

PENGEMBANGAN PROGRAM VRML (VIRTUAL REALITY MODELLING LANGUAGE) UNTUK E-LEARNING BERBASIS WEB TERINTEGRASI DALAM PHP-MYSQL MATA KULIAH ILMU PENGETAHUAN BUMI DAN ANTARIKSA POKOK BAHASAN SISTEM TATA SURYA

Azwar Anas, Wahyu Hardyanto, Isa Akhlis

Jurusan Fisika FMIPA UNNES
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati Semarang

Abstrak Pemahaman tentang fenomena sistem tata surya membutuhkan daya imajinasi yang cukup. Hal ini merupakan salah satu kesulitan dalam memahami materi tentang sistem tata surya, sehingga diperlukan adanya visualisasi untuk membantu mengatasi kesulitan tersebut. Salah satu visualisasi adalah dengan menggunakan program visualisasi 3D. Pembuatan program diawali dengan identifikasi masalah dan persiapan perangkat lunak. Dalam hal ini program yang digunakan adalah VRML (*Virtual Reality Modelling Language*). Pelaksanaan pembuatan program dimulai dengan memodelkan gejala-gejala fisis yang terkait dengan fenomena sistem tata surya. Bahasa pemrograman VRML hanya mampu melakukan perhitungan dasar yang sangat sederhana. Untuk perhitungan data yang kompleks digunakan bantuan Microsoft Office Excel. Data yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan Microsoft Office Excel kemudian dimasukkan ke dalam *list* program VRML. Hasil penelitian berupa pemodelan sistem tata surya yang diintegrasikan dalam *e-learning* berbasis *web*. Untuk menampilkan hasil program ini digunakan *browser* Cortona VRML *player*. Tampilan 3D yang dihasilkan menarik dan interaktif. User dapat mengamati model 3D dari berbagai sudut pengamatan dengan menggunakan *toolbar* yang tersedia pada *browser*.

Kata kunci : VRML, visualisasi 3D, sistem tata surya

PENDAHULUAN

Dalam ilmu fisika terdapat fenomena-fenomena fisika yang membutuhkan kemampuan untuk berfikir abstrak dalam pembelajarannya. Salah satu fenomena tersebut adalah fenomena tentang sistem tata surya. Hal ini merupakan salah satu kesulitan dalam memahami materi tentang sistem tata surya. Kesulitan tersebut secara tidak langsung dapat teridentifikasi dengan munculnya teori geosentris, yaitu bumi dianggap sebagai pusat sistem tata surya. Sedangkan dalam perkembangannya teori yang diterima adalah teori heliosentris, yakni matahari sebagai pusat alam semesta dan bumi merupakan salah satu planet yang mengitari matahari.

Keluhan mengenai kesulitan dalam belajar fisika adalah hal biasa yang dilontarkan para siswa, bahkan orang awam mempunyai anggapan bahwa fisika adalah pelajaran sulit. Dalam upaya meningkatkan mutu pendidikan khususnya pada bidang studi fisika, telah diadakan berbagai perubahan baik dari segi pengajaran ataupun sistem pengajarannya. Selain itu, juga perlu adanya suatu bentuk proses pembelajaran yang tepat. Peningkatan ini bisa berupa komputerisasi di bidang fisika (Rahman, 2005:6).

Dengan memperhatikan uraian di depan peneliti mencoba membuat visualisasi interaktif dalam tiga dimensi tentang fenomena-fenomena fisika yang membutuhkan kemampuan berpikir abstrak untuk sistem tata surya dengan menggunakan program VRML 2.0 (*Virtual Reality Modelling Language*). Kemudian program tersebut di-embed dalam *e-learning* yang dapat digunakan oleh dosen, mahasiswa dalam kegiatan perkuliahan serta dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pengajaran dan pembelajaran di kampus jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.

