



# **COMPUTER GRAPHICS**

D10K-5C01

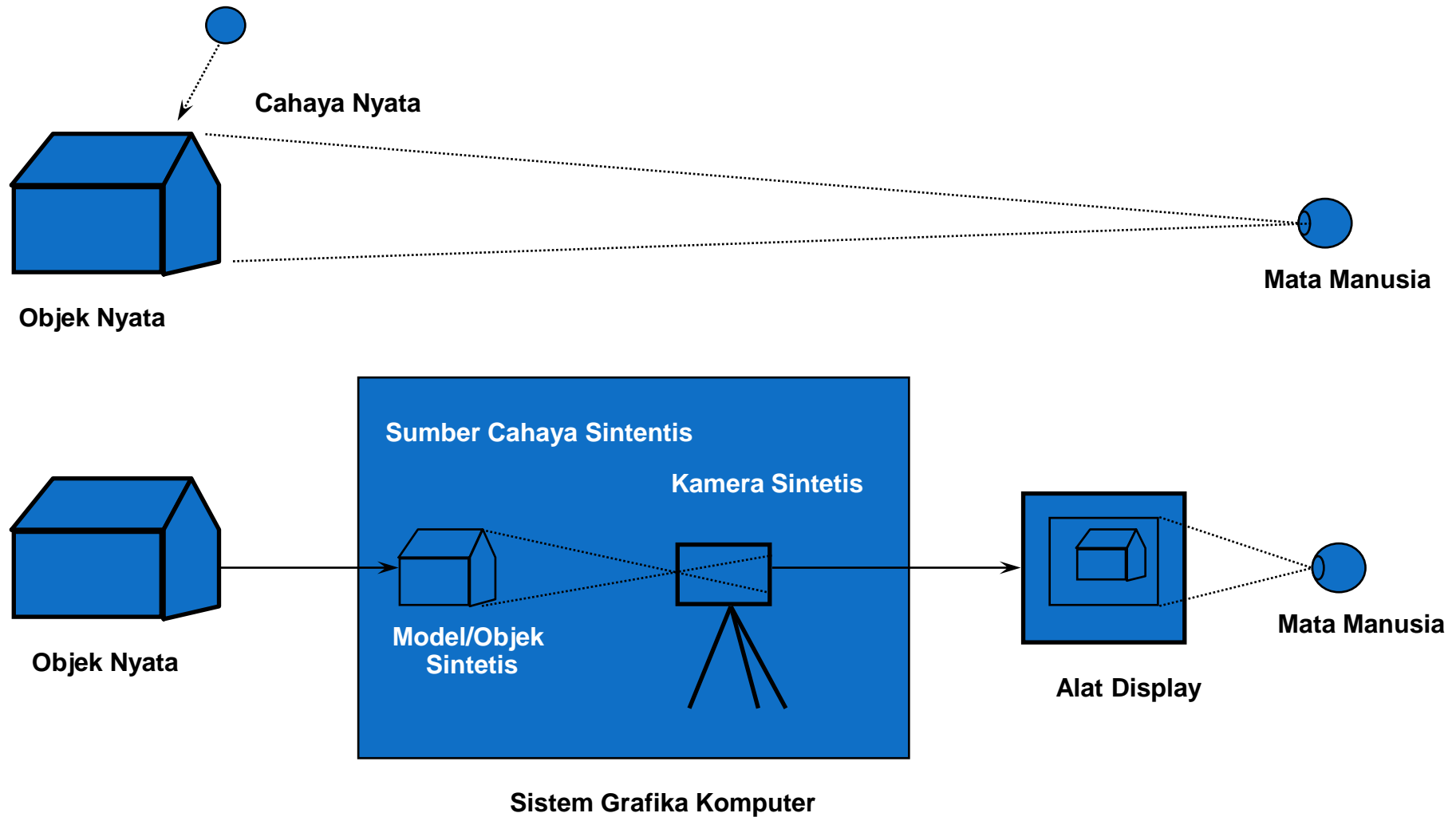
Semester Ganjil 2023-2024

## **GK03: Windowing dan Clipping**

Dr. Setiawan Hadi, M.Sc.CS.

