

Aplikasi Aljabar Vektor dalam Permainan FreeStyle 2 Street Basketball

Ari Pratama Zhorifiandi - 13514039
Program Studi Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13514039@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Aljabar Vektor adalah satu cabang ilmu Matematika yang digunakan dalam banyak aspek kehidupan. Pengaplikasian Aljabar Vektor digunakan pada banyak bidang seperti Fisika, Penerbangan, Permesinan, hingga Informatika. Dalam bidang Informatika, salah satu pengaplikasian aljabar vektor adalah pembuatan permainan FreeStyle 2 Street Basketball. Permainan ini bertema tentang bola basket dimana banyak digunakan aplikasi vektor. Dalam makalah ini, penulis akan membahas penggunaan aljabar vektor dalam permainan FreeStyle 2 Street Basketball.

Keywords—Algebra, Vector, Game, FreeStyle, Basketball.

I. PENDAHULUAN

Di era informatika ini, perkembangan game berkembang pesat. Dari yang awal *8 bit game* hingga sekarang telah muncul game-game dengan grafik yang sangat nyata. Tentunya dulu pembuatan game sangat sederhana dibandingkan dengan game zaman sekarang.

Awal Mulanya game terletak pada awal tabung sinar katoda berbasis pertahanan peluru kendali sistem Program-program ini kemudian diadaptasi ke dalam permainan sederhana lainnya. Game kemudian hanya dikembangkan pada komputer *Mainframe*. Sehingga perkembangan dan distribusinya sangat terbatas. Lama Kelamaan, seiring perkembangan komputer berkembang jugalah game.

Kini kita bisa lihat, komputer sudah semakin canggih dan sudah dapat menjalankan instruksi yang rumit. Pada mulanya game hanya berbasis 2 dimensi. Namun, seiring perkembangan, telah banyak game yang menggunakan konsep vektor

Salah satu permainan yang telah menggunakan konsep vektor yaitu FreeStyle 2 Street Basketball. Game ini berbasis online dimana kita dapat memainkannya dengan orang yang jauh dari kita.

Permainan ini bertema tentang Bola Basket Jalanan (*Street Basketball*) dimana permainan dimainkan oleh 3 Pemain melawan 3 pemain dan setiap pemainnya memiliki posisinya masing masing. Yang menjadi keunikan dalam game ini adalah tiap pemain dapat melakukan kemampuan khusus (*special skill*) sehingga lebih atraktif.



Gambar 1 : Tampilan Permainan FreeStyle 2 Street Basketball

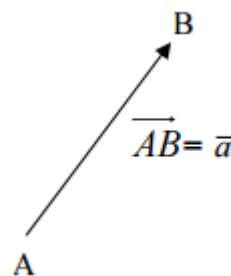
(<http://cdn.mmoss.com/wp-content/gallery/freestyle-2/FreeStyle-2-Basketball-Too-Far.jpg>)

Permainan ini menyajikan berbagai gerakan permainan bola basket seperti, *dribbling*, *passing*, *shooting*, dan *dunk*. Gerakan ini dalam pemrogramannya tentulah tidak mudah. Gerakan-gerakan ini dibuat dengan memanfaatkan aljabar vektor.

II. LANDASAN TEORI

A. Vektor

Vektor adalah suatu besaran yang mempunyai besar dan arah. Jika digambarkan, suatu vektor ditunjukkan sebagai potongan garis yang mempunyai arah. Besar atau kecilnya vektor ditentukan oleh panjang atau pendeknya potongan garis tersebut. Sedangkan arah vektor ditunjukkan dengan tanda anak panah.



