

DOKUMEN HKI/PATEN

**KARYA CIPTA**

**JUDUL**

Disain Geometri Sel Elektrolisis Untuk Produksi  
Hidrogen (Reaktor Hidrogen/EC)

Pencipta :

**Dr. Rahadian Zainul, S.Pd., M.Si.**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

TAHUN 2018

# **Disain Geometri Sel Elektrolisis Untuk Produksi Hidrogen (Reaktor Hidrogen/EC)**

**Dr. Rahadian Zainul, S.Pd., M.Si.**  
Universitas Negeri Padang

## **I. PENDAHULUAN**

Geometri merupakan cabang matematika yang mengkaji ukuran, bentuk permukaan (shape), bentuk bangun, dan posisinya dalam ruang observasi, ini sesuai dengan penggunaan awal geometri (penyelidikan bumi dan ukurannya). Bidang ini merupakan sains tertua yang pada awalnya mengkaji ukuran panjang, luas, dan volume dari bangun-bangun tertentu). Termasuk di dalamnya bidang astronomi yang mengkaji letak dan peredaran planet-planet dalam jagad raya..

Dengan pengayaan kajian mengenai struktur obyek geometri oleh Euler dan Gauss, akan membawa kajian geometri ke arah kajian topologi dan diferensial geometri. Berawal dengan pengenalan konsep transformasi menjadikan terjadinya kajian geometri yang disebut dengan geometri non-Euclid (non Euclidean geometry). Hal ini dianggap sebagai awal pengembangan geometri modern. Penggunaan secara luas geometri ini dalam fisika menjadikan berkembangnya konsep baru yang disebut dengan geometri Riemann (Riemannian geometry). Pendekatan menggunakan geometri Riemann ini dilakukan dalam kajian relativitas.

Jenis pendekatan geometri di atas, dikenal pula geometri fraktal, geometri aljabar dan sebagainya. Pendekatan geometri Euclid, terutama pada ruang dimensi dua (bidang datar) dan ruang dimensi tiga (ruang nyata), biasanya dipelajari pada sekolah lanjutan atau menjadi salah topik pada prekalkulus.

## **II. PEMBAHASAN**

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, maka kebutuhan energi listrik penduduk terus juga meningkat. Peningkatan kebutuhan ini akan memerlukan sumber energi yang lebih banyak, padahal persediaan bahan bakar fosil sudah semakin menipis. Hal ini membuat banyak usaha yang telah dilakukan untuk pencarian sumber-sumber energi alternatif yang sering disebut sebagai sumber energi baru dan terbarukan. (Ping-Kuan Chang et al.2012:978)

Energi surya merupakan salah satu sumber energi potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik yaitu sebagai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Untuk memanfaatkan potensi energi surya tersebut, ada dua macam

teknologi yang dapat diterapkan, yaitu teknologi energi surya termal dan *photovoltaic*. Energi surya *photovoltaic* adalah sebuah alat semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat menyerap energi panas matahari untuk menyuplai energi listrik. (Dewi, A. Y & Antonov. 2013:90).

Saat ini efisiensi penggunaan *sel pv* yang didapatkan masih relatif rendah. Penerimaan radiasi matahari pada modul *sel pv* dapat mempengaruhi hasil keluaran daya listrik. Salah satu upaya untuk meningkatkannya tersebut adalah dengan menambah luasan permukaan tangkap sinar matahari pada sisi bidang *sel pv planar* dengan pemanfaatan *bulk* sebagai *reflector*.