Program Studi S-1 Teknik Informatika  
FMIPA Universitas Padjadjaran

# Model Konseptual Grafika Komputer



# Viewing dalam 2D



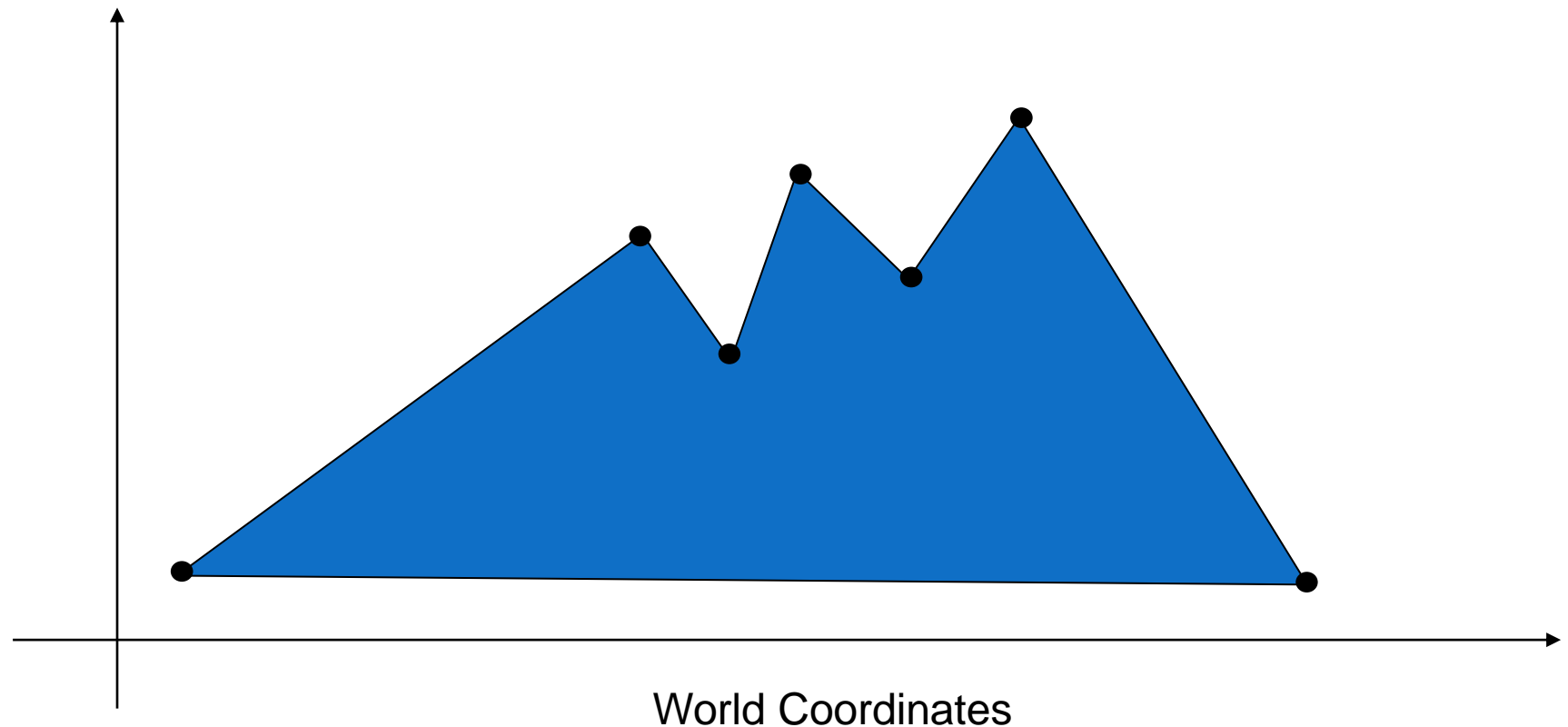
# KONSEP WINDOWING

- Window
  - Sebuah area pada koordinat dunia yang dipilih untuk ditampilkan pada alat display
- Viewport
  - Sebuah area pada alat display yang merupakan hasil pemetaan dari window
- Pemetaan/Mapping
  - Transformasi Viewing
  - Transformasi Windowing
  - Transformasi Normalisasi



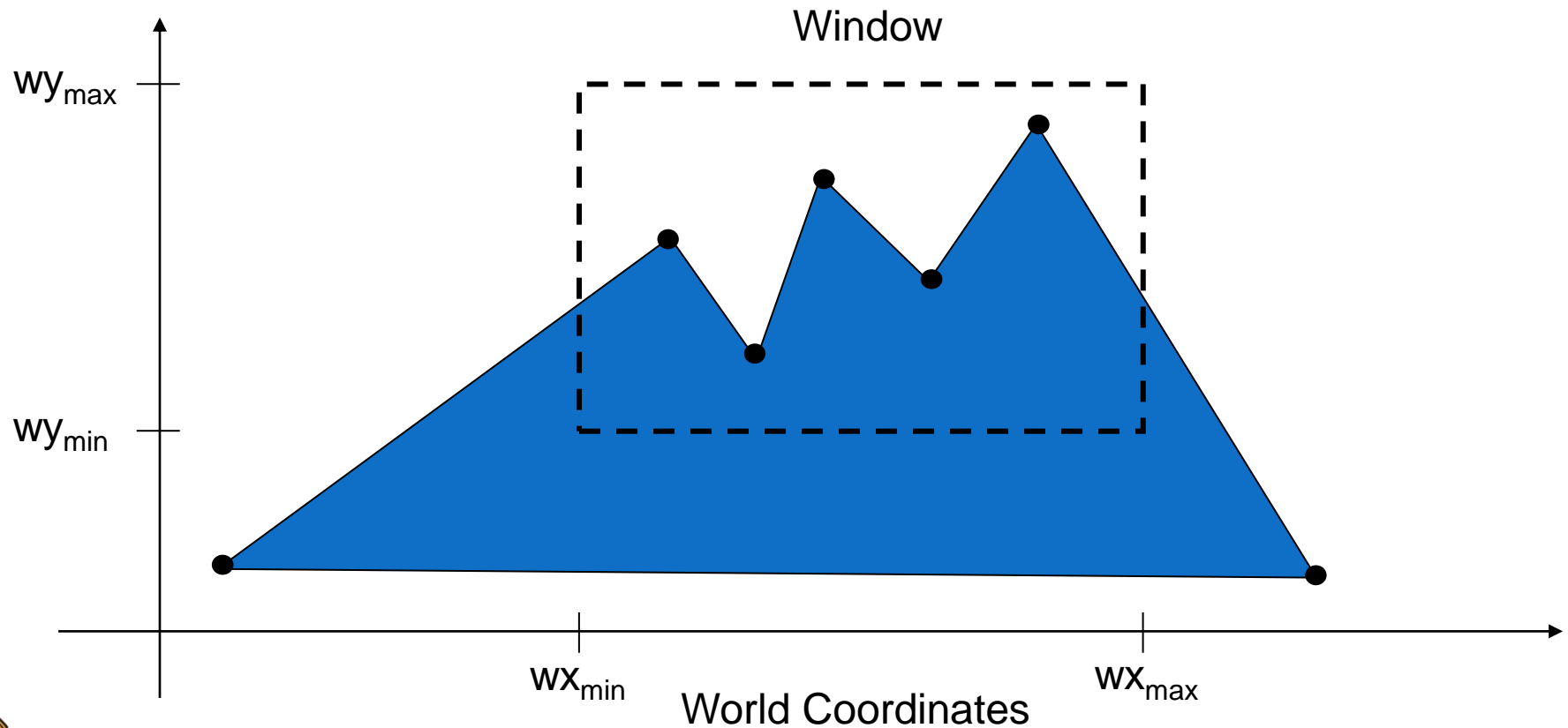
# Windowing

- Sebuah pemandangan (*scene*) dalam koordinat dunia (*world coordinate*).



