

Pemanfaatan Vektor pada Permainan *Super Mario Bros*

Alvin Junianto Lan 13514105

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

alvin.junianto@std.itb.ac.id

Abstrak—Makalah ini berisi salah satu contoh pemanfaatan cabang Aljabar Geometri yaitu Aljabar Vektor. Vektor merupakan suatu besaran yang memiliki nilai dan arah, dan aljabar vektor akan membahas bagaimana interaksi antara vektor dan vektor lainnya. Dari hubungan antar vektor dapat diperoleh banyak pemanfaatan dalam berbagai bidang, terutama dalam era teknologi saat ini vektor kerap kali digunakan sebagai dasar gerakan atau desain grafis pada berbagai program. *Super Mario Bros* merupakan permainan yang sangat populer yang dirilis pada perangkat *console* dan menjadi pionir dalam perkembangan *game* generasi berikutnya sudah memanfaatkan vektor dalam pembuatannya. Secara spesifik pada makalah ini akan dijelaskan pemanfaatan teori aljabar vektor dalam *gameplay* permainan *Super Mario Bros*.

Kata Kunci—Aljabar Vektor, Aplikasi, *Super Mario Bros*, Vektor.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia akan sarana hiburan memang cukup penting, melalui sarana hiburan ini seseorang dapat beristirahat sejenak dari berbagai tekanan yang ada pada rutinitasnya. Salah satu sarana hiburan yang ada adalah permainan atau *game*, mulai dari permainan tradisional hingga modern. Di era kemajuan teknologi saat ini permainan berbasis teknologi memberikan daya tarik sendiri salah satunya adalah *video game*, hal ini membuat banyak pihak terus mengembangkannya. Bahkan yang awalnya merupakan sarana hiburan, kini *game* menjadi salah satu industri yang berkembang dan menjanjikan.

Video Game mulai dikenal awalnya pada tahun 1971 melalui *video game console* bernama *Computer Space*. Dan dalam perkembangannya *video game* terus berkembang melalui konsol permainan yang lebih mutakhir. Jepang merupakan salah satu negara yang memiliki peran penting dalam perkembangan *video game* karena perusahaan-perusahaan asal Jepang terus berinovasi dan mendominasi pasar *video games* dunia. *Nintendo*, perusahaan asal Jepang yang memberikan langkah besar dalam kemajuan *video game* setelah meluncurkan *NES (Nintendo Entertainment System)* dan produknya ini berhasil diterima oleh pasar internasional.

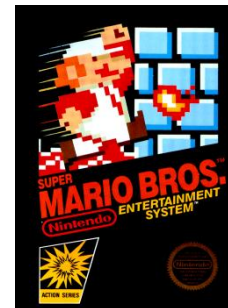
Salah satu yang melambungkan nama *Nintendo* dan

menjadi salah satu ikon utama *Nintendo* hingga saat ini adalah permainan *Super Mario Bros*. Permainan platform yang diterbitkan pada akhir 1985 ini berhasil menarik perhatian dunia melalui karakter, tampilan serta *gameplay* nya ini yang tergolong baru pada zamannya. Dalam permainannya Mario, tokoh utama *Super Mario Bros*, dapat bergerak maju mundur serta melompat dalam arena permainan untuk menyelesaikan misinya dalam permainan tersebut. Gerakan-gerakan yang dilakukan Mario ini ternyata secara garis besar memanfaatkan vektor dalam penerapannya. Kalau saat ini kita melihat penerapan vektor yang kompleks pada berbagai *video games*, ternyata sejak dahulu dalam *video game* yang saat ini dianggap cukup sederhana sudah memanfaatkan dasar teori dari vektor itu sendiri.

II. LANDASAN TEORI

A. *Super Mario Bros*

Game Super Mario Bros yang umum disingkat *SMB* ini merupakan sebuah permainan platform yang dikembangkan dan diterbitkan oleh perusahaan asal Jepang yaitu *Nintendo*. Permainan ini diluncurkan pada akhir tahun 1985 untuk konsol permainan video *Nintendo Entertainment System*.



