

**Laporan Tugas Besar 1 IF3260 Grafika Komputer
Basicad
2D Web Based CAD (Computer-Aided Design) Menggunakan WebGL**



Dibuat oleh:

Alifia Rahmah	13520122
Nelsen Putra	13520130
Raden Rifqi Rahman	13520166

**Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung**

Daftar Isi

Deskripsi Program	3
Hasil Program	3
Manual dan Fungsionalitas Program	4
1. Antarmuka	4
2. Mode	5
2.1. Object mode	5
2.2. Edit mode	5
3. View Mode	6
4. Objek	6
4.1. Titik Asal 'Origin'	6
4.2. Arah Normal, Muka, dan Culling	7
4.3. Interaksi Objek dan Vertex	8
4.3.1. Membuat Objek	8
4.3.2. Memilih Objek	9
4.3.3. Memilih Vertex	9
4.3.4. Menyembunyikan Objek	10
4.3.5. Menampilkan Objek Tersembunyi	10
4.3.6. Menghapus Objek	10
4.4. Pengaturan Objek dan Vertex	10
4.4.1. Mengubah Warna Objek dan Vertex	10
4.4.2. Mengubah Property Khusus Objek	10
4.4.3. Menambah & Menghapus Vertex Poligon	11
5. Transformasi	11
5.1. Translasi	11
5.2. Rotasi	11
5.3. Dilatasi	12
6. Modifier	12
6.1. Subdivision	12
6.2. Bevel	13
6.3. Triangulate	14
7. Export dan Import	14
8. Hotkeys	14

Deskripsi Program

Basicad merupakan sebuah alat desain dengan bantuan komputer '*computer aided design*' (CAD) sederhana yang dapat dijalankan dalam browser. Basicad dibangun menggunakan teknologi web di atas WebGL dengan menggunakan bahasa Typescript. Terdapat berbagai fitur dalam Basicad, antara lain menambahkan atau menggambar objek dua dimensi, mengedit objek, memberi warna pada objek, dan melakukan *export* atau *import* objek dalam bentuk JSON.

Hasil Program

Hasil program yang dibuat dapat diakses di <https://github.com/Radenz/basicad>.

Struktur folder dari source code adalah sebagai berikut:

```
├── README.md
├── src
│   ├── bundle.js
│   ├── bundle.js.map
│   ├── color.ts
│   ├── fbasic.glsl
│   ├── geometry
│   │   ├── transform.ts
│   │   ├── vector.ts
│   │   └── vertex.ts
│   ├── index.html
│   ├── main.ts
│   ├── shape
│   │   ├── line.ts
│   │   ├── polygon.ts
│   │   ├── rectangle.ts
│   │   ├── shape.ts
│   │   └── square.ts
│   ├── style.css
│   ├── util.ts
│   ├── vbasic.glsl
│   └── viewer.ts
└── tsconfig.json
```

Untuk menggunakan program, dibutuhkan npm (node package manager) untuk instalasi modul **typescript-bundle** dan **serve** secara global menggunakan

```
npm i -g typescript-bundle serve
```

Setelah melakukan instalasi, untuk menggunakan program, kode Typescript perlu di-bundle terlebih dahulu menjadi file `bundle.js` menggunakan perintah

```
tsc-bundle tsconfig.json
```