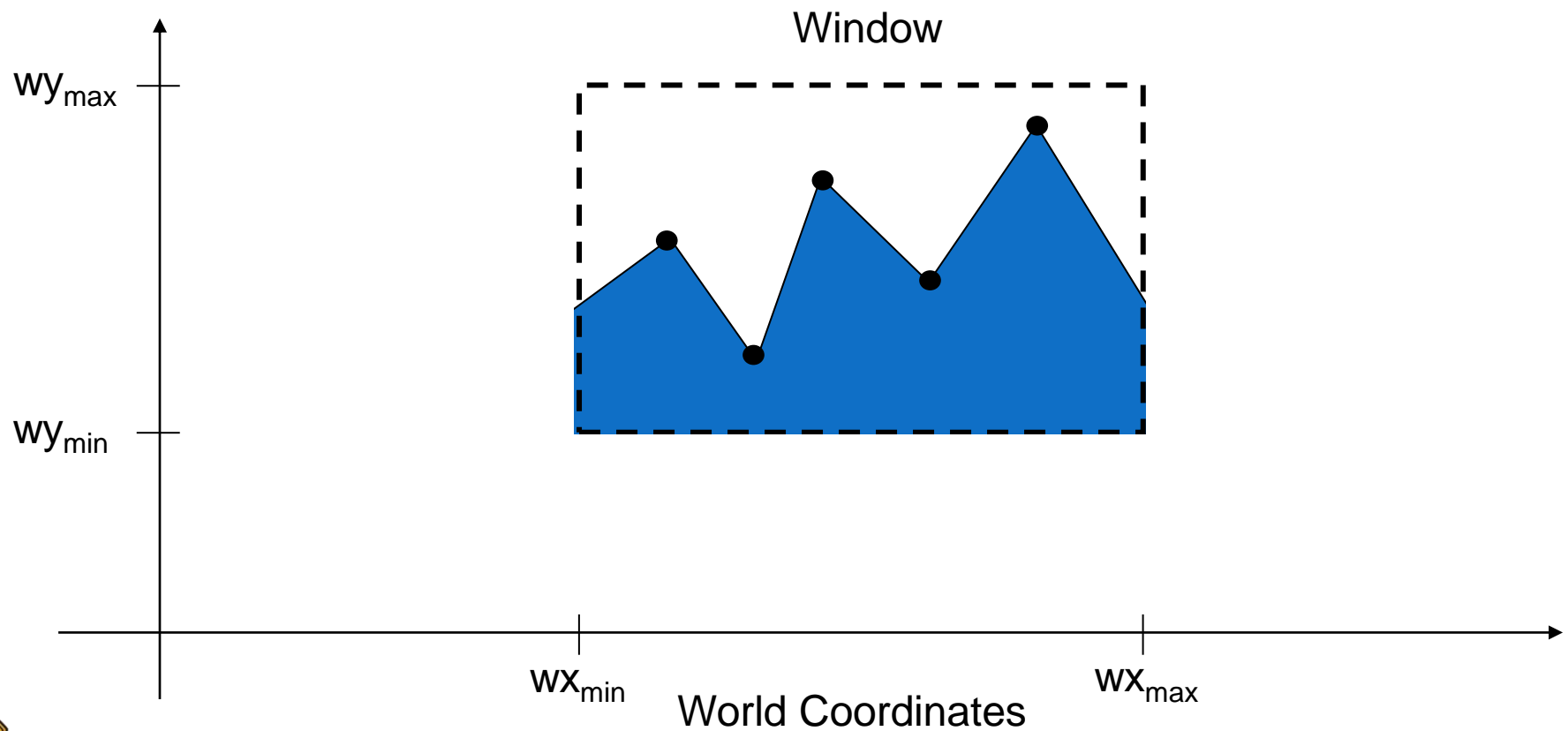
# Windowing

- Ketika pemandangan ditampilkan pada layar, maka yang kelihatan hanya yang ada di dalam window

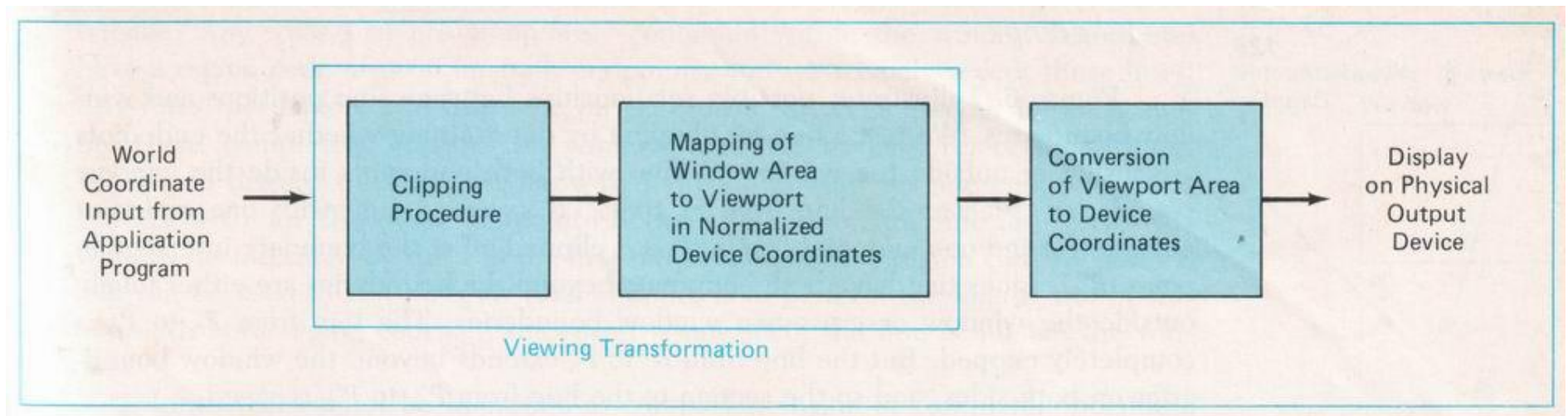


# Windowing

- Hasil clipping

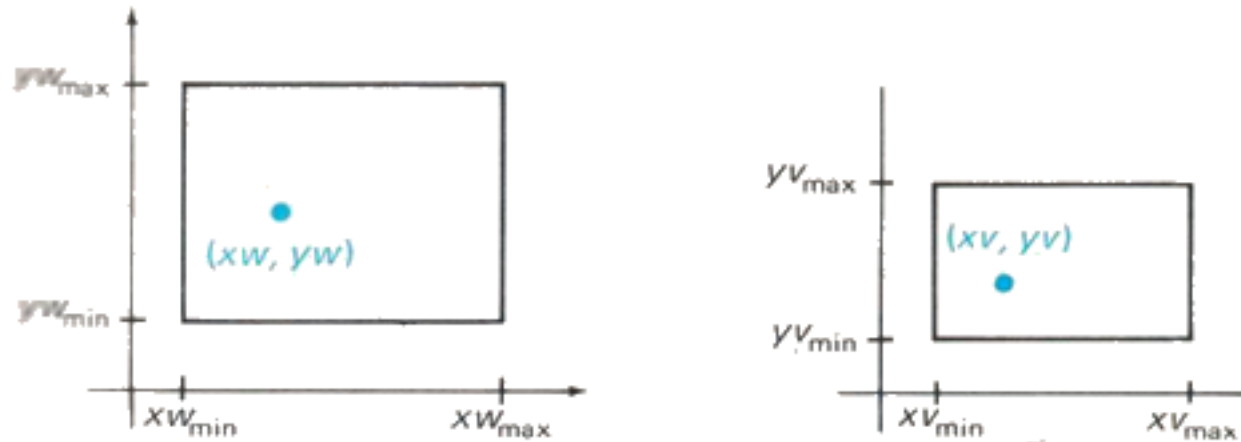


# Transformasi Viewing





# Transformasi Windows-Viewport



Formula transformasi:

$$\frac{x_v - x_{v_{min}}}{x_{v_{max}} - x_{v_{min}}} = \frac{x_w - x_{w_{min}}}{x_{w_{max}} - x_{w_{min}}}$$

$$x_v = x_{v_{min}} + (x_w - x_{w_{min}}) \cdot S_x$$

$$S_x = \frac{x_{v_{max}} - x_{v_{min}}}{x_{w_{max}} - x_{w_{min}}}$$

$$\frac{y_v - y_{v_{min}}}{y_{v_{max}} - y_{v_{min}}} = \frac{y_w - y_{w_{min}}}{y_{w_{max}} - y_{w_{min}}}$$