Gambar 2 : Gambar Vektor

(<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/Drs.%20Agus%20Santoso,%20M.Pd./VEKTOR.pdf>)

Dalam gambar vektor di atas, titik A disebut titik

awal (initial point) dan titik B disebut titik terminal (terminal point). Vektor diatas dapat ditulis dengan notasi \overrightarrow{AB} , \vec{a} , atau \mathbf{a} . Panjang vektor juga dapat ditulis dengan notasi $|\overrightarrow{AB}|$, $|\vec{a}|$, atau $|\mathbf{a}|$. Contoh vektor misalnya lintasan, kecepatan, percepatan, dan gaya. Setelah mengetahui tentang vektor, mari kita lihat tentang aljabar vektor.

Untuk mencari panjang sebuah vektor dalam ruang euklidian tiga dimensi, dapat digunakan cara berikut:

$$|\mathbf{a}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$$

yang merupakan penurunan dari Teorema Pythagoras karena vektor dasar \mathbf{e}_1 , \mathbf{e}_2 , \mathbf{e}_3 merupakan vektor-vektor satuan ortogonal.

Ini sama dengan akar pangkat dua produk titik (dot product) dari vektor itu sendiri:

$$|\mathbf{a}| = \sqrt{\mathbf{a} \cdot \mathbf{a}}$$

Untuk menggambarkan suatu vektor pada sistem koordinat kartesian diperlukan vektor satuan.

Vektor dari titik (0,0,0) sampai titik (1,0,0) adalah vektor satuan \mathbf{i} . Vektor dari titik (0,0,0) sampai titik (0,1,0) adalah vektor satuan \mathbf{j} . Vektor dari titik (0,0,0) sampai titik (0,0,1) adalah vektor satuan \mathbf{k} . Arah vektor \mathbf{i} positif sesuai dengan arah sumbu X positif. Arah vektor \mathbf{j} positif sesuai dengan arah sumbu Y positif. Arah vektor \mathbf{k} positif sesuai dengan arah sumbu Z positif.

B. Aljabar Vektor

Aljabar vektor adalah operasi dari dua atau lebih vektor yang meliputi penambahan, pengurangan dan perkalian. Operasi vektor dapat dilakukan melalui komponen-komponen skalarnya.

1. Kesamaan dua vektor

Dua vektor dikatakan sama apabila panjang serta arahnya sama.

$$\vec{a} = \vec{b} \text{ jika } |\vec{a}| = |\vec{b}| \text{ dan arah } \vec{a} = \text{arah } \vec{b}$$

2. Vektor Negatif

Vektor $-\vec{a}$ mempunyai ukuran sama dengan vektor \vec{a} tetapi arahnya berlawanan.

$$\text{Jika vektor } \vec{a} = -\vec{b} \text{ maka } |\vec{a}| = |-\vec{b}|$$

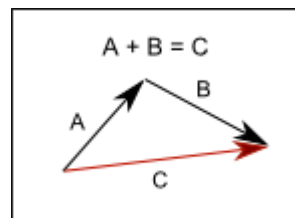
Vektor negatif sering disebut sebagai vektor invers.

3. Perkalian Vektor dengan Skalar

Jika k bilangan real yang positif, maka $k\vec{u}$ adalah vektor yang panjangnya $k|\vec{u}|$ dan mempunyai arah yang sama dengan \vec{u} . Sedangkan $-k\vec{u}$ adalah vektor yang panjangnya $k|\vec{u}|$ tetapi arah berlawanan dengan \vec{u} .

4. Penjumlahan 2 Vektor

Melakukan penjumlahan 2 vektor dapat dilakukan dengan gambar di bawah ini.



Gambar 3 : Penjumlahan dua buah Vektor (http://uploads.gamedev.net/monthly_03_2013/ccs-208401-0-41739700-1363382913.png)

Jika dilakukan secara aljabar, maka akan sebagai berikut :

Sebagai contoh

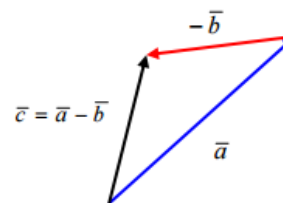
vektor $\mathbf{a} = a_1\mathbf{i} + a_2\mathbf{j} + a_3\mathbf{k}$ dan $\mathbf{b} = b_1\mathbf{i} + b_2\mathbf{j} + b_3\mathbf{k}$.