Metode Numerik

Metode numerik merupakan teknik yang digunakan untuk memformulasikan persoalan matematik sehingga dapat dipecahkan hanya dengan operasi perhitungan aritmatika biasa (penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian). Metode artinya cara, sedangkan numerik artinya angka. Jadi metode numerik secara harfiah berarti berhitung dengan menggunakan angka-angka. Dengan metode numerik, hanya diperoleh solusi yang menghampiri atau mendekati solusi sebenarnya sehingga solusi numerik dinamakan juga solusi hampiran (*aproximation*) atau solusi pendekatan. Solusi hampiran tidak tepat sama dengan solusi sebenarnya, ada selisih antara keduanya. Selisih ini disebut galat (*error*).

Metode Euler

Sifat alami dari berbagai algoritma pengintegrasian dapat dipahami dengan mengembangkan $v_{n+1} = v(t_n + \Delta t)$ dan

$$x_{n+1} = x(t_n + \Delta t) \text{ dalam suatu seri Taylor}$$

$$v_{n+1} = v_n + a_n \Delta t + O[(\Delta t)^2] \quad (1)$$

$$x_{n+1} = x_n + v_n \Delta t + \frac{1}{2} a_n (\Delta t)^2 + O[(\Delta t)^3] \quad (2)$$

Persamaan (1), (2) merupakan dasar algoritma Euler dengan mempertahankan terminologi orde (Δt) sehingga diperoleh :

$$v_{n+1} = v_n + a_n \Delta t, \quad (3)$$

$$x_{n+1} = x_n + v_n \Delta t \quad (4)$$

Metode Feynman-Newton

Metode half-step merupakan suatu metode orde tertinggi dimana galat dibatasi. Di dalam metode ini kecepatan rata-rata selama suatu interval mempertimbangkan kecepatan pada pertengahan interval tersebut. Metode half-step dapat dituliskan :

$$v_{n+\frac{1}{2}} = v_{n-\frac{1}{2}} + a_n \Delta t \quad (5)$$

$$x_{n+1} = x_n + v_{n+\frac{1}{2}} \Delta t \quad (6)$$

Dengan catatan metode half-step bukan self-starting, yaitu persamaan (6) tidak memperbolehkan untuk menghitung $v_{1/2}$. Masalah ini dapat diatasi dengan mengadopsi algoritma Euler untuk separuh langkah pertama :

$$v_{1/2} = v_0 + \frac{1}{2} a_0 \Delta t \quad (7)$$

Gerak Satelit

Dengan asumsi bahwa planet kita berotasi dan massanya M sedemikian hingga $GM = 1$. Sebagai contoh dari puncak gunung pada planet tersebut ditembakkan meriam secara horisontal dengan kecepatan awal. Gaya gravitasi F yang bekerja pada proyektil mengarah ke pusat planet. Jika massa gunung diabaikan dan jarak proyektil dari planet r serta massa proyektil m gaya yang bekerja adalah :

$$\vec{F} = -\frac{GMm}{r^2} \hat{r} \quad (8)$$

\hat{r} adalah vektor satuan sepanjang r dan tanda minus memperlihatkan gaya \vec{F} berarah ke pusat planet dan G adalah konstanta gravitasi universal yang nilainya $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2$. Menurut hukum kedua Newton didapatkan:

$$a = \frac{\vec{F}}{m} = -\frac{GM}{r^2} \hat{r} \quad (9)$$

Percepatan relatif dari proyektil dengan massa m terhadap bumi dengan massa M, jika $m \ll M$ dapat dihitung sebagai berikut:

Dengan asumsi $GM = 1$ dan komponen-komponen dalam arah x dan y dari percepatan adalah :

$$a_x = -\frac{\cos \theta}{r^2} \text{ dan } a_y = -\frac{\sin \theta}{r^2} \quad (10)$$

dengan

$$\cos \theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \text{ dan}$$

$$\sin \theta = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \quad (11)$$

atau ditulis juga bahwa :

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad (12)$$

jadi diperoleh:

$$a_x = -\frac{x}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} \text{ dan}$$

$$a_y = -\frac{y}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (13)$$

dengan a_x dan a_y adalah percepatan proyektil yang mengelilingi planet yang lebih kompleks dibanding bumi yang datar (Hardyanto, 2003:22).