$$y_v = y_{v_{min}} + (y_w - y_{w_{min}}) \cdot S_y$$

$$S_y = \frac{y_{v_{max}} - y_{v_{min}}}{y_{w_{max}} - y_{w_{min}}}$$



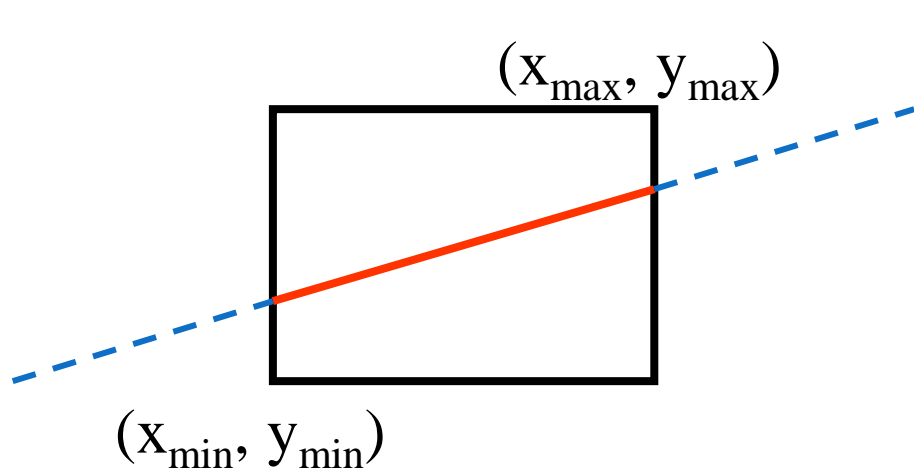
# Contoh

- Diketahui
  - sebuah objek pada koordinat dunia sebagai berikut: (2,1), (1,4) dan (3,3)
  - Koordinat window minimum dan maksimum adalah (0,0) dan (10,10)
- Tentukan koordinat objek pada viewport, jika diketahui koordinat viewport minimum dan maksimum adalah (3,3) dan (8,8)

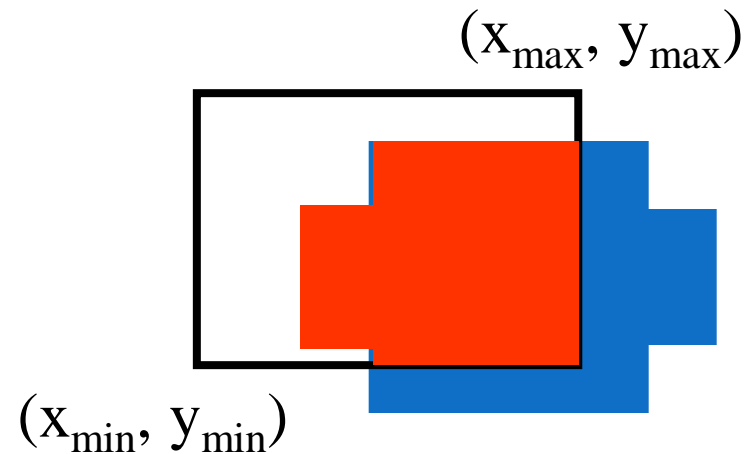


# CLIPPING

- **Masalah:** yang bisa ditampilkan atau digambarkan adalah area atau bagian objek yang ada di dalam jendela persegi panjang