## 1. DESAIN DAN REKAYASA REAKTOR TRIGONAL

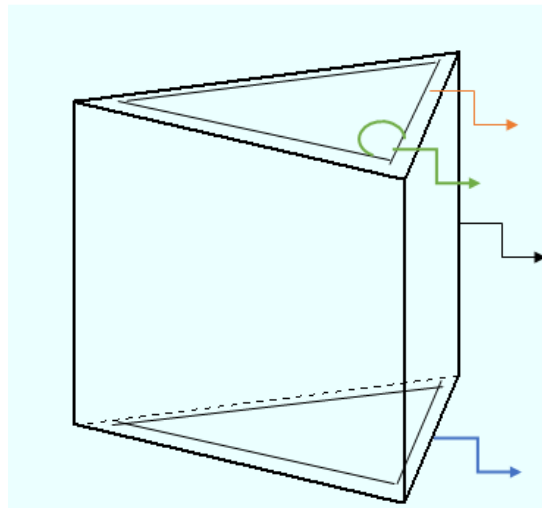
### a. Desain Fotoreaktor Trigonal

Di bawah ini adalah sketsa gambar reaktor geometri ruang trigonal ( segi 3 ). Pada bagian dalam nya terdapat celah kecil dengan jarak 1.5 cm kearah sisi luar dan sisi dalam. Elektrolit akan dimasukkan kedalam celah tersebut yang dinamakan dengan *bulk* atau reaktor. Pada satu sisi trigonal terdapat dua buah *bulk* yang bersisian. Karena trigonal memiliki 3 sisi maka akan membutuhkan 6 *bulk*.

Untuk 1 *bulk* memiliki ukuran = 9 cm x 40 cm

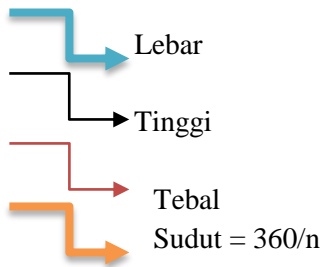


**Gambar 2.7** dua buah *bulk* saling bersisian



Courtesy : Annisa Aulia

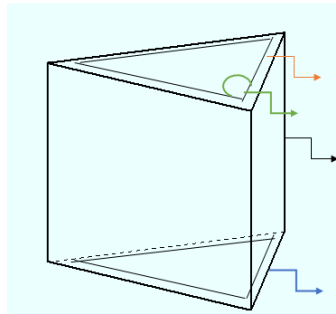
Keterangan gambar :



## b. Analisis Geometri Trigonol Sel PV

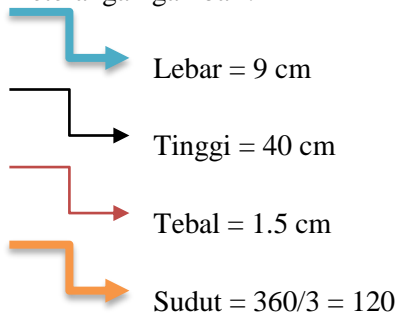
### a) Model 1

Pada model 1 geometri sel PV memiliki ukuran tinggi 40 cm, lebar 9 cm dan ketebalan 1.5 cm. Berdasarkan data diatas didapat gambar geometri tetragonal sel pv tersebut adalah

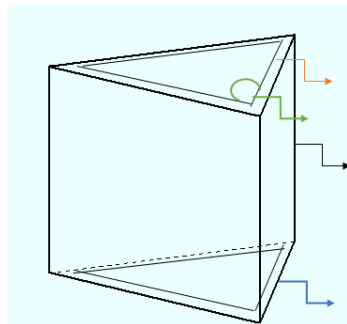


Courtesy : Annisa Aulia

Keterangan gambar :

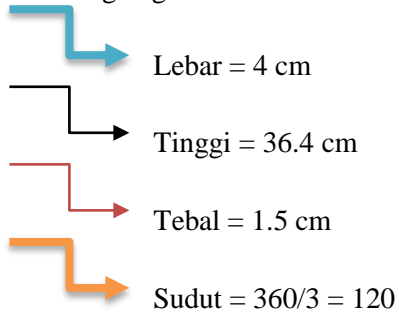


Model 2 yaitu tinggi 36.4 cm dan lebar 4 cm serta tebal 1.5 cm

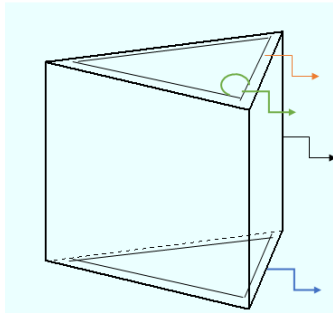


Courtesy : Annisa Aulia

Keterangan gambar :