Kemudian file dapat di-host di localhost dengan

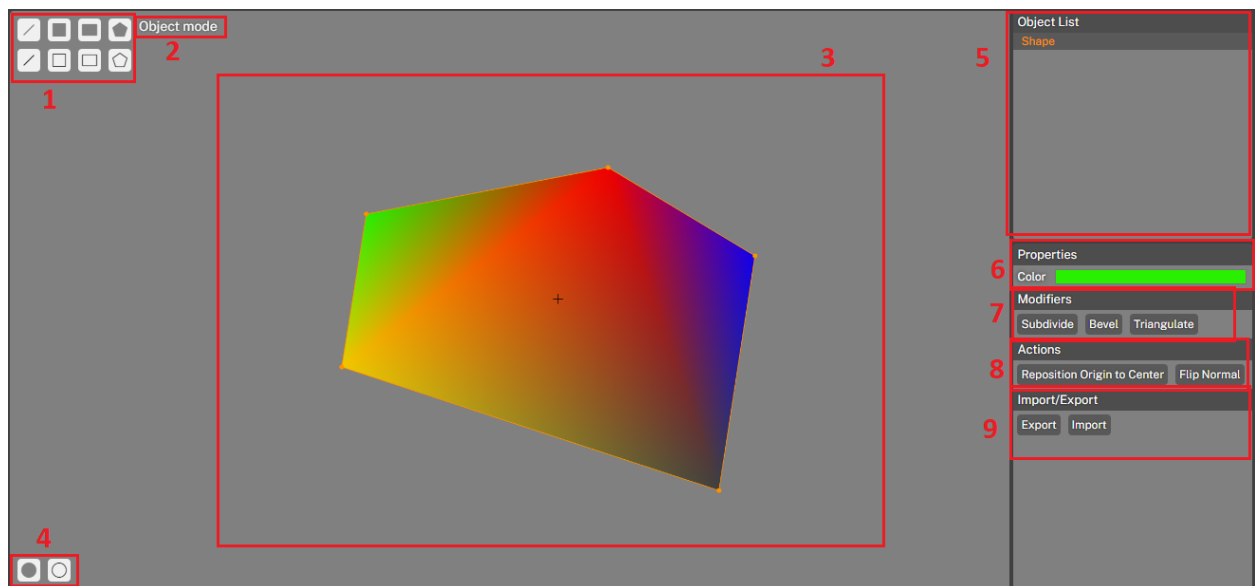
```
serve src
```

Alamat localhost serta port yang men-host akan ditampilkan di output perintah tersebut dan hasil program dapat dibuka di browser.

Manual dan Fungsionalitas Program

1. Antarmuka

Berikut adalah tampilan antarmuka pada Basicad.



Antarmuka tersebut terdiri atas beberapa komponen sebagai berikut.

1. Tombol-tombol pembuatan objek
2. Mode
3. *Viewer*
4. Tombol-tombol *view mode*
5. Panel *Object List*
6. Panel *Properties*
7. Bagian *Modifiers* pada panel *Properties*
8. Bagian *Actions* pada panel *Properties*
9. Bagian *Import/Export* pada panel *Properties*

2. Mode

Terdapat 2 mode pada Basicad, yakni *Object mode* dan *Edit mode*.

2.1. *Object mode*

Object mode adalah mode *default* pada Basicad. Dalam mode ini, pengguna dapat melakukan manipulasi terhadap objek, termasuk memilih objek, melakukan transformasi objek, menyembunyikan objek, dll. Pada mode ini, objek dapat dipilih dengan cara mengklik objek tersebut.

2.2. *Edit mode*



Edit mode adalah mode untuk melakukan *editing* terhadap *vertex* objek. Mode ini hanya tersedia untuk objek poligon. Untuk memasuki *edit mode*, tekan **Tab** setelah salah satu poligon yang ada dipilih. Pada mode ini, *vertex-vertex* yang ada pada poligon yang dipilih akan ditampilkan dengan lebih jelas. *Vertex-vertex* tersebut dapat dipilih untuk dimanipulasi dengan cara mengklik area yang berdekatan dengan *vertex* tersebut.

3. View Mode

Objek-objek dalam Basicad dapat ditampilkan dengan tampilan *solid* dan *wireframe*. *Solid view* merupakan tampilan *default* yang disediakan. Pada tampilan *solid*, objek dirender sebagai bangun dua dimensi utuh yang berwarna. Pada tampilan *wireframe*, hanya sisi-sisi dan *vertex-vertex* objek yang dirender.

Tombol-tombol untuk mengubah tampilan terletak di kiri bawah layar sebagai berikut.