Gambar 1. Cover Game *Super Mario Bros*

(Sumber : http://mario.wikia.com/wiki/Super_Mario_Bros. diakses pada 15 Desember 2015 pkl. 21.04 WIB)

Permainan yang bercerita tentang seorang tukang ledeng bernama Mario yang berada di negeri jamur ini berhasil menjadi salah satu *game* terlaris sepanjang masa dengan pencapaian serial permainan yang berhasil terjual lebih dari 193 juta eksemplar di seluruh dunia. Berikut

adalah keterangan mengenai karakter dan permainan pada *Super Mario Bros* :

1. Karakter dalam Permainan

Seperti nama dari permainan ini, tokoh utama dalam permainan adalah Mario. Mario pertama kali muncul dalam game *Donkey Kong*. Pertama kali kemunculannya Mario belum memiliki nama panggilan, Mario hanya dipanggil dengan nama "Jumpman". Tadinya Mario dipanggil dengan nama *Mr. Video Game* di Jepang. Nama Mario diberikan karena karakter Mario sangat mirip dengan pimpinan *Nintendo* Amerika yang berkebangsaan Italia bernama Mario Seagle. Shigeru Miyamoto sadar betul kalau nama-nama Jepang akan sulit diterima masyarakat umum dan akan mengurangi kepopuleran karakter ini di luar Jepang.



Gambar 2. Mario dan Luigi

(Sumber : <http://banjo2015.deviantart.com/art/Mario-and-Luigi-2015-render-538716437> diakses pada 15 Desember 2015 pkl. 21.15 WIB)

Mario sebenarnya berprofesi sebagai tukang kayu, bukan tukang ledeng seperti sekarang ini. Percaya atau tidak, pekerjaannya sebagai tukang ledeng tidak pernah dibawa ke dalam game, bahkan pipa ledeng dalam game *Super Mario Bros* berfungsi sebagai alat transportasi. Keahlian Mario memperbaiki pipa ledeng justru disoroti pada serial animasinya.

Mario sendiri diciptakan oleh Shigeru Miyamoto dalam tampilan sebagai seseorang yang mengenakan pakaian dengan kombinasi warna biru dan merah lengkap dengan topi dengan huruf M dan kumis yang tebal.

Beberapa karakter penting yang ada pada permainan ini adalah, Luigi yang merupakan adik dari Mario biasa tampil dalam balutan pakaian warna hijau dan putih. Kemudian ada pula Bowser yang menjadi karakter penjahat dalam permainan ini, dan Putri Toadstool yang digambarkan sebagai pujaan hati Mario yang harus diselamatkannya dari tangan Bowser.

2. Gameplay

Pemain dapat memerankan karakter dalam dua moda, yang pertama pemain dapat berperan sebagai Mario dan yang kedua pemain dapat berganti dengan kontrol kedua sebagai Luigi, saudara dari Mario. Tujuan dari permainan ini adalah membawa Mario ataupun Luigi untuk

menjelajahi Kerajaan Jamur demi menyelamatkan Putri Toadstool. Namun di dalam perjalanannya Mario dan Luigi akan mendapat banyak rintangan dari Bowser musuh utamanya, pemain harus membawa Mario dan Luigi menghancurkan dan melawan prajurit Bowser terlebih dahulu.

Permainan ini terdiri dari delapan tingkatan (*level*), dan disetiap level terdapat 4 babak. Lawan yang terdapat dalam permainan ini dapat dihancurkan dengan cara diinjak setelah karakter pemain melompat. Di dalam permainannya juga, Mario akan mendapatkan koin dan bonus lain dengan melompat dan menabrakkan kepalanya pada balok dengan tanda tanya. Bonus yang dapat diperoleh dari balok dengan simbol tanda tanya tersebut dapat berupa banyak hal, salah satunya adalah jamur berwarna merah. Mario dapat meningkatkan kekuatannya jika ia mendapatkan jamur berwarna merah. Selain itu kekuatan Mario juga dapat meningkat dan mampu menembakkan peluru bila Mario mendapat bunga berapi.