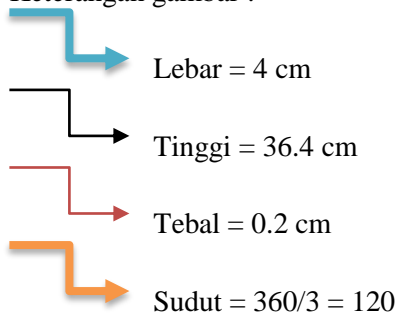


Model 3 tinggi 36,4 cm dan lebar 4 cm serta tebal 0,2 cm



Courtesy : Annisa Aulia

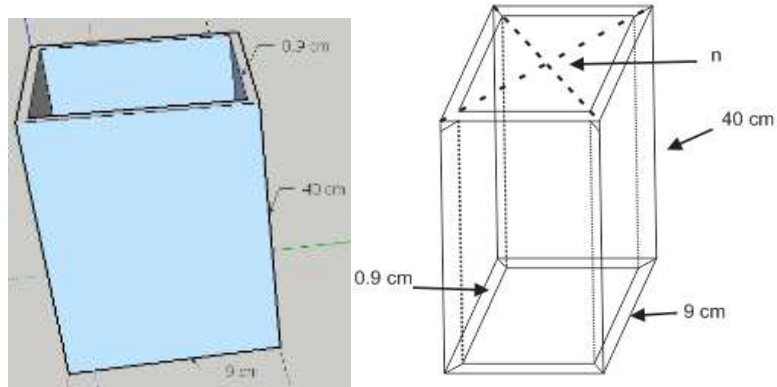
Keterangan gambar :



## 2. DESAIN DAN REKAYASA REAKTOR TETRAGONAL

### a. Desain Fotoreaktor Tetragonal

a) Model 1



**Gambar 2.8** Sketsa Reaktor Geometri Tetragonal Sel PV  
(Courtesy : Ulfa Khaira)

Berdasarkan sketsa gambar tersebut, kita dapat mengetahui tinggi dari sketsa geometri tetragonal tersebut adalah 40 cm dengan lebar 9 cm serta ketebalan 0.9 cm. Menghitung luas permukaan dari bidang tetragonal tersebut dapat dihitung dengan menggunakan aturan trigonometri. Luas permukaan bidang tetragonal bagian luar untuk bagian tutup dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$L_1 = \frac{s^2 \sin \frac{360^\circ}{n}}{4(1 - \cos \frac{360^\circ}{n})}$$

$$L_1 = \frac{9^2 \sin \frac{360^\circ}{4}}{4(1 - \cos \frac{360^\circ}{4})}$$

$$L_1 = \frac{81}{4} = 20.25 \text{ cm}^2$$

Untuk luas sisi tegak dari bidang tetragonal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:  $L_2 = t \times l = 40 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} = 360 \text{ cm}^2$

Maka luas permukaan total bidang tetragonal bagian luar tersebut adalah

$$L_{\text{tot}} = 2L_1 + 4L_2$$

$$= 2(20.25) + 4(360) = 40.5 + 1440 = 1480.5 \text{ cm}^2$$

Menghitung volume ruang tetragonal dapat dihitung dengan menggunakan trigonometri dan aturan cosinus. Dimana volume ruang tetragonal tersebut adalah

$$V = \frac{ns^2t}{4} \frac{\sin \frac{360^\circ}{n}}{1 - \cos \frac{360^\circ}{n}}$$

$$V = \frac{4 \times 9^2 \times 40}{4} \frac{\sin \frac{360^\circ}{4}}{1 - \cos \frac{360^\circ}{4}}$$

$$V = 3240 \text{ cm}^3$$

Karena cahaya yang ditempatkan pada titik tengah ruang akan mengenai semua wilayah dalam ruang, maka luas permukaan yang ditempa oleh cahaya tersebut akan sama dengan volume sketsa tersebut yaitu  $3240 \text{ cm}^3$ .

