

# Aplikasi Quaternion Dalam Desain Simulator Pesawat Terbang

Amal Qurany 13514078  
Program Studi Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
quranyamal@students.itb.ac.id

**Abstract**—Pada makalah ini dijelaskan penerapan quaternion dalam desain simulator pesawat terbang.

**Keywords**—Quaternion, Simulator, Pesawat Terbang

## I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, kebutuhan masyarakat akan transportasi udara semakin meningkat. Saat ini pesawat terbang adalah transportasi yang sudah umum digunakan. Lebih dari sepuluh maskapai penerbangan menerbangkan pesawatnya di atmosfer Indonesia setiap hari.

Untuk memberikan kenyamanan kepada penumpang, maskapai pesawat terbang perlu memberikan layanan yang prima serta keamanan yang terjamin. Salah satu faktor keamanan yang perlu diperhatikan adalah kehandalan pilot dalam mengendalikan pesawat terbang.

Dalam mempersiapkan seorang pilot, praktik mengemudi pesawat tidak dilakukan langsung menggunakan pesawat karena resiko yang sangat besar serta mengingat kerugian yang disebabkan tidak sedikit jika terjadi kecelakaan. Latihan mengemudi pesawat untuk seorang calon pilot dilakukan di dalam dalam ruang simulasi pesawat terbang yang didesain sedemikian rupa sehingga memberikan kesan yang realistis bagi calon penggunanya. Kerangka ruangan simulator pesawat tersebut merupakan aplikasi dari quaternion yang akan dijelaskan pada bab selanjutnya.

## II. LANDASAN TEORI

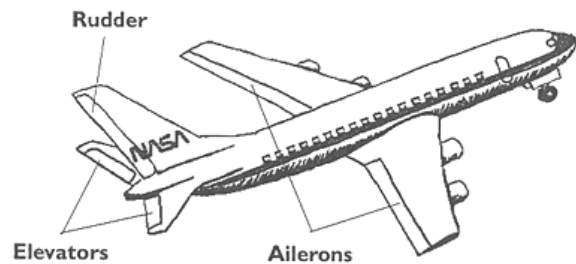
### II.1 Pesawat Terbang

Pesawat terbang adalah pesawat udara yang lebih berat dari udara, bersayap tetap dan dapat terbang dengan sendiri. Istilah pesawat terbang sering juga disebut dengan pesawat udara atau kapal terbang atau cukup pesawat dengan tujuan pendefinisian yang sama sebagai

kendaraan yang mampu terbang di atmosfer atau udara. Akan tetapi dalam dunia penerbangan pengertian pesawat udara jauh lebih luas karena telah mencakup pesawat terbang dan helikopter.

Pesawat terbang yang lebih berat dari udara diterbangkan pertama kali oleh Wright Bersaudara (Orville Wright dan Wilbur Wright) dengan menggunakan pesawat sendiri yang dinamakan Flyer. Pesawat ini diluncurkan pada tahun 1903 di Amerika Serikat.

Pesawat terbang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat terbang dengan baik pada ruang 3 dimensi. Secara umum, terdapat tiga bagian utama dalam kontrol pesawat yaitu elevator, aileron, dan ruder. Ketiga control tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini



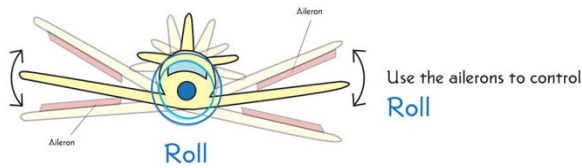
Gambar.1 Bagian-bagian control pesawat terbang

Berikut penjelasan masing-masing bagian tersebut.

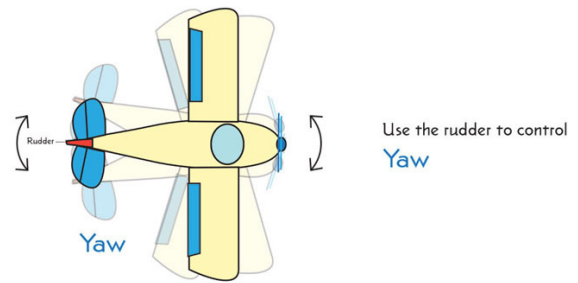
#### a. Aileron

- Terletak pada kedua sayap depan
- Merupakan bidang kendali saat pesawat melakukan roll
- Bergerak pada sumbu longitudinal (sumbu yang memanjang dari nose hingga ke tail)
- Aileron dikendalikan dari cockpit dengan menggunakan kontrol stick
- Berfungsi untuk menstabilkan pesawat dalam sumbu lateral