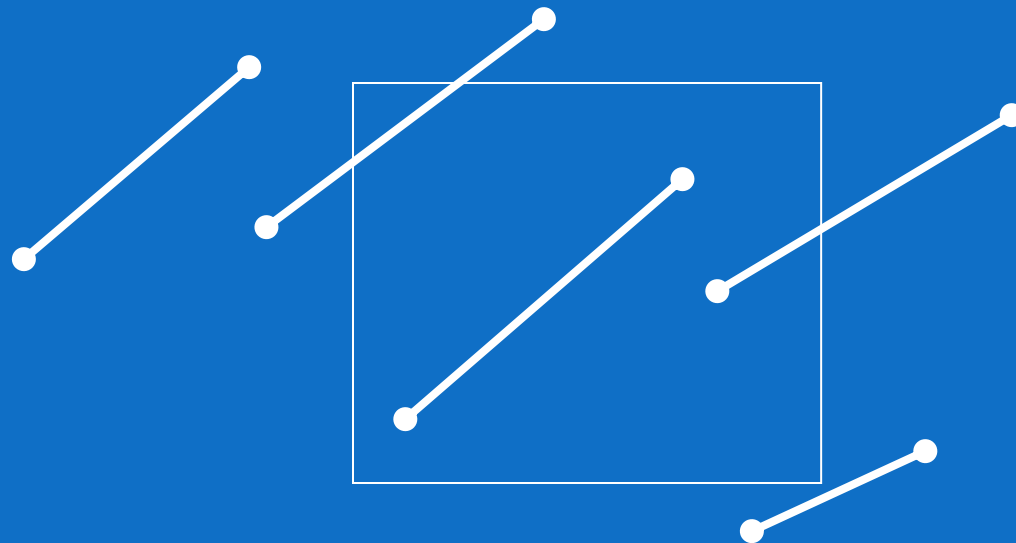
Line clipping



Polygon clipping

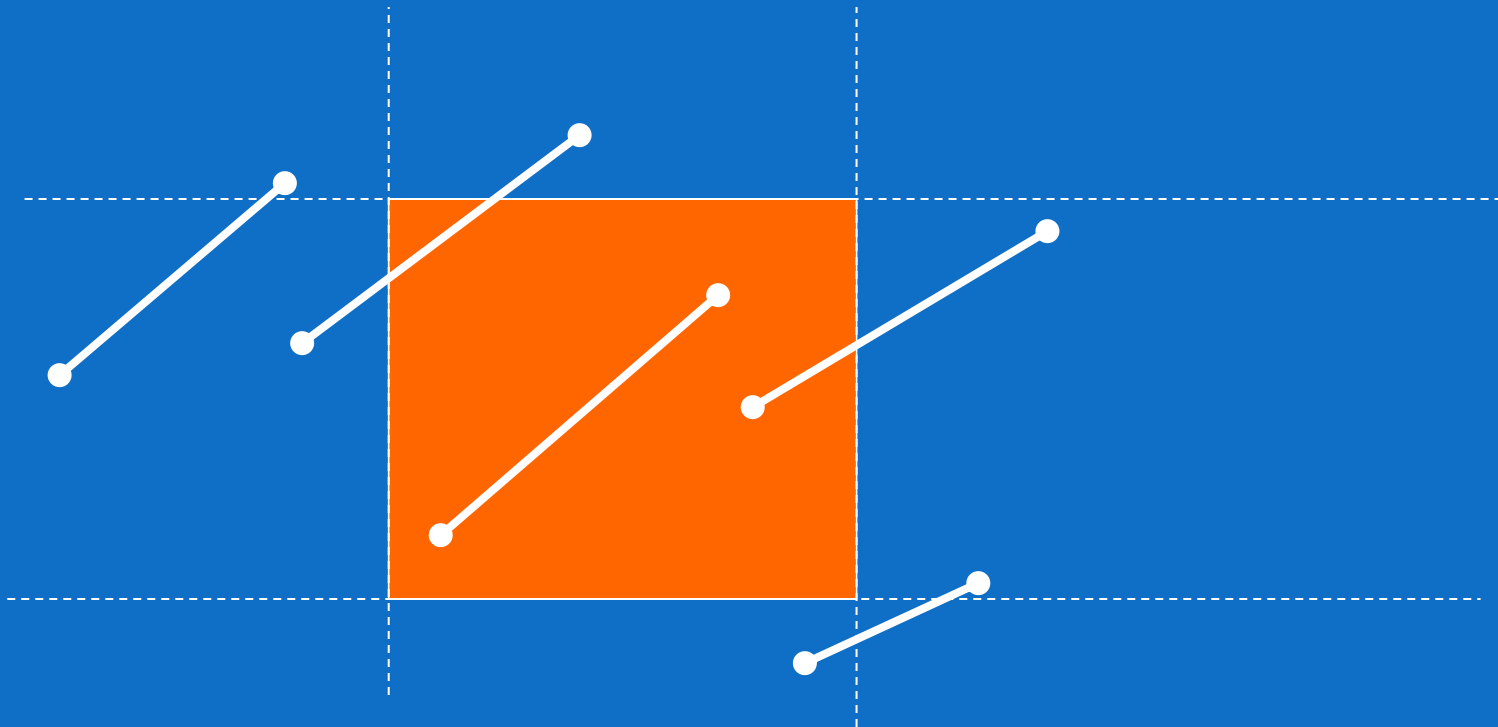


# Clipping 2D



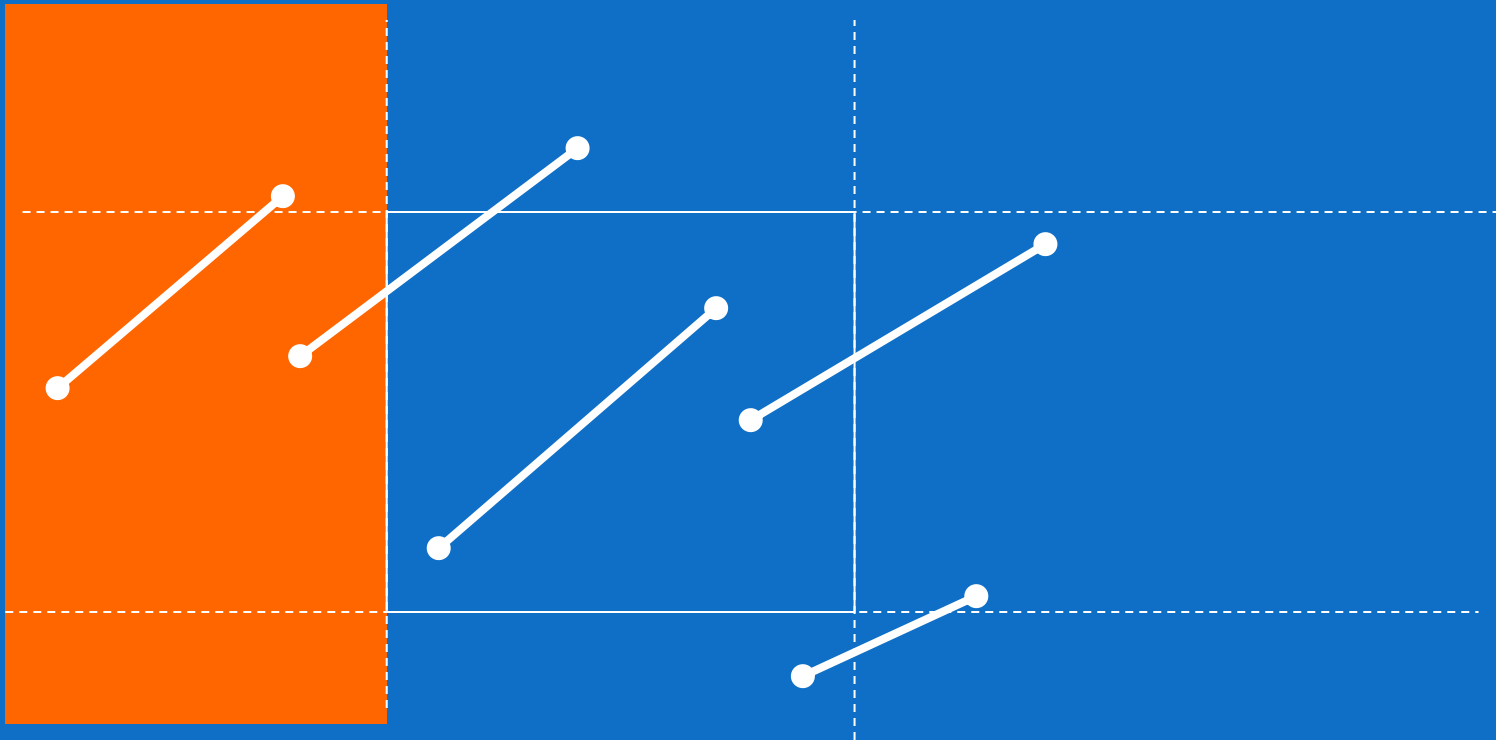
# Cara Sederhana / Trivial

Semua garis didalam kotak → terima.

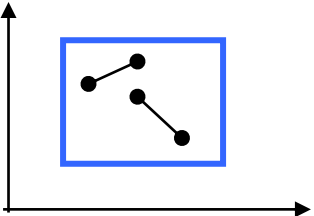
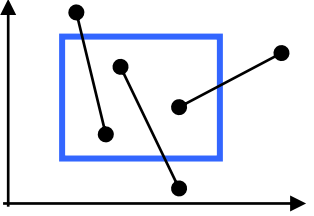
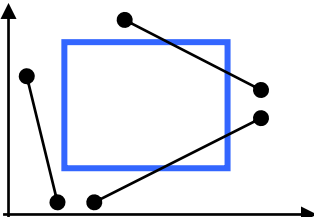


# Cara Sederhana Penolakan

Semua garis diluar kotak pada sisi yang sama → tolak.



# Situasi yang terjadi

Situasi	Solusi	Contoh
Kedua ujung di dalam window	Don't clip	
Salah satu ujung di dalam window, ujung lain di luar window	Must clip	
Kedua ujung berada di luar window	Don't know!	



# Cohen-Sutherland Clipping Algorithm

- An efficient line clipping algorithm
- The key advantage of the algorithm is that it vastly reduces the number of line intersections that must be calculated



Cohen is something of a mystery – can anybody find out who he was?



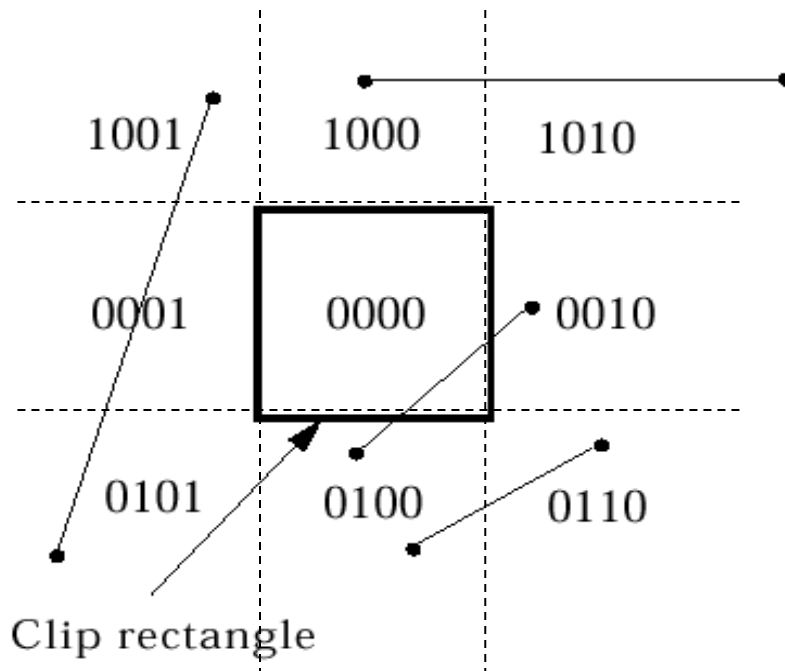
Dr. Ivan E. Sutherland co-developed the Cohen-Sutherland clipping algorithm. Sutherland is a graphics giant and includes amongst his achievements the invention of the head mounted display.