Virtual Realworld, VRML, VRML Browser

Teknologi VR dapat digunakan secara sendiri sebagai lingkungan virtual saja atau terintegrasi dengan suatu aplikasi pembelajaran multimedia berbasis komputer seperti animasi video, dan teks. Virtual realworld sering diterapkan untuk menyimulasikan atau aplikasi berbasis skenario yang memungkinkan pengguna menampilkan kemampuan dan menerapkan pengetahuan sementara bekerja sesuai kecepatannya sendiri (Bachtiar, 1998:3).

VRML (Virtual Reality Modelling Language) merupakan suatu format file untuk menggambarkan objek tiga dimensi (3D) di dalam

Virtual World (Dunia Semu) yang dapat dikendalikan secara interaktif oleh user (pengguna) dan dapat ditampilkan pada World Wide Web (WWW), sebagaimana file HTML (Hyper-Text Markup Language). Berbeda dengan HTML yang menyajikan informasi berupa teks, gambar, dan video dalam dua dimensi (2D), VRML menggambarkan objek-objek dalam lingkungan virtual 3D. Kemampuan VRML dalam menyajikan objek 3D yang dapat dikendalikan oleh user, baik perorangan (single user) maupun oleh banyak pengguna (multi users) di dalam jaringan komputer (network) seluruh dunia, merupakan terobosan teknologi informasi (Bachtiar, 1998:8).

VRML Browser adalah Perangkat lunak yang membaca file VRML dan menterjemahkan kode-kode VRML untuk ditampilkan sebagai lingkungan virtual 3D di layar monitor, salah satu browser yang dapat digunakan adalah Cortona VRML Player yang dapat di-download dengan mudah melalui internet yaitu pada situs Web <http://parallelgraphic.com/products/player/> (Bachtiar, 1998:16).

PHP dan MySQL

PHP merupakan bahasa pemrograman web yang bersifat server-side HTML-embedded scripting, di mana script-nya menyatu dengan HTML dan berada di server. Artinya adalah sintaks dan perintah-perintah yang kita berikan akan sepenuhnya dijalankan di server tetapi disertakan HTML biasa. PHP dikenal sebagai bahasa scripting yang menyatu dengan tag HTML, dieksekusi di server dan digunakan untuk membuat halaman web yang dinamis seperti ASP (Active Server Pages) dan JSP (Java Server Pages). MySQL adalah sebuah sistem manajemen database open source yang populer dan gratis untuk platform Unix. Sistem manajemen database MySQL menggunakan kumpulan perintah sederhana untuk memasukkan, memanggil, menghapus, dan memperbarui data, dengan ini kita dapat mengembangkan database yang kompleks.

METODE PENELITIAN

Persiapan

- Identifikasi masalah.
- Masalah yang akan dibahas atau dipecahkan adalah pembuatan model sistem tata surya menggunakan program VRML.
- Persiapan perangkat lunak.

Software yang digunakan untuk pembuatan visualisasi tiga dimensi ini adalah dengan program VRML (Virtual Reality Modelling Language) yang bekerja pada Sistem Operasi Windows.

Pelaksanaan pengembangan program

- Memodelkan gejala fisis yang terkait dengan konsep sistem tata surya.
- Mencari solusi persamaan diferensial biasa yang terkait dengan lintasan planet melalui dengan metode numerik Feynmann-Newton.
- Pembuatan algoritma dan program orbit planet.
- Pembuatan algoritma dan program sistem tata surya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan

Persamaan posisi dan kecepatan sebagai fungsi waktu untuk gerak satelit hanya dapat dipecahkan secara solusi numerik. Hal ini dikarenakan percepatan benda berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Menurut hukum II Newton persamaan (8) dapat dituliskan:

$$a = \frac{F}{m} = -\frac{Gm_e}{r^2} \quad (14)$$

arah x dan y dari percepatan adalah:

$$a_x = -\frac{Gm_e}{r^2} \cos \theta \quad \text{dan} \quad a_y = -\frac{Gm_e}{r^2} \sin \theta \quad (15)$$

Atau dapat ditulis juga :

$$a_x = -\frac{Gm_e x}{(x^2 + y^2)^{3/2}} \quad \text{dan} \quad a_y = -\frac{Gm_e y}{(x^2 + y^2)^{3/2}} \quad (16)$$

dengan a_x dan a_y adalah percepatan satelit yang mengelilingi planet.