Hasil dari \mathbf{a} ditambah \mathbf{b} adalah:

$$\mathbf{a} + \mathbf{b} = (a_1 + b_1)\mathbf{i} + (a_2 + b_2)\mathbf{j} + (a_3 + b_3)\mathbf{k}$$

pengurangan vektor juga berlaku dengan cara mengganti tanda + menjadi tanda - .

5. Selisih Dua Vektor Selisih dua arah vektor \mathbf{a} dan \mathbf{b} , dinyatakan sebagai $\vec{a} - \vec{b}$, dapat dipandang sebagai penjumlahan vektor \mathbf{a} dengan invers vektor \mathbf{b} yaitu vektor $-\vec{b}$. Misalkan $\vec{a} - \vec{b} = \vec{c}$ maka $\vec{c} = \vec{a} + (-\vec{b})$. Secara diagram selisih dua vektor tersebut seperti gambar berikut.



Gambar 4 : Gambar Pengurangan Vektor

(<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/Drs.%20Agus%20Santos.%20M.Pd./VEKTOR.pdf>)

6. Perkalian Dua Vektor

a. Dot Product (Perkalian titik)

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = (a_x\mathbf{i} + a_y\mathbf{j} + a_z\mathbf{k}) \cdot (b_x\mathbf{i} + b_y\mathbf{j} + b_z\mathbf{k})$$

b. Cross- Product (Perkalian Silang)

$$\begin{aligned} \vec{A} \times \vec{B} &= (a_x\hat{i} + a_y\hat{j} + a_z\hat{k}) \times (b_x\hat{i} + b_y\hat{j} + b_z\hat{k}) \\ &= (a_yb_z - a_zb_y)\hat{i} + (a_zb_x - a_xb_z)\hat{j} + (a_xb_y - a_yb_x)\hat{k} \end{aligned}$$

C. Sejarah Perkembangan Video Game (Permainan Video)

Asal usul permainan video terletak pada awal tabung sinar katoda berbasis pertahanan peluru kendali sistem pada akhir 1940-an. Program-program ini kemudian diadaptasi ke dalam permainan sederhana lainnya di era tahun 1950-an. Pada akhir 1950-an dan melalui tahun 1960-an, lebih banyak permainan komputer yang

dikembangkan (kebanyakan di komputer mainframe), secara bertahap tingkat kecanggihan dan kompleksitasnya pun turut bertambah. Setelah periode ini, video game menyimpang ke berbagai platform: arcade, mainframe, konsol, pribadi komputer dan kemudian permainan genggam.

Perusahaan komersial pertama konsol permainan video adalah Computer Space pada 1971, yang meletakkan dasar bagi industri hiburan baru di akhir 1970-an di Amerika Serikat, Jepang, dan Eropa. tapi ini perusahaan tidak bertahan lama ini sebagian besar disebabkan oleh banjir dari video game yang datang ke pasar mengakibatkan keruntuhan total industri game konsol di seluruh dunia, akhirnya menggeser dominasi pasar dari Amerika Utara ke Jepang.

Tapi ini hanya mempengaruhi pasar game konsol, pasar game komputer sebagian besar tidak terpengaruh. Generasi selanjutnya dari konsol video game akan terus didominasi oleh perusahaan-perusahaan Jepang.

Walaupun beberapa upaya akan dilakukan oleh Amerika Utara dan perusahaan-perusahaan Eropa, generasi keempat konsol, usaha mereka pada akhirnya akan gagal. Tidak sampai generasi keenam konsol permainan video akan non-perusahaan Jepang merilis sebuah sistem konsol sukses secara komersial. Pasar telah mengikuti jalan yang sama dengan beberapa kali gagal dilakukan oleh perusahaan-perusahaan Amerika yang semuanya gagal di luar beberapa keberhasilan terbatas dalam permainan elektronik genggam sejak dini.