# CLIPPING COHEN-SUTHERLAND

- Membagi bidang menjadi 9 region, tiap region mengandung 4-bit code.
- Setiap ujung titik ( $x$ ,  $y$ ) dari setiap segmen garis diberi kode yang menunjukkan posisi garis tersebut



3	2	1	0
above	below	right	left

Region Code Legend

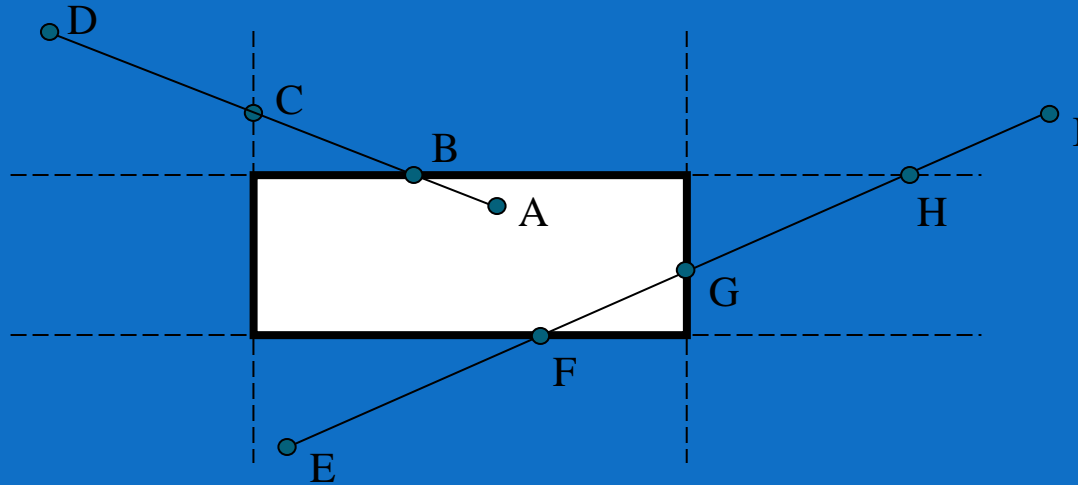


# Cohen-Sutherland algorithm

- Merupakan metode yang efisien untuk menerima atau menolak garis-garis yang tidak melalui sisi/tepi window.
- Meng-Assign kode biner 4-bit untuk setiap verteks:
  - Bit pertama : atas (above top),  $y > y_{max}$
  - Bit kedua : bawah (below bottom),  $y < y_{min}$
  - Bit ketiga : kanan,  $x > x_{max}$
  - Bit keempat : kiri,  $x < x_{min}$
- Nama lain 4-bit code : ***Outcode***



# CLIPPING GARIS CS



$AD = DB + BA$ , DB is discarded. Only draw BA

$EI = EH + HI = EG + GH + HI$   
 $= EF + FG + GH + HI$ . All but FG are discarded. Only draw FG



# Algoritma Cohen-Sutherland

```
int findRegion(int x, int y)
{
    int code=0;
    if(y >= h)
        code |= 1; //top
    else if( y < 0)
        code |= 2; //bottom
    if(x >= w)
        code |= 4; //right
    else if ( x < 0)
        code |= 8; //left
    return(code);
}
```



```

bool clipLine(int x1, int y1, int x2, int y2, int & x3, int & y3, int & x4, int & y4)
{
    int code1, code2, codeout;
    bool accept = 0, done=0;
    code1 = findRegion(x1, y1); //the region outcodes for the endpoints
    code2 = findRegion(x2, y2);
    do //In theory, this can never end up in an infinite loop, it'll always come in one of the trivial cases eventually
    {
        if(!(code1 | code2)) accept = done = 1; //accept because both endpoints are in screen or on the border, trivial accept
        else if(code1 & code2) done = 1; //the line isn't visible on screen, trivial reject
    }