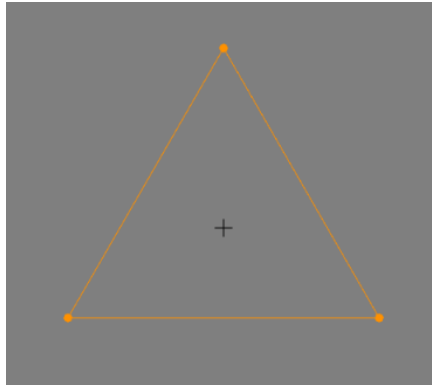
Untuk melihat tampilan *solid*, tekan tombol ; sedangkan untuk melihat tampilan *wireframe*, tekan tombol . Tampilan *solid* juga dapat dilihat dengan menekan tombol **Q** dan tampilan *wireframe* juga dapat dilihat dengan menekan tombol **W**.

4. Objek

Terdapat 4 jenis bangun 2 dimensi (dalam Basicad disebut objek) yang dapat dibuat dalam Basicad. Objek-objek tersebut adalah garis '*line*', persegi '*square*', persegi panjang '*rectangle*', dan segi banyak (poligon) '*polygon*'.

4.1. Titik Asal '*Origin*'

Setiap objek yang ada memiliki titik asal atau *origin*. *Origin* pada suatu objek ditandai dengan ikon menyerupai tanda '+' yang muncul ketika objek tersebut dipilih.



Origin sebuah objek segitiga.

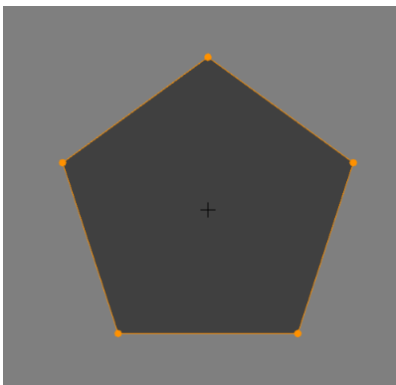
Untuk objek garis, persegi, dan persegi panjang, *origin* objek selalu berada pada titik pusat/tengah objek tersebut, meskipun *vertex* dari objek tersebut dipindahkan. Khusus untuk objek poligon, posisi *origin* tidak bergantung pada *vertex-vertex* objek tersebut sehingga mungkin saja berada jauh dari *vertex-vertex* tersebut. Untuk mengembalikan posisi *origin* ke tengah objek, tekan tombol Reposition Origin to Center yang berada pada bagian *Action* pada panel *Properties*.

Reposition Origin to Center

Catatan: “tengah objek” dihitung berdasarkan rata-rata posisi *vertex-vertex* objek yang dimaksud.

4.2. Arah Normal, Muka, dan *Culling*

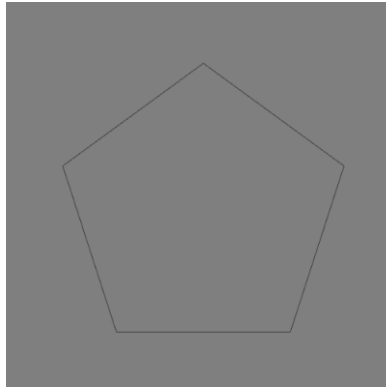
Secara umum, arah normal objek-objek pada Basicad mengikuti aturan tangan kanan. Artinya, pada objek segi lima berikut, jika urutan *vertex* berlawanan arah jarum jam, maka arah normal dari muka yang ditampilkan adalah ke luar bidang.



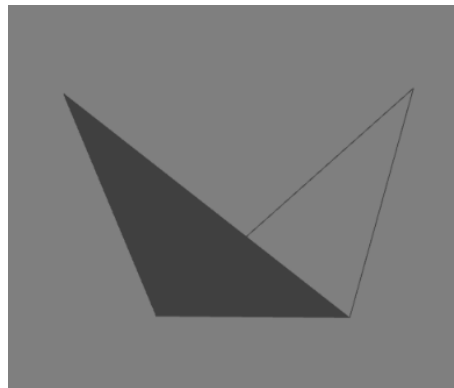
Objek segi lima dengan normal mengarah ke luar bidang.