Persamaan posisi dan kecepatan untuk metode Euler dituliskan seperti persamaan (19) dan (12).

$$v_{x_{n+1}} = v_x + a_x \Delta t \quad v_{y_{n+1}} = v_y + a_y \Delta t \quad (17)$$

dan

$$x_{n+1} = x_n + v_x \Delta t \quad y_{n+1} = y_n + v_y \Delta t \quad (18)$$

Perhitungan metode Feynman-Newton dituliskan:

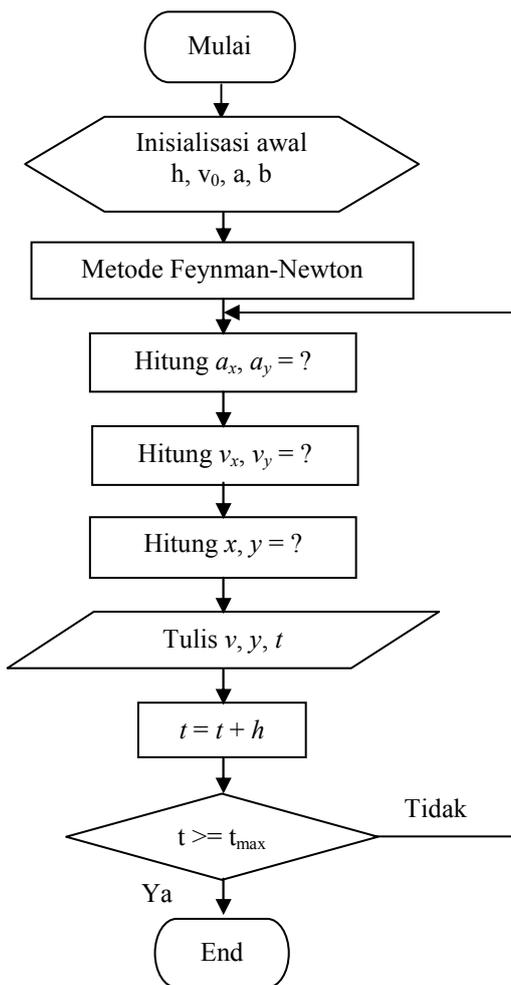
$$v_{x_{n+\frac{1}{2}}} = v_{x-\frac{1}{2}} + a_x \Delta t \quad v_{y_{n+\frac{1}{2}}} = v_{y-\frac{1}{2}} + a_y \Delta t$$

$$x_{n+1} = x_n + v_{x+\frac{1}{2}} \Delta t \quad y_{n+1} = y_n + v_{y+\frac{1}{2}} \Delta t \quad (19)$$

$$(20)$$

Alur penulisan program (flowchart)

Dalam Pengembangan program VRML (Virtual Reality Modelling Language) untuk e-learning berbasis web terintegrasi dalam PHP-MySQL mata kuliah ilmu pengetahuan bumi dan antariksa pokok bahasan Sistem Tata Surya, penulis menggunakan alur penulisan program (flowchart).

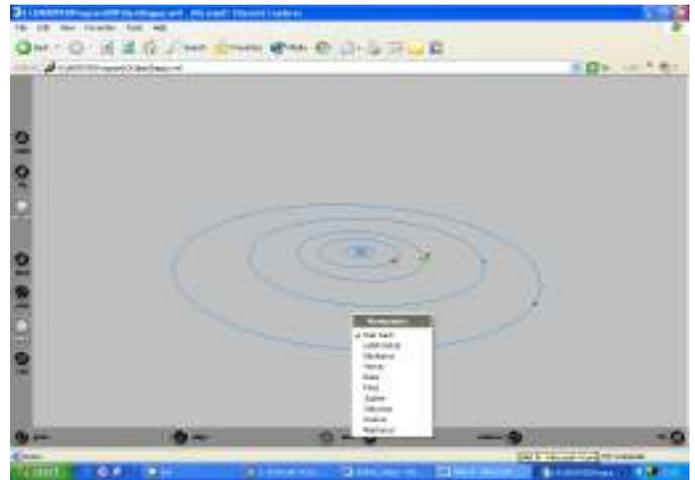


Gambar 1. Flowchart program orbit planet

Untuk Flowchart program sistem tata surya di sajikan di bagian belakang tulisan ini.