- Pergerakan aileron berkebalikan antara aileron pada sayap kiri dengan aileron pada sayap kanan (berdefleksi naik atau turun)



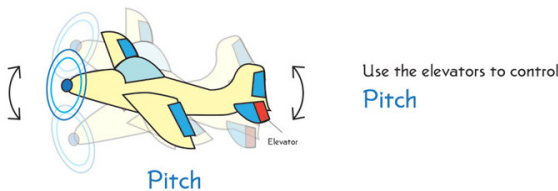
Gambar 2. Roll - Gerakan yang dihasilkan aileron



Gambar 4. Yaw – Gerakan yang dihasilkan rudder

**b. Elevator**

- Terletak pada horizontal stabilizer
- Merupakan bidang kendali pada saat pesawat melakukan pitch
- Bergerak pada sumbu lateral (sumbu yang bergerak sepanjang wing)
- Dikendalikan dari cockpit dengan menggunakan stick control
- Berfungsi untuk menstabilkan pesawat dalam arah longitudinal
- Pergerakan elevator bersamaan antara kiri dan kanan



Gambar 3. Pitch – Gerakan yang dihasilkan elevator

**c. Rudder**

- Terletak pada vertical stabilizer
- Merupakan bidang kendali pada pesawat saat melakukan yaw
- Bergerak pada sumbu vertical (sumbu yang memanjang tegak lurus terhadap center of gravity dari pesawat)
- Dider dikendalikan dari cockpit dengan menggunakan rudder pedal.
- Jenis control yang dilakukan adalah menggerakkan pesawat dalam arah direksional (kiri atau kanan)
- Pergerakan rudder berdefleksi ke kiri atau ke kanan.

**II. 2. Quaternion**

Quaternion merupakan notasi untuk menuliskan dan melakukan perhitungan bilangan kompleks dalam bidang tiga dimensi. Quaternion ditemukan oleh Sir **William Rowan Hamilton** pada tahun 1843.

Bentuk notasi quaternion adalah sebagai berikut:

$$q_1 = a + ib + jc + kd$$

dengan  $i$ ,  $j$ , dan  $k$  adalah bilangan kompleks yang mempunyai sifat

$$i^2 = j^2 = k^2 = -1$$

Quaternion banyak diterapkan di bidang ilmu komputer khususnya grafika komputer. Quaternion merupakan hal yang fundamental dalam pembuatan film atau game animasi karena sangat diperlukan untuk merotasikan objek atau view. Quaternion banyak digunakan untuk merotasikan suatu vector.

Untuk merotasikan sebuah vektor  $\mathbf{p}$  pada sebuah sumbu  $\mathbf{u}$  sebesar sudut  $\theta$  menjadi  $\mathbf{p}'$  dapat dilakukan dengan operasi sebagai berikut:

$$\mathbf{p}' = q\mathbf{p}q^{-1}$$

dimana

$$\mathbf{p} = xi + yj + zk$$

$$p = 0 + ix + jy + kz$$

$$q = \cos(\theta/2) + \sin(\theta/2)\mathbf{u} \quad (5.75)$$

$$q^{-1} = \cos(\theta/2) - \sin(\theta/2)\mathbf{u} \quad (5.76)$$

dengan sumbu  $\mathbf{u}$  adalah

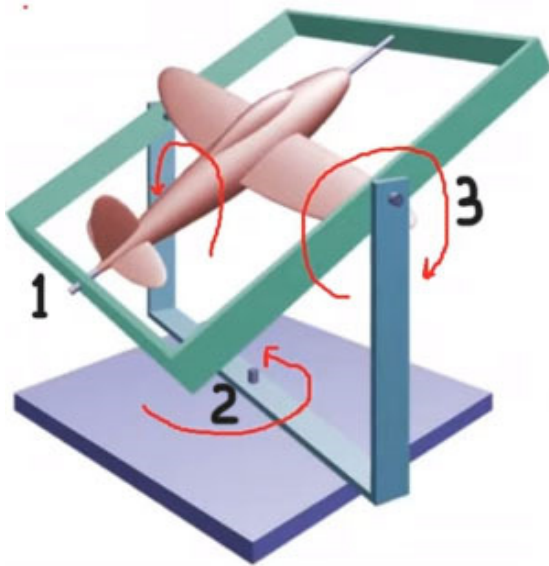
$$\mathbf{u} = [x_u i + y_u j + z_u k] \quad \text{dan} \quad \|\mathbf{u}\| = 1$$