Pemain hanya diberi kesempatan sebanyak 3 kesempatan. Kesempatan tersebut akan berkurang jika karakter pemain berhasil ditabrak atau ditembak oleh musuh. Namun kesempatan tersebut juga dapat bertambah jika pemain memperoleh jamur berwarna hijau yang biasanya disembunyikan di tempat-tempat di area permainan atau dapat dengan mengumpulkan 100 koin. Permainan akan berakhir jika kesempatan yang dimiliki pemain habis, maka jika permainan berakhir maka pemain harus mengulang *level* tersebut dari babak yang pertama.

B. Aljabar Vektor

1. Vektor

Vektor adalah suatu besaran yang memiliki besar dan arah. Vektor biasanya digunakan untuk memecahkan permasalahan fisik seperti gerak, gaya dan sebagainya. Secara grafis suatu vektor ditunjukkan sebagai potongan garis yang mempunyai arah. Besar atau kecilnya vektor ditentukan oleh panjang atau pendeknya potongan garis. Pada vektor akan terdapat tanda anak panah, tanda anak panah ini menunjukkan arah dari vektor tersebut.

a. Komponen Vektor

Vektor dibentuk dari dua buah titik dimana satu titik sebagai pangkal dan satu titik lainnya sebagai ujung. Vektor yang berpangkal di titik $A(a_1, a_2)$ dan berujung di titik $B(b_1, b_2)$ memiliki komponen sebagai berikut:

$$\overrightarrow{AB} = \begin{pmatrix} b_1 - a_1 \\ b_2 - a_2 \end{pmatrix}$$

Jika suatu vektor berpangkal di titik pusat $O(0,0)$ dan berujung di titik $A(a_1, a_2)$ maka vektor tersebut cukup dituliskan dalam satu huruf sesuai huruf titiknya dan ditulis huruf kecilnya. Vektor yang berpangkal di titik pusat O dan berujung di suatu titik disebut vektor posisi. Vektor OA dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\overrightarrow{OA} = \vec{a} = \begin{pmatrix} a_1 - 0 \\ a_2 - 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}$$

b. Notasi Vektor

Sebuah vektor dapat dituliskan dalam beberapa bentuk notasi. Berikut ini adalah penulisan notasi vektor :

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix}$$

$$\vec{v} = (v_1, v_2)$$

$$\vec{v} = v_1 \vec{i} + v_2 \vec{j}$$

Ketiganya memiliki arti yang sama, yaitu vektor dengan komponen v_1 dan v_2 .

c. Panjang Vektor

Seperti dijelaskan di awal, vektor adalah ruas garis. Oleh karena itu, sebuah vektor memiliki ukuran panjang. Panjang vektor dinotasikan dengan nama vektor tersebut diapit oleh tanda $|\dots|$ dan didefinisikan sebagai akar pangkat dua dari jumlah kuadrat masing-masing komponennya. Panjang dari sebuah vektor yang diperoleh dari komponen-komponennya adalah sebagai berikut:

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} \Rightarrow |\vec{v}| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

d. Vektor Satuan

Salah satu jenis vektor yang banyak digunakan adalah vektor satuan. Vektor satuan digunakan untuk menggambarkan suatu vektor pada sistem koordinat kartesian dari titik (0,0) sampai titik (1,0) untuk vektor satuan \vec{i} dan dari titik (0,0) sampai titik (0,1) untuk vektor satuan \vec{j} . Arah vektor \vec{i} positif sesuai dengan arah sumbu X positif dan Arah vektor \vec{j} positif sesuai dengan arah sumbu Y positif.

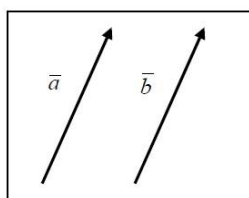
2. Aljabar Vektor

Aljabar vektor adalah operasi yang dilakukan pada dua atau lebih vektor. Operasi yang dapat dilakukan antar vektor antara lain penambahan, pengurangan dan perkalian. Operasi vektor dapat dilakukan melalui komponen-komponen skalarnya.

a. Kesamaan Dua vektor

Dua vektor dapat dikatakan sama apabila panjang serta arahnya sama.