Tampilan grafis

Tampilan grafis untuk animasi sistem tata surya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Halaman animasi sistem tata surya

Pembahasan

Program VRML 2.0 menggunakan bahasa kode utf-8 yang penulisan programnya dapat dilakukan menggunakan aplikasi notepad, wordpad atau VRML Editor. Untuk penggunaan aplikasi notepad dan wordpad, file program yang telah disusun harus disimpan dengan ekstensi *.wrl atau *.wrz. Apabila file tersebut tidak diakhiri dengan ekstensi tersebut maka browser tidak dapat menampilkannya sebagai file VRML. Adapun untuk penggunaan aplikasi VRML Editor secara otomatis file yang disimpan berekstensi **.wrl atau **.wrz.

Program animasi 3D yang ditampilkan dalam bahan ajar ini diharapkan sesuai dengan keadaan alaminya. Untuk program 3D VRML memiliki kelebihan pada ukuran filenya yang relatif kecil dibandingkan program animasi 3D lainnya. Hal ini memberi banyak keuntungan, dimana untuk proses loading tidak membutuhkan banyak waktu. Program ini dapat dikombinasikan dengan bahasa pemrograman Javascript, sehingga dapat dibuat visualisasi yang lebih menarik.

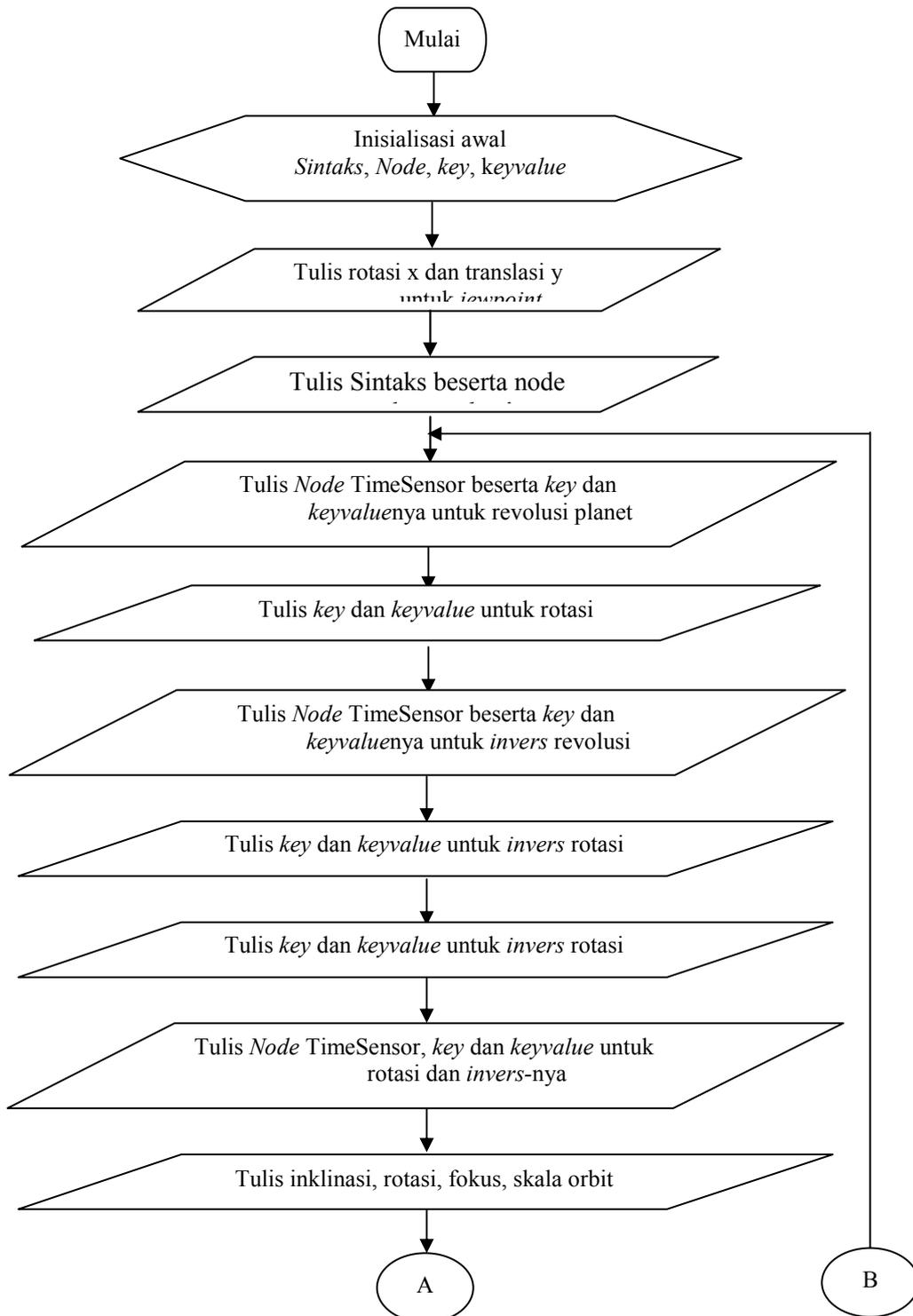
Kelebihan lainnya adalah dari sisi visual, dimana tampilan yang dihasilkan oleh program ini menarik dan interaktif. User dapat melihat objek animasi dari berbagai sisi sesuai kehendak user dengan memanfaatkan menu-menu pada browser yang telah tersedia. Dengan demikian user dapat mengamati model sistem tata surya dari berbagai sudut pengamatan. Adapun browser yang dapat digunakan antara lain : Cortona VRML Player yang dapat di-download secara gratis dari situs web Cortona Software <http://www.parallelgraphic.com/>, Cosmo Player 2.1 yang dapat di-download dari situs web dari Cosmo Software <http://cosmosoftware.com/products/player/>, serta