Saat ini hanya perusahaan-perusahaan Jepang memiliki sukses besar konsol game handheld, walaupun dalam beberapa tahun terakhir permainan genggam telah datang ke perangkat seperti ponsel dan PDA.

D. Bola Basket Jalanan (*Streetball*)



Gambar 5 : Bola Basket Jalanan (*Streetball*)
(https://ivanabcruz.files.wordpress.com/2011/11/event_112811-2.jpg)

Streetball atau Bola Basket jalanan adalah variasi dari olahraga bola basket yang dimainkan di lapangan luar ruangan, yang tidak mementingkan aturan aturan formal yang biasa ada dalam permainan bola basket. Dengan demikian, para pemain dapat lebih leluasa menunjukkan kemampuannya kepada publik.

Tidak ada wasit dalam permainan ini. Jika seorang pemain merasa orang lain telah melakukan pelanggaran, maka ia cukup mengatakan "Foul!". Lalu bola akan diberhentikan, dan akan diberikan kepada tim yang telah dikenai pelanggaran.

E. Permainan FreeStyle 2 Street Basketball

FreeStyle 2 adalah game MMO (Massively Multiplayer Online) yang berbasis Street Basketball. Pemain akan disuguhkan dengan sebuah liga Street Basketball dan diperbolehkan untuk menggunakan diperbolehkan untuk menggunakan gerakan *freestyle*.

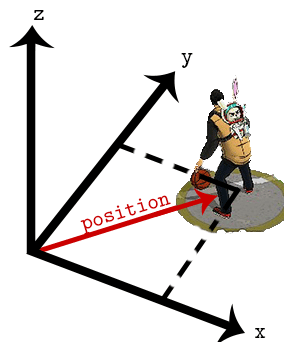
Permainan dimainkan 3 pemain melawan 3 pemain. Pemain hanya difokuskan untuk memainkan 1 pemain dengan posisi yang telah ditentukan di awal permainan. Jadi 2 pemain yang lainnya adalah orang lain. Di permainan ini, kerja sama tim akan dilatih dan diuji.

Ada 5 posisi yang dapat dipilih oleh pemain dan masing masing posisi memiliki kekhususan tersendiri.

1. Center (C)
Memiliki postur tubuh yang besar sehingga memudahkan untuk perebutan bola dibawah ring.
2. Power Forward (PF)
Memiliki stamina yang tinggi dan kemampuan fisik yang hebat membuat dirinya menjadi posisi tumpuan bagi tim.
3. Small Forward (SF)
Memiliki fleksibilitas yang tinggi sehingga dapat melakukan beragam aksi.
4. Point Guard (PG)
Posisi untuk memimpin tim dengan kemampuan mengumpan bola yang tinggi.
5. Shooting Guard (SG)
Memiliki kemampuan untuk memasukan bola dalam ring (*shooting*) yang tinggi.

III. PENGGUNAAN ALJABAR VEKTOR DALAM PERMAINAN FREESTYLE 2 STREET BASKETBALL

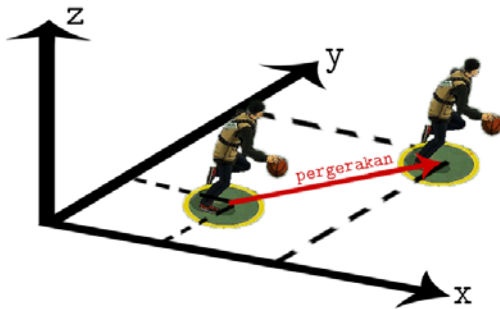
Game ini merupakan game yang telah menggunakan banyak pengaplikasian matematika. Salah satunya aljabar vektor. Permainan ini menyajikan berbagai gerakan permainan bola basket seperti, *dribbling*, *passing*, *shooting*, dan *dunk*. Gerakan ini dalam pemrogramannya tentulah tidak mudah. Gerakan-gerakan ini dibuat dengan memanfaatkan aljabar vektor.