```

```

        if(codeout == code1) //first endpoint was clipped
        {
            x1 = x; y1 = y;
            code1 = findRegion(x1, y1);
        }
        else //second endpoint was clipped
        {
            x2 = x; y2 = y;
            code2 = findRegion(x2, y2);
        }
    }
    while(done == 0);

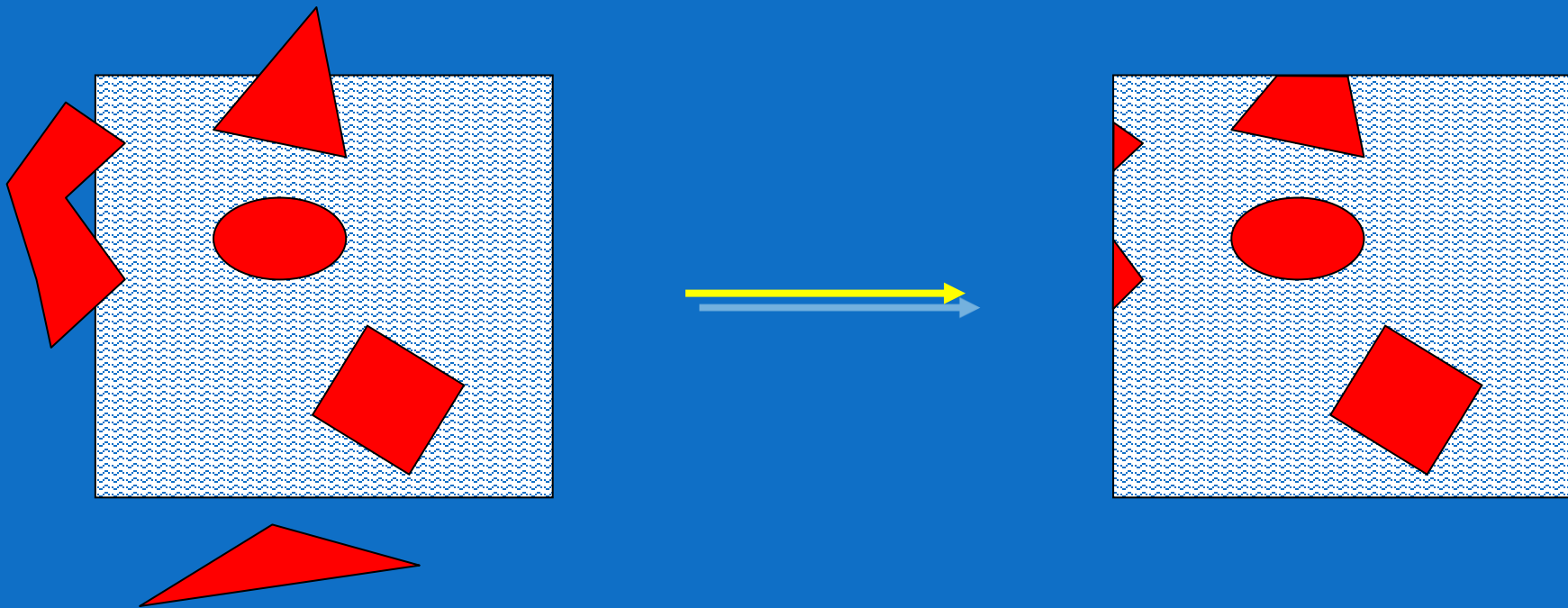
```

```

    else //if no trivial reject or accept, continue the loop
    {
        int x, y;
        codeout = code1 ? code1 : code2;
        if(codeout & 1) //top
        {
            x = x1 + (x2 - x1) * (h - y1) / (y2 - y1);
            y = h - 1;
        }
        else if(codeout & 2) //bottom
        {
            x = x1 + (x2 - x1) * -y1 / (y2 - y1);
            y = 0;
        }
        else if(codeout & 4) //right
        {
            y = y1 + (y2 - y1) * (w - x1) / (x2 - x1);
            x = w - 1;
        }
        else //left
        {
            y = y1 + (y2 - y1) * -x1 / (x2 - x1);
            x = 0;
        }
    }

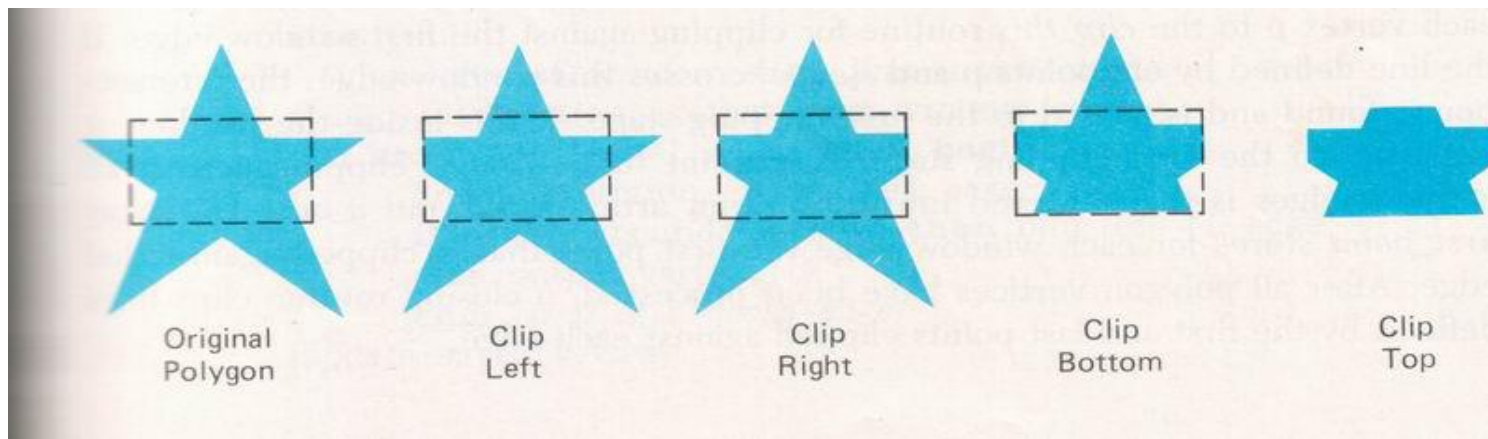
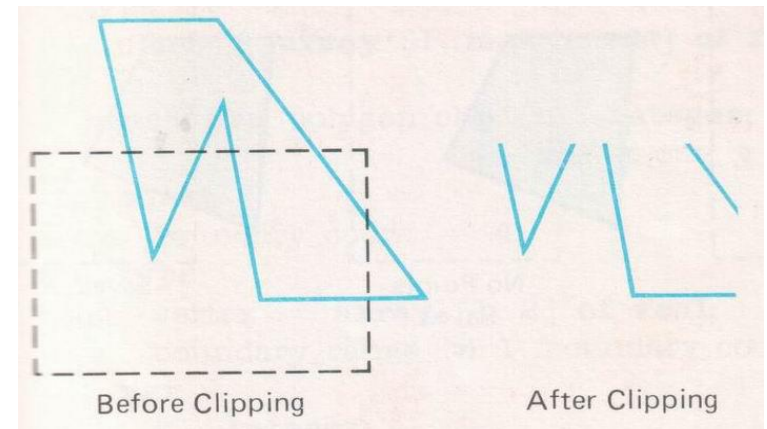
```

# Geometry: Clipping



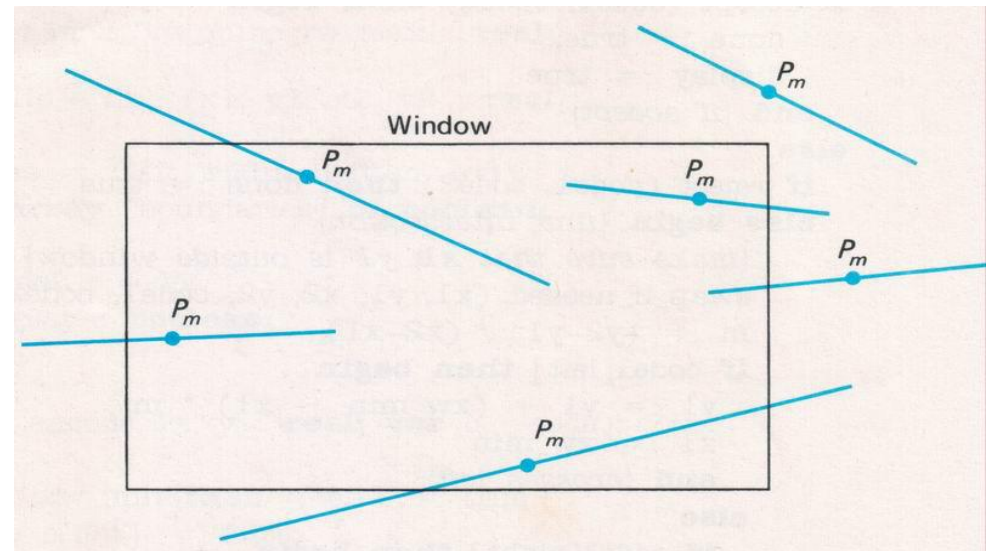
# Jenis-jenis Clipping

- Line, Area, Text
- Istilah lain: Crop, Cropping, Cut



# LATIHAN

1. Tentukan koordinat viewport dari titik (5,7) yang terdapat pada window, dengan spesifikasi windows=(4,5,9,11) dan viewport=(3,4,5,7).
2. Tentukan *binary-region code* (4-bit code menurut algoritma CS) untuk garis-garis yang ada pada gambar di bawah ini