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



Gambar 3. Kesamaan pada dua vektor

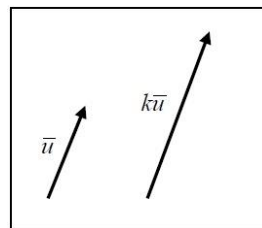
(Sumber : staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan diakses pada 15 Desember 2015 pkl. 21.19 WIB)

b. Vektor Negatif

Vektor negatif mempunyai ukuran sama dengan vektor positifnya tetapi arahnya berlawanan. Vektor negatif sering disebut sebagai *vektor invers*.

c. Perkalian Vektor dengan Skalar

Misalkan k bilangan real yang positif, maka $k \vec{u}$ adalah vektor yang panjangnya $k |\vec{u}|$ dan mempunyai arah yang sama dengan \vec{u} .



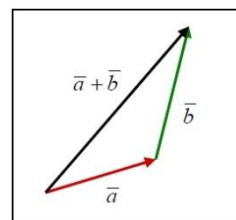
Gambar 4. Perkalian vektor dengan skalar

(Sumber : staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan diakses pada 15 Desember 2015 pkl. 21.21 WIB)

d. Penjumlahan Vektor

1) Aturan Segitiga

Perhatikan gambar di samping. Jika AB dan BC mewakili a dan b maka AC dikatakan penjumlahan vektor $a + b$.

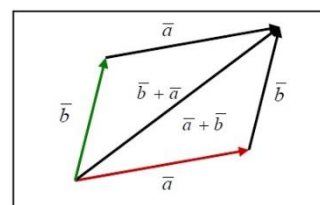


Gambar 5. Penjumlahan vektor dengan aturan segitiga

(Sumber : staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan diakses pada 15 Desember 2015 pkl. 21.25 WIB)

2) Aturan Jajaran Genjang

AB dan DC mewakili vektor a dan BC dan AD mewakili vektor b , maka $AC = a + b$ atau $AC = b + a$.

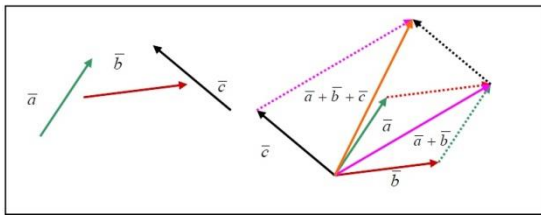


Gambar 6. Penjumlahan vektor dengan aturan jajaran genjang

(Sumber : staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan diakses pada 15 Desember 2015 pkl. 21.28 WIB)

3) Aturan Polygon

Penjumlahan beberapa vektor dapat dilakukan dengan aturan polygon, seperti contoh pada gambar berikut:



Gambar 7. Penjumlahan vektor dengan aturan Polygon

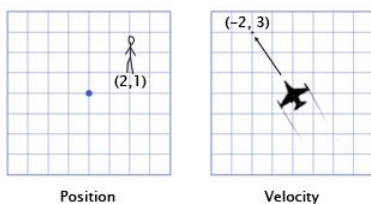
(Sumber : staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan diakses pada 15 Desember 2015 pkl. 21.31 WIB)

e. Selisih Dua Vektor

Untuk menentukan nilai selisih dua arah vektor \vec{a} dan \vec{b} , dinyatakan sebagai $\vec{a} - \vec{b}$, dapat diterapkan sebagai penjumlahan vektor a dengan invers vektor \vec{b} yaitu vektor $-\vec{b}$. Maka $\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$.