Gambar 6 : Vektor untuk penentuan posisi pemain

Pertama kita lihat penggunaan vektor untuk posisi pemain ketika dia sedang diam. Tentunya ini hal yang penting dalam pembuatan game ini. Dengan penentuan koordinat posisi dari pemain, barulah kita dapat melakukan operasi operasi vektor lainnya untuk gerakan lainnya.

Kita lihat saja gerakan dribbling atau menggiring bola basket.

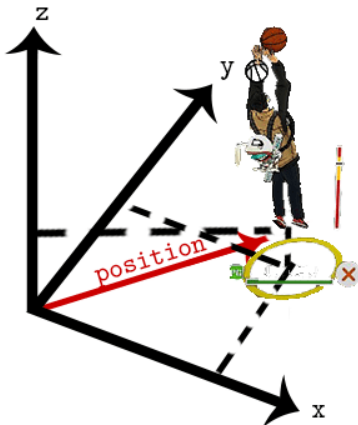


Gambar 7 : Vektor untuk gerakan *Dribble*.

Misalkan Posisi Awal Pemain A (2,3,0) dan Posisi Akhir Pemain B(4,7,0). Maka vektor untuk gerakan pemain adalah $\vec{AB} = (4 - 2)\mathbf{i} + (7 - 3)\mathbf{j} + 0\mathbf{k} = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$. Mengapa koordinat pada sumbu z 0? Karena dalam game diasumsikan garis $z = 0$ adalah pada dasar lapangan. Pemain sedang melakukan dribbling pada dasar lapangan, sehingga tidak ada perubahan sumbu z.

Kecepatan pemain ini juga ditentukan oleh pergerakannya dalam tiap waktu. Semakin sedikit waktu yang dibutuhkan pemain untuk mencapai tujuannya, semakin cepat dribble yang dilakukan. Misal waktu yang dibutuhkan oleh pemain itu untuk mencapai B dari A adalah 2 detik. Sehingga, kecepatannya adalah

$$\vec{v} = \frac{\vec{AB}}{t} = \frac{(4-2)\mathbf{i} + (7-3)\mathbf{j} + 0\mathbf{k}}{2} = \mathbf{1i} + 2\mathbf{j}.$$



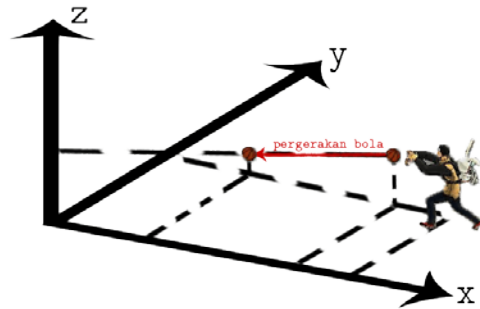
arizho

Gambar 8 : Vektor untuk penentuan posisi pemain ketika melakukan tembakan (*shooting*)

Misalkan Posisi awal Pemain sebelum melakukan shooting adalah A(2,3,0) lalu posisi Akhir pemain sesaat ketika telah melakukan shooting adalah B(2,3,3). Maka vektor untuk gerakan pemain melakukan shooting adalah $\vec{AB} = (2 - 2)\mathbf{i} + (3 - 3)\mathbf{j} + (3 - 0)\mathbf{k} = 3\mathbf{k}$. Disini ada perubahan pada sumbu z, karena pemain melakukan lompatan untuk melakukan shooting.

Bisa kita lihat disebelah kanan pemain itu ada sebuah bar berwarna merah kuning. Bar tersebut untuk

menunjukkan keakuratan pemain dalam melakukan shooting. Jika penanda bar berada di warna kuning, semakin tinggi keakuratan shooting yang dilakukan.



