

## Modul 2

### Kurva

#### I. Tugas Pendahuluan

1. Apa perbedaan antara GL\_LINES, GL\_LINE\_STRIP, dan GL\_LINE\_LOOP?
2. Gambarkan dengan tangan grafik persamaan  $y = 2x + 1$  !
3. Gambarkan dengan tangan grafik persamaan  $y = (x-1)(x-2)$  !
4. Gambarkan dengan tangan grafik persamaan  $y = 2\sin(2x)$  !

#### II. Pengantar

Kurva dalam matematika adalah garis yang tidak harus lurus. Sebuah garis lurus adalah sebuah kurva, demikian juga sebuah garis lengkung. Contoh kurva garis lengkung: lintasan parabola, grafik sinus, grafik persamaan logaritma, dll.

#### Mendefinisikan Kurva Menggunakan Persamaan Polynomial

Polynomial adalah persamaan matematika dalam bentuk:

$$a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots + a_Lx^L$$

Dimana  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_L$  adalah koefisien/konstanta.

Derajat sebuah persamaan polynomial ditentukan dari pangkat tertinggi dari variabel  $x$ .

#### Kurva Polynomial derajat 1

Persamaan polynomial derajat 1 disebut juga sebagai persamaan linear. Jika digambar, persamaan linear menghasilkan garis lurus.

Sebagai contoh, sebuah kurva yang memiliki representasi parametrik  $P(t) = a_0 + a_1t$  adalah sebuah garis lurus yang melewati titik  $a_0$  pada waktu  $t = 0$ , dan melewati titik  $a_0 + a_1$  pada waktu  $t = 1$ .

Dalam dunia 2 dimensi,  $P(t)$  terdiri dari dua persamaan: satu persamaan untuk sumbu  $x$ :  $x(t)$ , dan satu persamaan untuk sumbu  $y$ :  $y(t)$ . Dalam dunia 3 dimensi  $P(t)$  memiliki pula  $z(t)$ .

Untuk melihat pengaruh perubahan nilai  $a_0$  dan  $a_1$ , buka dan eksplorasi web berikut:

[http://www.mathsisfun.com/data/straight\\_line\\_graph.html](http://www.mathsisfun.com/data/straight_line_graph.html).

Program 2.1 memplot kurva dari persamaan linear  $P(t)$  dimana:  $x(t) = -1 + 2t$ ;  $y(t) = 0$ .

```

void display(void)
{
    /* bersihkan layar */
    glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    glColor3f (1.0, 1.0, 0.0);

    float t = 0.0;
    glBegin(GL_POINTS);
    for(t = -1.0; t<=1.0; t+=0.01){
        /* x(t) = -1 + 2t; y(t) = 0 */
        glVertex3f (-1.0 + 2.0*t, 0.0, 0.0);
    }
    glEnd();
    glFlush ();
}

void kunci(unsigned char key, int x, int y)
{
    switch (key)
    {
        /* aplikasi berhenti ketika tombol q ditekan */
        case 27 :
        case 'q':
            exit(0);
            break;
    }
    glutPostRedisplay();
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    glutInitWindowSize(400,400);
    glutInitWindowPosition(100,100);
    glutInitDisplayMode(GLUT_RGB | GLUT_SINGLE);
    glutCreateWindow("Primitif");
    glutDisplayFunc(display);
    glutKeyboardFunc(kunci);
    glutMainLoop();
    return 0;
}