III. PEMANFAATAN VEKTOR PADA PERMAINAN SUPER MARIO BROS

Super Mario Bros yang diimplementasikan dalam tampilan dua dimensi, memanfaatkan vektor untuk mengidentifikasi posisi, arah dan kecepatan dari karakter yang digerakkan pemain. Keseluruhan arena permainan *Super Mario Bros* dapat dilihat sebagai bidang koordinat Kartesius dengan sumbu X sebagai sumbu horizontal dan sumbu Y sebagai sumbu vertikal, dimana posisi akan menyatakan suatu titik pada bidang serta gerakan karakter sebagai vektor yang ada di bidang tersebut juga.



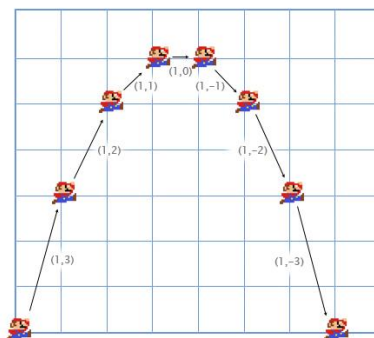
Gambar 8. Posisi dan Kecepatan pada Bidang Kartesius

(Sumber : <http://blog.wolfire.com/2009/07/linear-algebra-for-game-developers-part-1/> diakses pada 15 Desember 2015 pkl. 23.09 WIB)

Dan sesuai dengan *gameplay* dari *Super Mario Bros* sendiri, dimana karakter dalam permainan mampu bergerak maju, mundur dan melompat. Setiap gerakan ini tentunya akan memanfaatkan vektor untuk membuat posisi karakter berpindah sesuai gerakan yang diperintahkan oleh pemain. Gerakan maju atau mundur pada Mario merupakan bentuk dari vektor yang hanya memiliki nilai pada sumbu horizontal saja. Berarti untuk perintah gerakan maju vektor gerakan akan mengarah ke sumbu X positif dengan besar yang sudah ditentukan dalam program permainannya, dan sebaliknya pada gerakan mundur yang berarti vektor gerakan karakter akan mengarah ke sumbu X negatif dengan besar tertentu

juga. Sedangkan untuk gerakan melompat Mario, vektor gerakan hanya akan memiliki besar pada sumbu vertikal. Jadi ketika terdapat perintah untuk melompat, vektor gerakan akan mengarah ke sumbu y positif dengan besar tertentu juga. Namun jika hanya ada vektor gerakan tersebut saja, maka seharusnya sesudah dilakukan perintah melompat posisi karakter akan terus 'naik' karena tidak adanya vektor yang memberikan besar tertentu ke arah sumbu Y negatif. Maka dari itu pasti terdapat suatu vektor dengan besaran tertentu yang selalu diperhitungkan ketika ada vektor gerakan yang mengarah ke arah sumbu Y positif. Vektor tersebut pasti memiliki arah ke arah yang sama dengan negatif dari vektor gerakan melompat dengan besar tertentu. Bisa dianggap vektor tersebut seperti vektor yang menggambarkan gravitasi sehingga akan membuat posisi vertikal karakter kembali ke awal setelah gerakan melompat.

Dan dengan begitu maka dapat dikatakan kalau perubahan posisi karakter pada Permainan *Super Mario Bros* setiap *frame* nya merupakan penerapan dari penjumlahan vektor gerakan-gerakannya. Misalkan posisi awal Mario berada di (0,0) dengan setiap gerakan maju maka vektor gerakan akan bernilai $\vec{v} = 1\vec{i} + 0\vec{j}$, ketika mundur akan menjadi negatif dari vektor maju dan jika melompat vektor lompat bernilai $\vec{h} = 0\vec{i} + 3\vec{j}$ dan menganggap jika vektor gravitasi bernilai $\vec{g} = 0\vec{i} - 1\vec{j}$. Maka ketika pemain memberikan perintah melompat ketika karakter sedang bergerak maju kecepatan dari karakter menjadi penjumlahan dari \vec{v} dan \vec{h} , hasilnya menjadi $\vec{f} = 1\vec{i} + 3\vec{j}$. Setelah itu perlu diperhitungkan juga adanya vektor gravitasi sebesar (0,-1) yang akan menarik karakter ke bawah hingga posisi vertikal karakter kembali ke awal. Tampilan setiap *frame* yang dihasilkan akan merubah posisi karakter ke titik ujung dari vektor kecepatan dengan titik pangkal vektor sebagai posisi awal karakter. Dan setelah posisi berpindah, vektor kecepatan akan diakumulasi dengan vektor gerakan lain, pada kasus ini vektor kecepatan akan dijumlahkan dengan vektor gravitasi. Penggambaran perubahan posisi serta perubahan kecepatan dari kondisi awal karakter melompat hingga posisi vertikalnya kembali ke awal adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Perubahan Posisi dan Kecepatan Mario