Pada objek persegi dan persegi panjang, normal objek selalu mengarah ke luar bidang meskipun posisi *vertex-vertex* dipindahkan. Pada objek poligon, normal objek mungkin mengarah ke dalam bidang jika urutan *vertex* sesuai dengan arah jarum jam.

Untuk seluruh objek 2 dimensi pada Basicad, muka yang ditampilkan pada objek-objek tersebut adalah muka dengan arah normal mengarah ke luar bidang (muka depan '*front face*'). Muka dengan normal mengarah ke dalam bidang (muka belakang '*back face*') akan disembunyikan/dihilangkan/dihapus dari tampilan '*culled*'. Artinya, objek persegi dan persegi panjang selalu ditampilkan sebagaimana seharusnya, tetapi objek poligon mungkin terkena *culling* ketika ditampilkan sehingga terdapat bagian/muka poligon yang tersembunyi/hilang.



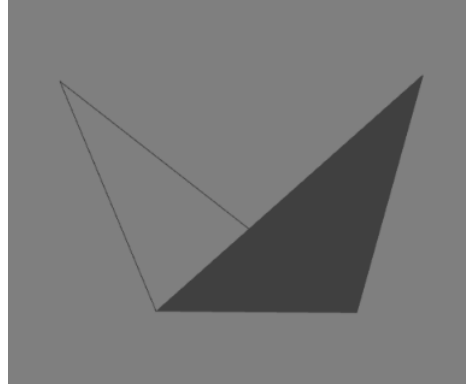
Objek segi lima yang terkena *culling*.



Objek poligon (segi empat) yang terkena *culling* sebagian.

Arah setiap muka yang ada pada poligon dapat dibalikkan. Artinya, *front face* dibalik menjadi *back face*, dan sebaliknya. Untuk membalikkan arah normal muka, tekan tombol **Flip Normal** yang berada pada bagian *Action* pada panel *Properties*.

Flip Normal



Hasil *flip normal* objek poligon (segi empat) yang terkena *culling* sebagian.

4.3. Interaksi Objek dan Vertex

4.3.1. Membuat Objek

Objek dapat dibuat dengan 2 cara: *default* dan *custom*.

Pembuatan objek secara *default* dapat dilakukan dengan menekan salah satu tombol pembuatan objek dengan ikon yang terisi '*filled*'.



Tombol-tombol di atas berturut-turut dari kiri ke kanan berfungsi untuk menambahkan objek garis, objek persegi, objek persegi panjang, dan objek poligon. Ketika objek dibuat secara *default*, Basicad akan meminta karakteristik-karakteristik dasar untuk objek yang akan dibuat, yakni:

- panjang '*length*' untuk objek garis,
- ukuran (panjang sisi) '*size*' untuk objek persegi,
- panjang '*length*' dan lebar '*width*' untuk objek persegi panjang, dan
- banyak *vertex* dan ukuran '*size*' untuk objek poligon.

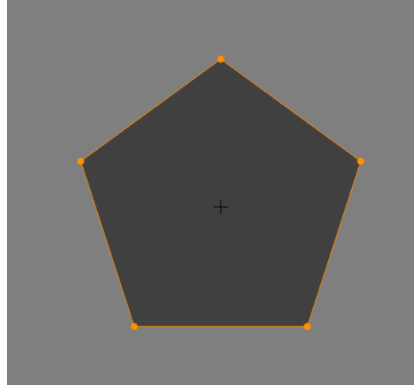
Pembuatan objek secara *custom* dapat dilakukan dengan menekan salah satu tombol pembuatan objek dengan ikon yang hampa '*hollow*'.