```

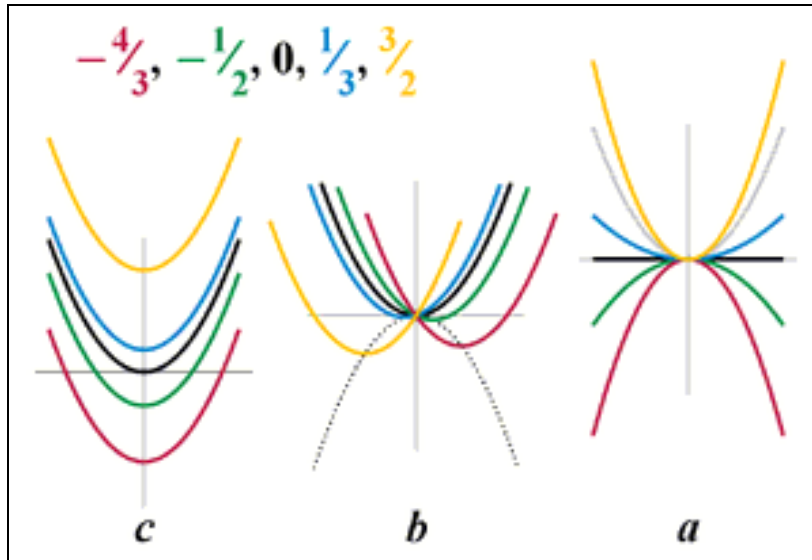
**Program 2.1 Memplot persamaan linear**

Program 2.1 menaruh titik-titik disepanjang persamaan  $P(t)$  dengan interval 0.01.

## **Kurva Polynomial derajat 2**

Persamaan polynomial derajat 2 disebut juga persamaan kuadrat. Persamaan kuadrat menghasilkan grafik parabola. Bentuk umumnya adalah:  $y = ax^2 + bx + c$ . Dimana a, b, dan c adalah koefisien/konstanta persamaan.

Efek dari perubahan konstanta a, b, dan c dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Gambar fungsi kuadrat  $y = ax^2 + bx + c$ , dengan memberikan nilai bervariasi untuk tiap koefisien secara terpisah sementara 2 koefisien yang lain tetap (dengan nilai  $a = 1$ ,  $b = 0$ ,  $c = 0$ ). Diambil dari [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Quadratic\\_equation\\_coefficients.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Quadratic_equation_coefficients.png), tanggal 25-02-2015.

Program 2.2 menggambar  $x(t) = t$ ;  $y(t) = t^2 - 0.5$  atau  $y = x^2 - 0.5$  pada interval -1.0 sampai 1.0.

```
void display(void)
{
    /* bersihkan layar */
    glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    glColor3f (1.0, 1.0, 0.0);

    float t = 0.0;
    glBegin(GL_POINTS);
    for(t = -1.0; t<=1.0; t+=0.01){
        /* x(t) = -1 + 2t; y(t) = 0 */
        glVertex3f (t, -0.5+t*t, 0.0);
    }
    glEnd();
    glFlush ();
}

void kunci(unsigned char key, int x, int y)
{

```

```

switch (key)
{
    /* aplikasi berhenti ketika tombol q ditekan */
    case 27 :
    case 'q':
        exit(0);
        break;
    }
    glutPostRedisplay();
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    glutInitWindowSize(400,400);
    glutInitWindowPosition(100,100);
    glutInitDisplayMode(GLUT_RGB | GLUT_SINGLE);
    glutCreateWindow("Primitif");
    glutDisplayFunc(display);
    glutKeyboardFunc(kunci);
    glutMainLoop();
    return 0;
}

```

### **Program 2.2 Menggambar persamaan kuadrat**

Program 2.2 menampilkan kurva parabola sesuai persamaan  $y = x^2 - 0.5$  pada interval -1.0 sampai 1.0.

### **Kurva Polynomial derajat 3 atau lebih**

Persamaan polynomial derajat 3 atau lebih memiliki sifat dan implementasi yang mirip seperti persamaan polynomial derajat2, hanya saja grafiknya lebih kompleks.

Program 2.3 menggambar persamaan  $y = (x+4)(x+1)(x-1)(x-3)/14 + 0.5$

```

void myinit()
{
    glClearColor(0.0, 0.0, 0.0, 1.0);
    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0);
    glMatrixMode(GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity();
    gluOrtho2D(-10.0, 10.0, -10.0, 10.0);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
}

void display(void)
{
    /* bersihkan layar */
}