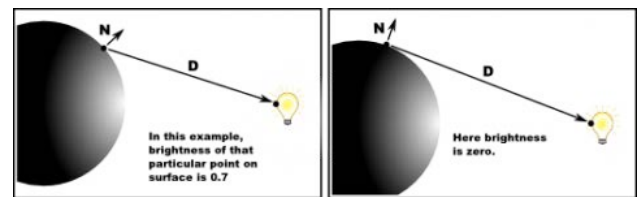
Gambar 9 : Vektor untuk gerakan bola basket ketika pemain memberikan umpan (*passing*)

Misalkan Posisi awal bola sebelum pemain melakukan passing adalah A(4,5,3) lalu posisi Akhir pemain sesaat ketika telah melakukan shooting adalah B(2,3,3). Maka vektor untuk gerakan pemain melakukan shooting adalah $\vec{AB} = (2 - 4)\mathbf{i} + (3 - 5)\mathbf{j} + (3 - 3)\mathbf{k} = -2\mathbf{i} - 2\mathbf{j}$. Disini tidak ada perubahan pada sumbu z, karena asumsi pemain melakukan umpan yang lurus (tidak naik maupun turun).

Kecepatan passing pemain ini juga ditentukan oleh pergerakannya dalam tiap waktu. Semakin sedikit waktu yang dibutuhkan bola untuk mencapai tujuannya, semakin cepat passing yang dilakukan. Misal waktu yang dibutuhkan oleh pemain itu untuk mencapai B dari A adalah 2 detik. Sehingga, kecepatannya adalah

$$\vec{v} = \frac{\vec{AB}}{t} = \frac{(2-4)\mathbf{i} + (3-5)\mathbf{j} + (3-3)\mathbf{k}}{2} = -\mathbf{1i} - \mathbf{1j}.$$

Aplikasi lain dari vektor adalah pencahayaan. Tingkat kecerahan suatu titik dapat ditentukan oleh garis normal dari permukaan tersebut dan letak sumber cahaya.



$$\text{PointBrightness} = \mathbf{D.Normalize}() \cdot \mathbf{N}$$

(where \mathbf{D} is point-to-light vector, \mathbf{N} is surface normal)

Gambar 10 : Pemanfaatan Vektor pada *Brightness* (http://uploads.gamedev.net/monthly_03_2013/ccs-208401-0-22543900-1363394751_thumb.png)

Bisa kita lihat pada gambar. Jarak antara sumber dengan titik kita misalkan $\vec{D} = \vec{P}_{sumber} - \vec{P}$. Lalu kita misalkan lagi arah dari cahaya ke titik adalah \vec{r}_D . Maka tingkat kecerahan pada suatu titik dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Tingkat kecerahan} = \vec{N} \cdot \vec{r}_D$$

IV. KESIMPULAN

Aljabar Vektor dapat diaplikasikan pada berbagai macam ilmu pengetahuan salah satunya yaitu Informatika. Salah satu pengaplikasian aljabar vektor pada bidang informatika adalah pembuatan game FreeStyle 2 Street Basketball. Pengaplikasian tersebut meliputi gerakan gerakan pemain dalam permainan dan pencahayaan. Dengan demikian, aljabar vektor sangatlah penting dalam pembuatan game.


REFERENSI

- [1] John Vince, Geometric Algebra for Computer Graphics. Springer. 2007
- [2] Howard Anton, Elementary Linear Algebra, 10th edition, John Wiley and Sons, 2010
- [3] <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/Drs.%20Agus%20Santoso.%20M.Pd./VEKTOR.pdf> diakses 10 Desember 2015
- [4] <http://freestyle2.gamekiss.com/main> diakses 9 Desember 2015
- [5] http://www.gamedev.net/page/resources/_/technical/math-and-physics/practical-use-of-vector-math-in-games-r2968 diakses 11 Desember 2015
- [6] <https://g2hcombrowordpress.com/sejarah-perkembangan-game/> diakses 12 Desember 2015

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, 12 Desember 2015



Ari Pratama Zhorifiandi - 13514039