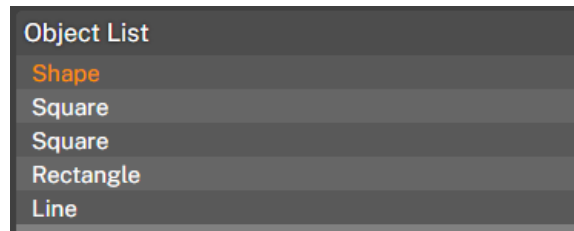
Tombol-tombol di atas berturut-turut dari kiri ke kanan berfungsi untuk menambahkan objek garis, objek persegi, objek persegi panjang, dan objek poligon. Ketika objek dibuat secara *custom*, tekan LMB untuk menambah *vertex* dari objek yang akan dibuat. Khusus untuk objek persegi dan persegi panjang, hanya 2 *vertex* yang dapat ditambahkan saat objek dibuat, yakni kedua ujung '*corner*' yang berlawanan dari objek tersebut. Untuk objek poligon, tekan **Ctrl + LMB** untuk menambahkan *vertex* terakhir dari poligon yang dibuat.

4.3.2. Memilih Objek

Objek dapat dipilih dengan mengklik objek tersebut atau mengklik objek yang ingin dipilih pada panel *Object List*. Setelah objek dipilih, objek akan di-*highlight* dengan warna oranye dan nama objek tersebut juga akan berubah menjadi oranye pada panel *Object List*.



Objek yang sedang dipilih.



Nama objek yang sedang dipilih.

4.3.3. Memilih Vertex

Untuk memilih *vertex* suatu objek, pilih objek tersebut kemudian pindah ke dalam *edit mode*. Dalam *edit mode*, klik *vertex* yang ingin dipilih. *Vertex* yang telah dipilih juga akan di-*highlight* dengan warna oranye.



Vertex yang sedang dipilih.

4.3.4. Menyembunyikan Objek

Objek yang dipilih dapat disembunyikan dengan menekan tombol H.

4.3.5. Menampilkan Objek Tersembunyi

Untuk menampilkan objek yang tersembunyi, pilih objek tersebut dari panel *Object List* kemudian tekan tombol H.

4.3.6. Menghapus Objek

Objek yang dipilih dapat dihapus dengan menekan tombol X.

4.4. Pengaturan Objek dan Vertex

4.4.1. Mengubah Warna Objek dan Vertex

Untuk mengubah warna objek atau *vertex* tertentu, pilih objek atau *vertex* tersebut kemudian ubah *property* color yang terletak pada panel *Properties* dengan menekan kotak warna yang ditampilkan.



4.4.2. Mengubah Property Khusus Objek

Pada objek garis, panjang '*length*' garis dapat diubah dengan menggeser input *slider* yang ditampilkan pada panel *Properties* ketika objek tersebut dipilih. Nilai yang tersedia untuk input ini adalah rentang dari 0.001 hingga 3.000.



Pada objek persegi, ukuran '*size*' persegi dapat diubah dengan menggeser input *slider* yang ditampilkan pada panel *Properties* ketika objek tersebut dipilih. Nilai yang tersedia untuk input ini adalah rentang dari 0.001 hingga 3.000.



Pada objek persegi, panjang '*length*' dan lebar '*width*' persegi panjang dapat diubah dengan menggeser input *slider* yang ditampilkan pada panel *Properties* ketika objek tersebut dipilih. Nilai yang tersedia untuk input ini adalah rentang dari 0.001 hingga 3.000.



4.4.3. Menambah & Menghapus Vertex Poligon

Untuk menambah *vertex* pada poligon, masuki *edit mode* dengan objek yang dipilih adalah poligon yang ingin ditambah *vertex*-nya. Dalam *edit mode*, tekan **Ctrl + LMB** pada lokasi *vertex* baru yang diinginkan.

Vertex-vertex yang ada pada poligon dapat dihapus dengan memilih *vertex* tersebut pada *edit mode*, kemudian menekan tombol X.