(Sumber : <http://blog.wolfire.com/2009/07/linear-algebra-for-game-developers-part-1/> diakses pada 15 Desember 2015 pkl. 23.56 WIB)

Jika diperhatikan, dapat dilihat kalau perpindahan posisi karakter Mario adalah sebesar panjang dari vektor kecepatannya. Prinsip gerakan dengan menjumlahkan vektor setiap *frame* nya tidak hanya pada gerakan karakter Mario saja, tetapi juga karakter-karakter lain dalam permainan seperti gerakan pasukan dari lawan Mario yaitu Bowser. Hanya perbedaannya, gerakan karakter selain karakter yang digerakan oleh pemain sudah diprogram sejak awal sehingga gerakannya pun akan pasti dan tetap. Pada perkembangan berikutnya, dari kelanjutan sekuel permainan ini lebih banyak lagi penggunaan dan pemanfaatan vektor yang bukan hanya pada *gameplay* saja tetapi pada grafik yang ditampilkannya juga, contohnya adalah pembentukan bayangan yang memanfaatkan *dot product* dan masih banyak lagi.

IV. KESIMPULAN

Dalam *game Super Mario Bros* untuk gerakan karakter secara berkesinambungan menerapkan penjumlahan dan pengurangan vektor-vektor kecepatannya. Dengan vektor kecepatan merupakan akumulasi dari vektor-vektor gerakan pada karakter tersebut dan posisi akhir setelah gerakan dilakukan adalah titik ujung dari vektor kecepatan dengan titik pangkalnya adalah posisi awal karakter.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memampukan penulis untuk menyelesaikan makalah ini dengan baik. Selanjutnya penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua penulis serta rekan-rekan di sekitar penulis yang terus memberikan dukungan dan nasihat sehingga menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan kewajiban dalam perkuliahan di ITB.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Judhi Santoso dan Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir selaku dosen mata kuliah Aljabar Geometri yang telah memberikan tugas ini serta membekali penulis dengan materi yang berkaitan dengan Aljabar Geometri yang digunakan dan dimanfaatkan dalam penulisan makalah ini. Tidak lupa penulis juga berterima kasih kepada pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak telah membantu dalam merampungkan makalah ini.

REFERENSI

- [1] <http://blog.wolfire.com/2009/07/linear-algebra-for-game-developers-part-1>, diakses pada tanggal 16 Desember 2015, pukul 00.19
- [2] http://gaming.wikia.com/wiki/Super_Mario_Bros, diakses pada tanggal 15 Desember 2015, pukul 21.44
- [3] <https://g2hcombrowordpress.wordpress.com/sejarah-perkembangan-game/>, diakses pada tanggal 14 Desember 2015, pukul 20.05
- [4] <https://guntur24.wordpress.com/2015/04/21/sejarah-perkembangan-game-mario-bross>, diakses pada tanggal 14 Desember 2015, pukul 20.19
- [5] <https://g2hcombrowordpress.wordpress.com/sejarah-perkembangan-game/>, diakses pada tanggal 14 Desember 2015, pukul 20.05
- [6] <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/Drs.%20Agus%20Santoso,%20M.Pd./VEKTOR.pdf>, diakses pada tanggal 15 Desember 2015, pukul 22.01

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

Alvin Junianto Lan - 13514105