```

```

glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT);
glColor3f (1.0, 1.0, 0.0);

float t = 0.0;
//f(x) = 1/14 (x+4)(x+1)(x-1)(x-3) + 0.5
glBegin(GL_POINTS);
for(t = -10.0; t<=10.0; t+=0.1){
    glVertex3f (t, (t+4)*(t+1)*(t-1)*(t-3)/14 + 0.5, 0.0);
}
glEnd();
glBegin(GL_LINES);
    glVertex3f(-10.0,0.0,0.0);
    glVertex3f(10.0,0.0,0.0);
    glVertex3f(0.0,-10.0,0.0);
    glVertex3f(0.0,10.0,0.0);
glEnd();
glFlush ();
}

void kunci(unsigned char key, int x, int y)
{
    switch (key)
    {
        /* aplikasi berhenti ketika tombol q ditekan */
        case 27 :
        case 'q':
            exit(0);
            break;
        }
    glutPostRedisplay();
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    glutInitWindowSize(400,400);
    glutInitWindowPosition(100,100);
    glutInitDisplayMode(GLUT_RGB | GLUT_SINGLE);
    glutCreateWindow("Primitif");
    glutDisplayFunc(display);
    glutKeyboardFunc(kunci);
    myinit();
    glutMainLoop();
    return 0;
}

```

### Program 2.3 Menggambar persamaan polynomial derajat 4

Program 2.3 menampilkan kurva polynomial derajat 4 sesuai persamaan  $y = 1/14 (x+4)(x+1)(x-1)(x-3) + 0.5$  pada interval -10.0 sampai 10.0.

## Kurva Trigonometri

Kurva trigonometri adalah kurva yang dihasilkan dari fungsi-fungsi trigonometri: sinus, cosinus, dan tangen.

Program 2.4 menggambar kurva berbentuk grafik fungsi sinus.

```
//Supaya bisa menggunakan fungsi sin(), program perlu include Math.h
#include <Math.h>

void myinit()
{
    glClearColor(0.0, 0.0, 0.0, 1.0);
    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0);
    glMatrixMode(GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity();
    gluOrtho2D(-1.0, 10.0, -2.0, 2.0);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
}

void display(void)
{
    /* bersihkan layar */
    glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    glColor3f (1.0, 1.0, 0.0);

    float x = 0.0;
    glBegin(GL_POINTS);
    //perhitungan sudut di openGL menggunakan radian, bukan derajat
    for(x=0.0; x<=6.28; x+=0.1)
    {
        glVertex2f(x,sin(x));
    }
    glEnd();
    glBegin(GL_LINES);
    glVertex3f(-10.0,0.0,0.0);
    glVertex3f(10.0,0.0,0.0);
    glVertex3f(0.0,-10.0,0.0);
    glVertex3f(0.0,10.0,0.0);
    glEnd();
    glFlush ();
}

void kunci(unsigned char key, int x, int y)
{
    switch (key)
    {

```

```

/* aplikasi berhenti ketika tombol q ditekan */
case 27 :
case 'q':
    exit(0);
    break;
}
glutPostRedisplay();
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    glutInitWindowSize(400,400);
    glutInitWindowPosition(100,100);
    glutInitDisplayMode(GLUT_RGB | GLUT_SINGLE);
    glutCreateWindow("Primitif");
    glutDisplayFunc(display);
    glutKeyboardFunc(kunci);
    myinit();
    glutMainLoop();
    return 0;
}

```

**Program 2.4 Menggambar fungsi sinus.**

### III. Percobaan

Berikut adalah yang harus dilakukan selama sesi lab:

1. Copy contoh-contoh program diatas, jalankan, dan amati output yang ditampilkan.
2. Ubah program 2.1, 2.2, 2.3, dan 2.4 dari GL\_POINTS untuk menggambar kurva menjadi GL\_LINES, GL\_LINE\_STRIP, dan GL\_LINE\_LOOP!

Amati perubahan tampilan yang terjadi. Mana yang menurutmu sebaiknya digunakan dan sebaiknya dihindari dalam menggambar kurva?