5. Transformasi

5.1. Translasi

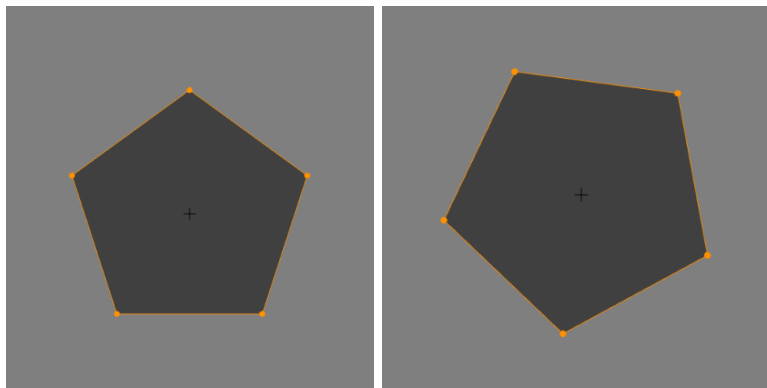
Translasi objek dapat dilakukan dengan menekan tombol **G** (*grab*). Ketika tombol **G** ditekan, objek akan bergerak mengikuti pergerakan mouse terhadap posisi awal *cursor*. Setelah objek telah berada pada posisi yang diinginkan, translasi dapat dihentikan dengan menekan **LMB**. Jika tombol **G** tidak sengaja tertekan, translasi dapat dibatalkan dengan menekan **Esc** dan objek akan dikembalikan ke posisi semula.

Translasi *vertex* juga dilakukan dengan menekan tombol **G**, dihentikan dengan menekan **LMB**, dan dibatalkan dengan menekan **Esc**.

5.2. Rotasi

Rotasi objek dilakukan dengan cara menekan tombol **R**. Ketika tombol **R** ditekan, objek akan berputar sejauh perputaran posisi *cursor* terhadap *origin* objek. Setelah diperoleh rotasi yang diinginkan, rotasi dapat dihentikan dengan menekan **LMB**. Rotasi juga dapat dibatalkan dengan menekan **Esc** dan objek akan dikembalikan ke rotasi semula.

Catatan: *origin* objek mungkin terletak jauh dari *vertex-vertex* penyusun objek.

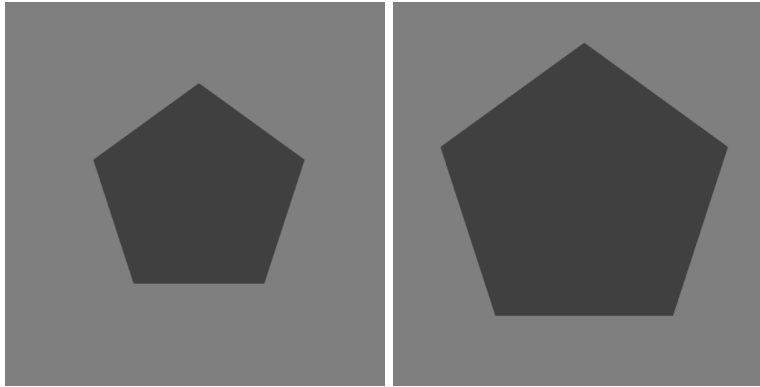


Contoh rotasi sebuah objek segi lima.

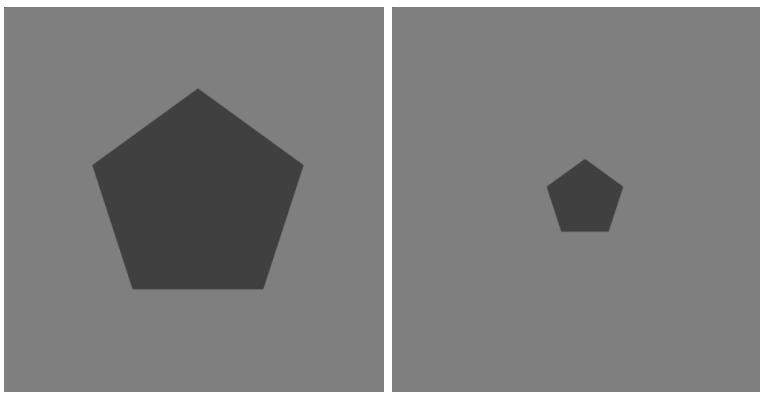
5.3. Dilatasi

Dilatasi objek dilakukan dengan cara menekan tombol **S** (*scale*). Ketika tombol **S** ditekan, objek akan membesar/mengecil sebesar faktor yang sesuai dengan rasio jarak *cursor* dengan *origin* objek setelah dan sebelum mouse digerakkan. Setelah diperoleh ukuran yang diinginkan, dilatasi dapat dihentikan dengan menekan **LMB**. Rotasi juga dapat dibatalkan dengan menekan **Esc** dan objek akan dikembalikan ke ukuran semula.