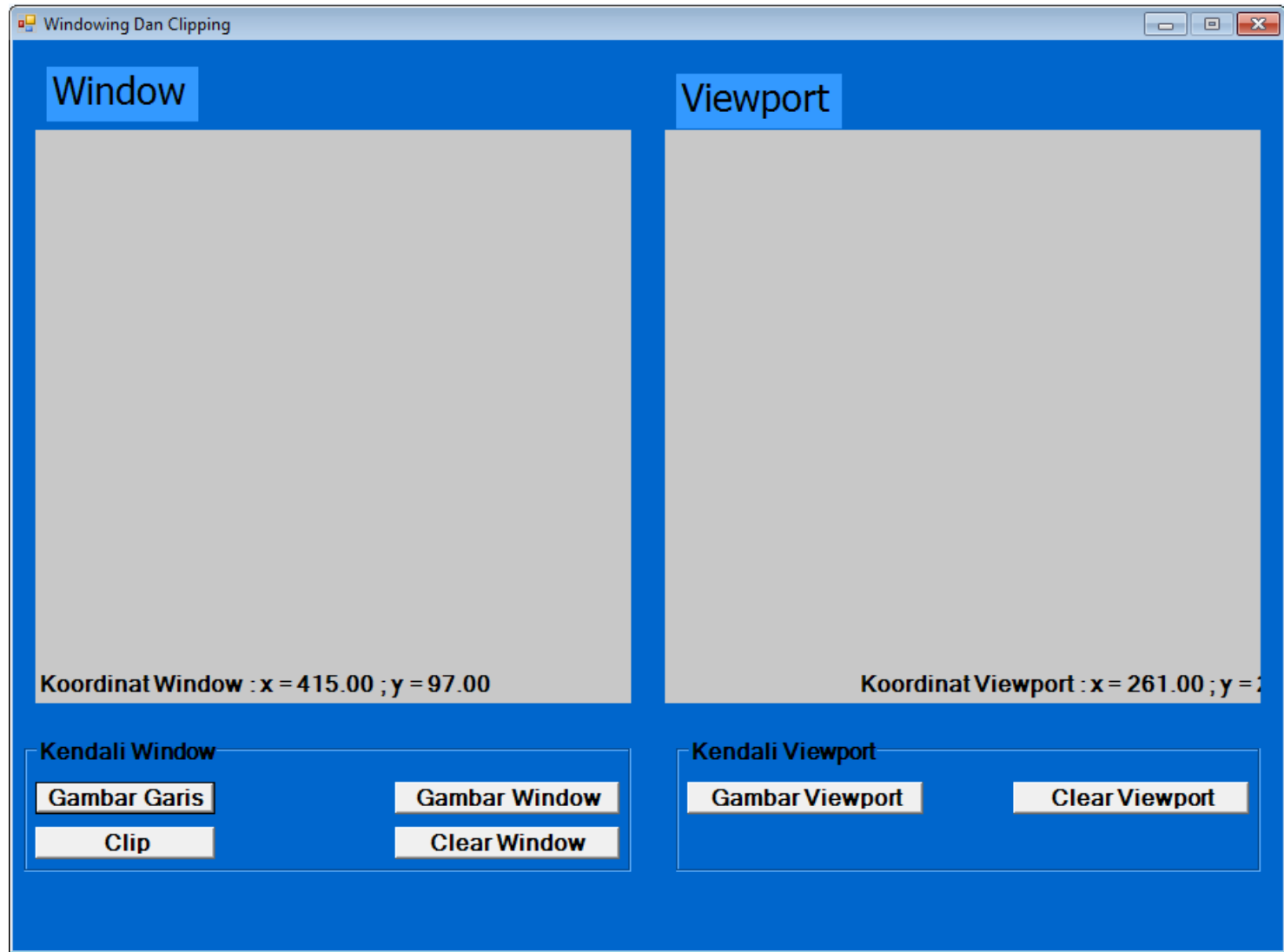


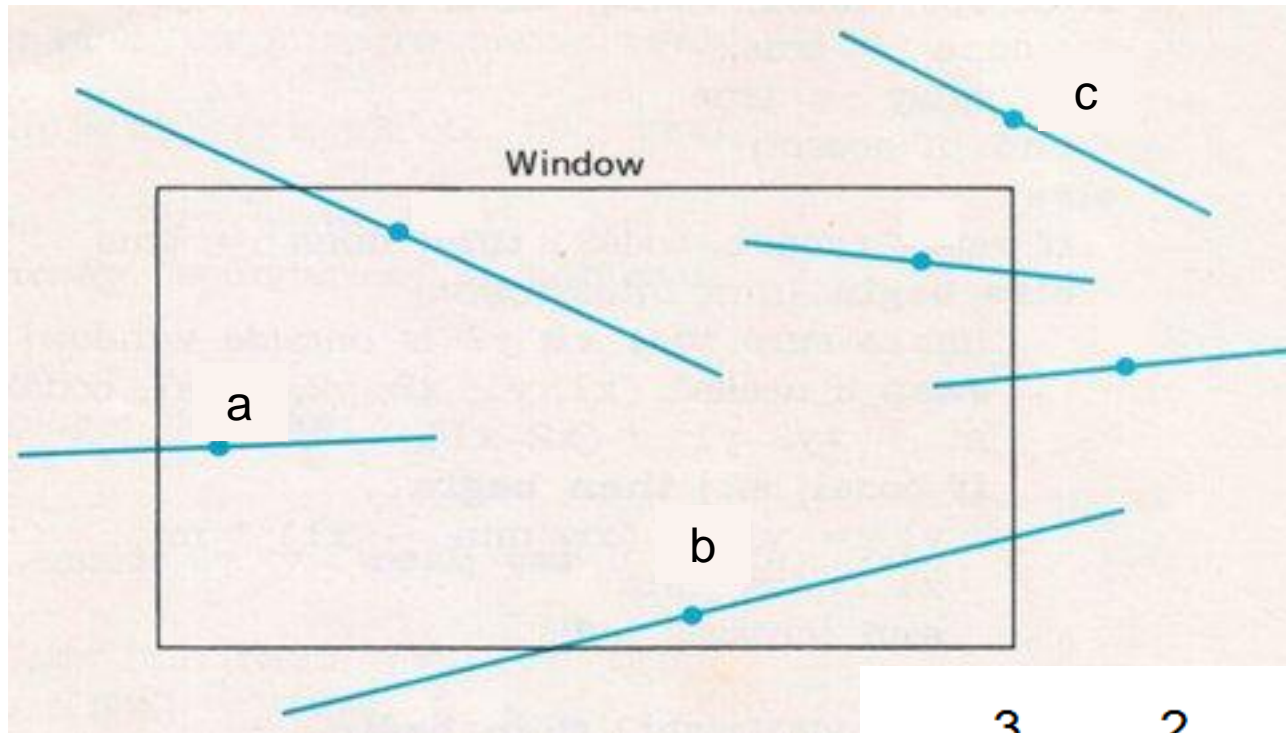
# Algoritma Clipping Lainnya

- Liang–Barsky
- Cyrus–Beck
- Nicholl–Lee–Nicholl
- Fast-clipping



# Demo Program





$a=0001, 0000, b=0100, 0010 \quad c=1000, 0010$

3	2	1	0
above	below	right	left

Region Code Legend