3. Modifikasi program 2.4 dari fungsi sinus menjadi fungsi tangen.

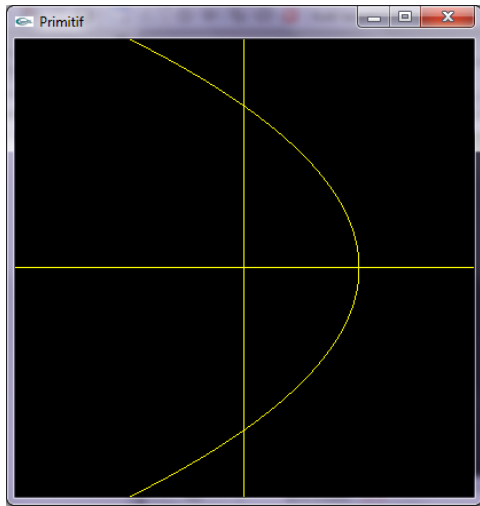
Selain menggunakan fungsi tangen di header file Math.h, coba gunakan juga formula  $\tan() = \sin() / \cos()$ .

### IV. Tugas

Selesaikan pertanyaan-pertanyaan berikut ini:

1. Ubah persamaan linear pada program 2.1 menjadi  $x(t) = -0.8 + 1.6t$ ;  $y(t) = -1 + 2t$ .

2. Ubah program 2.2 supaya bisa menampilkan plot seperti berikut:



Gambar yang dihasilkan tidak harus persis sama, tetapi harus dibuat semirip mungkin. Jangan gunakan teknik transformasi(modul 3), gunakan pendekatan persamaan matematis untuk menghasilkan gambar tersebut.

3. Modifikasi program 2.3 untuk menampilkan fungsi berikut:  $f(x) = (x-3)(x-2)(x-1)(x)(x+1)(x+2)(x+3)$ .

Sesuaikan viewport supaya kurva dapat terlihat jelas di dalam jendela program.

4. Fungsi sinus memiliki bentuk baku sebagai berikut:

$$y = A \sin(Bx + C) + D$$

dimana:

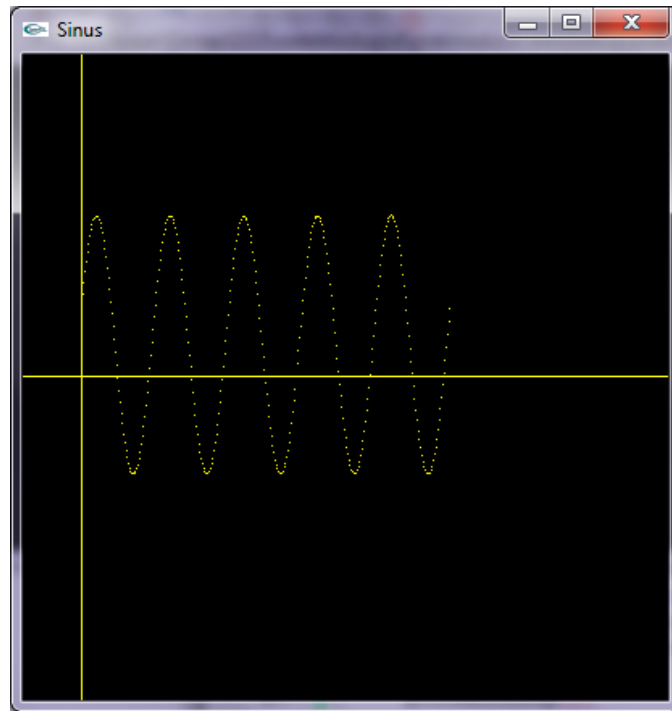
- A menentukan tinggi rendahnya grafik yang dihasilkan pada sumbu y
- B menentukan berapa kali perulangan grafik dalam satu interval
- C menentukan pergeseran sudut inputan sinus
- D menentukan pergeseran grafik sinus pada sumbu y.

Modifikasi program 2.4 supaya bisa mengakomodasi bentuk baku ini. Hint: buat variabel untuk A, B, C, dan D.

Program tidak perlu mempunyai fasilitas menerima inputan ketika dijalankan.

Sebagai contoh, berikut ini adalah gambar grafik sinus dengan  $A = 4$ ,  $B = 5$ ,  $C = 0.3$ ,  $D = 1$ .





## V. Referensi

1. Edward Angel, "Interactive Computer Graphics Sixth Edition", Pearson, 2012, ch 10, p 503 - 558
2. F. S. Hill, Jr., Stephen M. Kelley, "Computer Graphics Using OpenGL Third Edition", Prentice Hall, 2007, ch 2, p 39 – 89