Catatan: *origin* objek mungkin terletak jauh dari *vertex-vertex* penyusun objek.



Contoh dilatasi sebuah objek segi lima (diperbesar).



Contoh dilatasi sebuah objek segi lima (diperkecil).

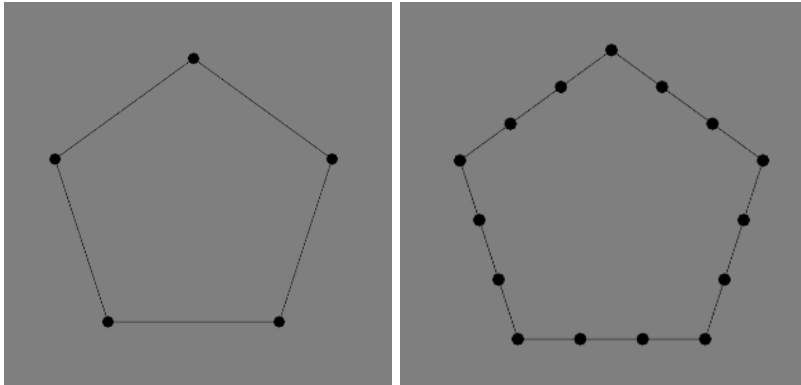
6. Modifier

Modifier adalah operasi yang dapat diterapkan pada objek tanpa harus melakukan *editing* secara manual. Pada Basicad, terdapat 3 jenis *modifier* yang hanya dapat diterapkan pada objek poligon, yakni *subdivision*, *bevel*, dan *triangulate*.

6.1. Subdivision

Subdivision modifier akan mengubah objek poligon dengan menambahkan *vertex-vertex* antara pada setiap sisi yang ada dalam poligon tersebut. Pada *modifier* ini, terdapat satu parameter, *division*, yang menyatakan banyaknya potongan sisi yang ingin dihasilkan. Artinya, 2 *division* menandakan bahwa setiap sisi pada poligon akan dipecah menjadi 2 sisi yang sama panjang sehingga akan terdapat 1 *vertex* baru pada setiap sisi. Begitu pula seterusnya: 3 *division* menghasilkan 2 *vertex* baru di setiap sisi, 4 *division* menghasilkan 3 *vertex* baru di setiap sisi, dst.

Berikut adalah contoh penerapan *subdivision* pada objek poligon segi lima beraturan sebanyak 3 *division*.

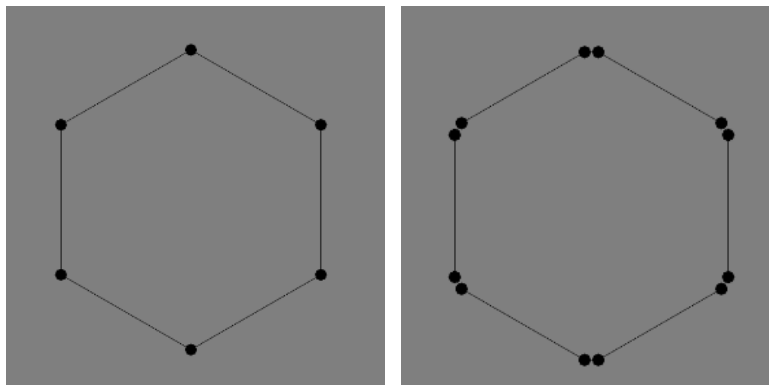


Penerapan *subdivision modifier* dengan 2 *division* pada objek segi lima.