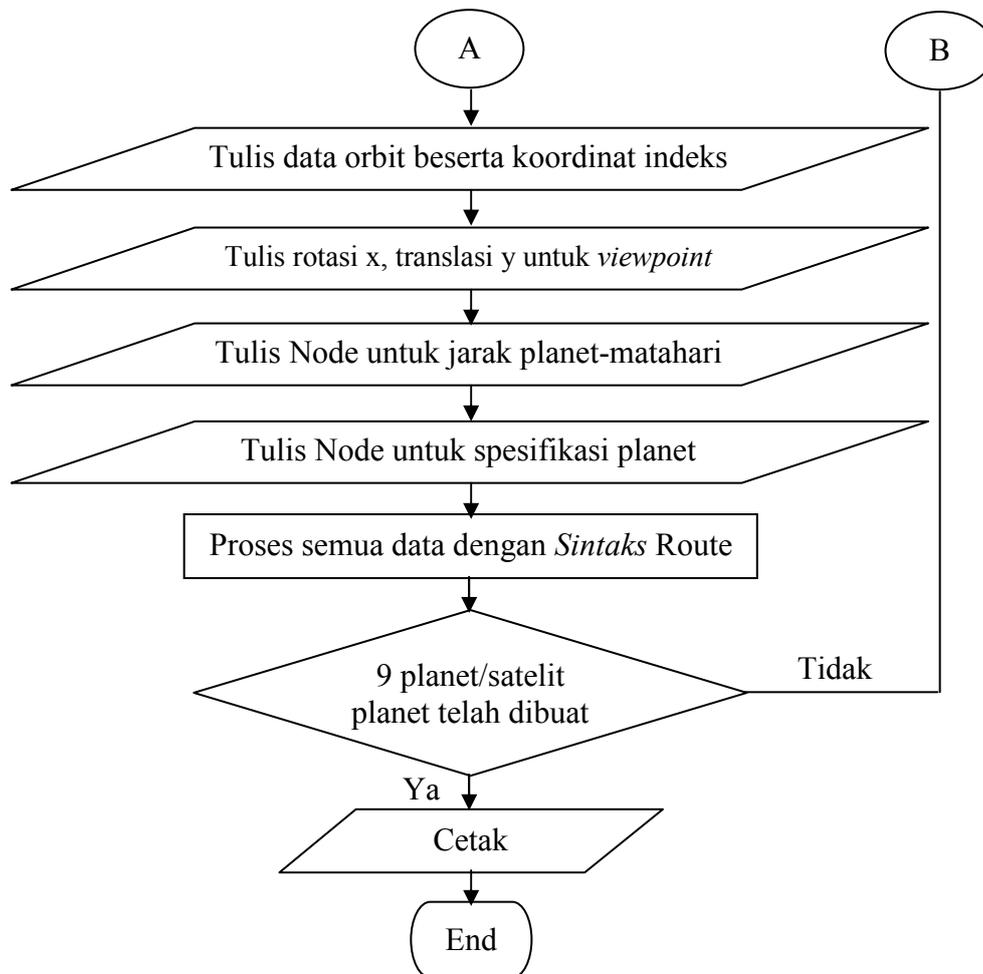
VRML Player lainnya yang dapat di-download secara gratis dari internet.