Matriks orthogonal ekuivalen dengan transformasi menggunakan quaternion diatas adalah sebagai berikut:

$$R = \begin{pmatrix} a^2 + b^2 - c^2 - d^2 & 2bc - 2ad & 2bd + 2ac \\ 2bc + 2ad & a^2 - b^2 + c^2 - d^2 & 2cd - 2ab \\ 2bd - 2ac & 2cd + 2ab & a^2 - b^2 - c^2 + d^2 \end{pmatrix}$$

### III. PENERAPAN QUATERNION PADA RANCANGAN SIMULATOR PESAWAT TERBANG

Berdasarkan landasan teori yang telah dipaparkan diatas, kita dapat membuat simulator pesawat terbang dengan memanfaatkan quaternion untuk melakukan pergerakan rotasi ruangan simulator agar simulator terasa lebih realistis. Kerangka simulator pesawat terbang yang dimaksud adalah seperti gambar di bawah ini



Gambar 5. Kerangka simulator pesawat terbang

Pada gambar diatas dapat kita lihat bahwa kerangka mempunyai tiga buah sumbu. Yaitu:

1. Sumbu pertama  
Sumbu ini berfungsi untuk melakukan pergerakan roll pada pesawat.
2. Sumbu kedua  
Sumbu ini berfungsi untuk melakukan pergerakan yaw pada pesawat
3. Sumbu Ketiga  
Sumbu ini berfungsi untuk melakukan pergerakan pitch pada pesawat.

Pada keadaan awal, ruang simulasi berada di posisi keseimbangan kerangka pesawat. Dengan melakukan control pada ruang simulasi maka pesawat simulasi atau ruang simulasi akan berotasi terhadap titik berat pesawat yang dalam hal ini adalah ruang simulasi. Rotasi yang terjadi pada

ruang tersebut adalah hasil dari rotasi vektor posisi setiap material yang ada pada simulator terhadap titik berat pesawat atau ruang simulasi seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya namun dalam bentuk yang lebih kompleks.

### IV. KESIMPULAN

Quaternion merupakan notasi yang lebih sederhana untuk merepresentasikan dan melakukan operasi pada bilangan kompleks. Quaternion banyak digunakan untuk merotasikan sebuah vektor. Dari perjabaran di atas kita mengetahui bahwa konsep quaternion dapat digunakan untuk mendesain kerangka simulator pesawat terbang agar simulator pesawat terbang terasa lebih realistis saat digunakan. Kerangka yang dimaksud memiliki tiga buah sumbu yang merepresentasikan masing-masing kontrol pesawat terbang.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah S.W.T atas segala nikmat yang telah diberikan baik berupa nikmat iman, kesehatan maupun kekuatan dalam menyusun makalah ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada kedua orang tua yang berada di kampung halaman yang telah mendidik dan membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang. Terimakasih kepada kedua saudara penulis yang selalu memberikan motivasi untuk meraih impian sehingga penulis dapat melanjutkan pendidikan di kampus ini. Selanjutnya penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada dosen Aljabar Geometri, Bapak Dr.Ir. Rinaldi Munir, MT, dan Bapak Drs. Juhi Santosa, M.Sc., yang telah mencurahkan banyak ilmu kepada kami "warga labtek V". Semoga ilmu yang beliau berikan dapat kami pergunakan dengan semestinya. Semoga Allah membalasi kebaikan orang-orang yang namanya disebut diatas dengan kebaikan yang berlipat ganda, amin.

### REFERENCES

- [1] <http://www.chrobotics.com/library/understanding-quaternions>  
Diakses tanggal 15 Desember 2015
- [2] <http://kucingdananjing.blogspot.blogspot.co.id/2011/02/jenis-jenis-dan-bagian-pesawat-terbang.html>  
Diakses tanggal 15 Desember 2015
- [3] <https://howthingsfly.si.edu/flight-dynamics/roll-pitch-and-yaw>  
Diakses tanggal 15 Desember 2015
- [4] Jernej Barbic. "Quaternions and rotation". University of Southern California, 2010.

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 16 Desember 2015

Amal Qurany  
13514078