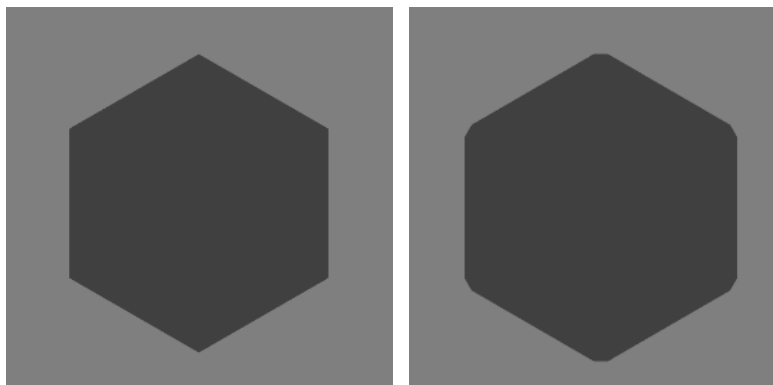
6.2. Bevel

Bevel modifier adalah *modifier* yang dapat mengubah setiap sudut yang tajam pada objek menjadi dua sudut yang tumpul. *Modifier* ini diterapkan dengan mengubah setiap *vertex* menjadi 2 *vertex* yang memiliki jarak terhadap *vertex* yang bersebelahan dengan *vertex* semula. Pada *bevel modifier*, terdapat parameter *length* yang merupakan rasio jarak *vertex* baru terhadap panjang *vertex* ke *origin* sisi.

Berikut adalah contoh penerapan *bevel* pada objek poligon segi enam beraturan dengan parameter *length* sebesar 0.1.



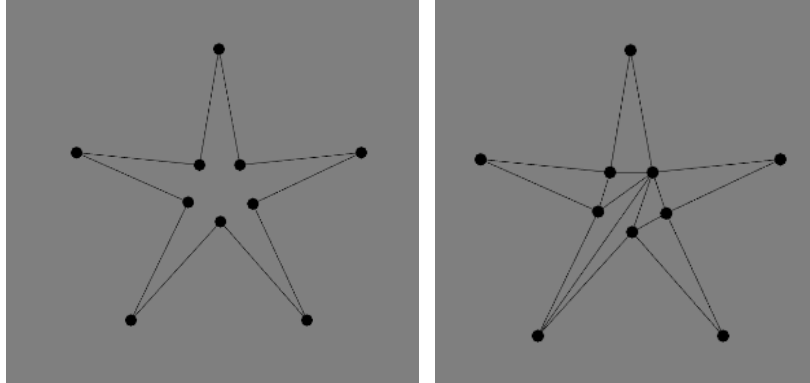
Penerapan *bevel modifier* dengan *length* 0.1 pada objek segi enam (tampilan *wireframe*).



Penerapan *bevel modifier* dengan *length* 0.1 pada objek segi enam (tampilan *solid*).

6.3. *Triangulate*

Triangulate modifier adalah *modifier* yang akan memecah poligon menjadi beberapa poligon yang merupakan segitiga-segitiga penyusun poligon tersebut. Berikut adalah contoh penerapan *triangulate modifier* pada objek sebuah bintang.



Penerapan *triangulate modifier* dengan pada objek bintang.

7. *Export dan Import*

Objek-objek yang telah dibuat dalam Basicad dapat di-*export* menjadi file JSON. File hasil *export* kemudian dapat kembali di-*import*. *Export* dan *import* objek dilakukan dengan menekan tombol **Export** dan **Import** yang terletak pada bagian *Import/Export* pada panel *Properties*.



8. *Hotkeys*

Berikut adalah kombinasi-kombinasi *key* yang digunakan dalam Basicad.

Key	Fungsi
G	<i>Grab</i> (translasi)
R	<i>Rotate</i> (rotasi)
S	<i>Scale</i> (dilatasi)
Q	<i>Solid view</i>
W	<i>Wireframe view</i>
Tab	<i>Object mode/Edit mode (toggle)</i>
LMB	<i>Select/Confirm</i>

Ctrl + LMB	<i>Add vertex / Add final vertex</i>
H	<i>Hide/Unhide</i>
X	<i>Delete object/vertex</i>
Esc	<i>Cancel</i>