatan listrik (tegangan) yang sebanding dengan gaya yang diberikan padanya. Karena muatannya yang sebanding dengan gaya dan massa adalah konstanta, maka muatan listrik tersebut juga sebanding dengan percepatannya. Sensor Akselerometer ini memiliki kelebihan di ukurannya yang relatif kecil dan ringan secara memiliki hasil keakuratan yang tinggi.



Gambar 2. 13 Sensor MPU6050 pada *Rolling Spider drone*

Dilansir dari laman resmi manufaktur sensor tersebut di dapat spesifikasi *accelerometer* sensor MPU6050 yaitu :

Tabel 2. 3 Spesifikasi *Accelerometer* Sensor MPU6050

Supply voltage	2.3–3.4 V
Consumption	3.9 mA max
Measuring ranges	± 2 g ± 4 g ± 8 g ± 16 g
Calibration tolerance	$\pm 3\%$
Output Protocol	12C
Operating temperature	-40 °C to $+85$ °C
Dimensions	$25.5 \times 15.2 \times 2.48$ mm

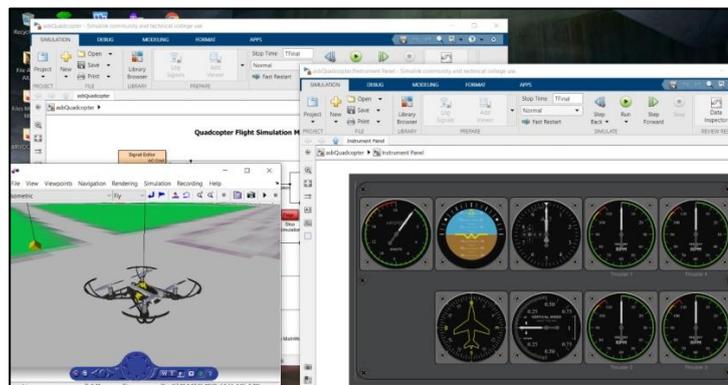
2.4 MatLab & Simulink

2.4.1. 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, pemplot-an fungsi dan data, implementasi algoritme, pembuatan antarmuka pengguna, dan pengantarmuka-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. 14 Matlab dan Simulink

2.4.2. 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