Bahasa pemrograman VRML memiliki kelemahan dalam perhitungan, dimana hanya mampu melakukan perhitungan dasar yang sangat sederhana. Sedangkan untuk perhitungan yang kompleks, bahasa pemrograman VRML tidak dapat melakukannya. Sehingga untuk mendapatkan plot orbit planet, key, keyvalue dan perhitungan yang lebih kompleks digunakan Microsoft Office Excel. Data yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan Microsoft Office Excel kemudian

dimasukkan ke dalam list program VRML.

Kombinasi antara bahan ajar elektronik dengan visualisasi 3D diharapkan dapat membantu user untuk mempelajari fenomena fisika yang membutuhkan kemampuan untuk berfikir abstrak dalam hal ini terfokus pada pokok bahasan sistem tata surya. Dengan dilengkapi menu evaluasi dan responsi, user dapat belajar mandiri dengan memanfaatkan bahan ajar tersebut secara terukur. Untuk pengembangannya dapat dibuat bahan ajar serupa yang lebih baik untuk pokok bahasan lainnya.





Gambar 4. Flowchart program sistem tata surya

KESIMPULAN

Simpulan

Telah dibuat visualisasi interaktif dalam tiga dimensi tentang fenomena fisika untuk sistem tata surya dengan menggunakan program VRML 2.0 (Virtual Reality Modelling Language). Visualisasi yang telah dibuat dapat ditampilkan dengan menggunakan VRML Player. Kemudian hasil tersebut disisipkan dalam e-learning berbasis web yang terintegrasi dalam PHP-MySQL untuk mata kuliah ilmu pengetahuan bumi dan antariksa.

Saran

Visualisasi yang dihasilkan VRML 2.0 terkesan kurang menarik jika diamati lebih dekat, sehingga perlu dikembangkan lagi dengan menggunakan metode yang lebih teliti untuk mendapatkan animasi yang lebih baik dan interaktif. Kemudian dapat dikembangkan juga visualisasi serupa untuk fenomena fisika lainnya guna mendukung proses pembelajaran di jurusan fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Bachtiar. 1998. *Bahasa Pemrograman VRML 1.0*. Jakarta : Penerbit Elex Media Komputindo
- Anwar, Bachtiar. 1999. *Bahasa Pemrograman VRML 97*. Jakarta : Penerbit Elex Media Komputindo
- Dirdjosoemarto, Soendjojo. 2001. *Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa*. Jakarta : Pusat Penerbitan Universitas Terbuka
- Hardyanto, Wahyu. 2003. *Diktat Perkuliahan Komputasi Fisika*. Semarang : Jurusan Fisika FMIPA UNNES
- Nikolic, Branislav. 2006. *Computational Method Of Physics*. Delaware: University Of Delaware Newark. <http://www.physics.udel.edu/~bnikolic/> (26 Agustus 2006)
- Rahman, Arif. 2005. *Pemrograman Multimedia Interaktif Menggunakan Macromedia Authoware 7 Dan Macromedia Flash MX Pada Pokok Bahasan Dinamika Gerak Lurus*. *Skripsi*. Semarang : Jurusan Fisika FMIPA UNNES.
- User's Guide at http://www.parallelgraphics.com/developer/products/corton_a/ (26 Agustus 2006)