Menghitung keliling bidang tetragonaltersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus :Keliling =  $8l + 4t$

$$= 8(9) + 4(40) = 232 \text{ cm.}$$

Menghitung jari-jari bidang tetragonal tersebut dapat kita hitung dengan menggunakan trogonometri dan aturan cosinu.Dimana rumus yang digunakan adalah

sebagai berikut.  $r = \sqrt{\frac{s^2}{2(1 - \cos \frac{360^\circ}{n})}}$

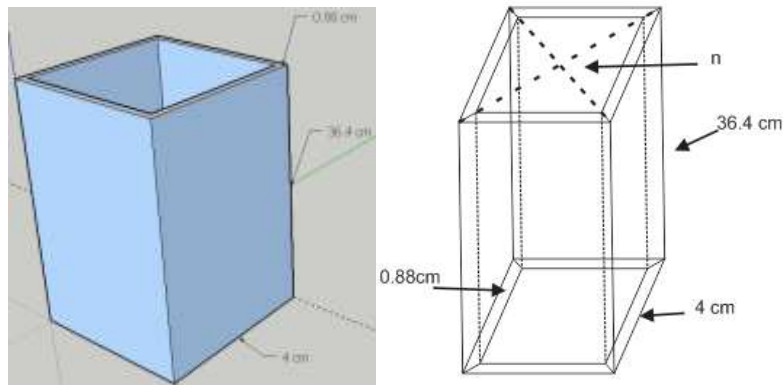
Sehingga jari-jari bidang tetragonal tersebut adalah.

$$r = \sqrt{\frac{9^2}{2(1 - \cos \frac{360^\circ}{4})}}$$

$$r = \sqrt{\frac{81}{2(1 - \cos 90^\circ)}}, r = 6.36 \text{ cm}$$

#### b. Model 2

Pada model 2 ini desain geometri tetragonal sel tersebut memiliki ukuran tinggi 36.4 cm dan lebar 4 cm serta tebal 0.88 cm.



**Gambar 2.9** Sketsa Reaktor Geometri Tetragonal Sel PV  
(Courtesy : Ulfa Khaira)

Menghitung luas permukaan dari bidang tetragonal tersebut dapat dihitung dengan menggunakan aturan trigonometri. Luas permukaan bidang tetragonal bagian luar untuk bagian tutup dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$L_1 = \frac{s^2 \sin \frac{360^\circ}{n}}{4(1 - \cos \frac{360^\circ}{n})}$$

$$L_1 = \frac{4^2 \sin \frac{360^\circ}{4}}{4(1 - \cos \frac{360^\circ}{4})}$$

$$L_1 = \frac{16 \sin 90^\circ}{4(1 - \cos 90^\circ)}$$

$$L_1 = \frac{4}{4} = 1 \text{ cm}^2$$

Untuk luas sisi tegak dari bidang tetragonal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:  $L_2 = t \times l = 36.4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 145.6 \text{ cm}^2$

Maka luas permukaan total bidang tetragonal bagian luar tersebut adalah

$$L_{\text{tot}} = 2L_1 + 4L_2 = 2(1) + 4(145.6) = 584.4 \text{ cm}^2$$

Menghitung volume ruang tetragonal dapat dihitung dengan menggunakan trigonometri dan aturan cosinus. Dimana volume ruang tetragonal tersebut adalah

$$V = \frac{ns^2t}{4} \frac{\sin \frac{360^\circ}{n}}{1 - \cos \frac{360^\circ}{n}}$$

$$V = \frac{4 \times 4^2 \times 36.4}{4} \frac{\sin \frac{360^\circ}{4}}{1 - \cos \frac{360^\circ}{4}}$$

$$V = 582.4 \text{ cm}^3$$

Karena cahaya yang ditempatkan pada titik tengah ruang akan mengenai semua wilayah dalam ruang, maka luas permukaan yang ditempa oleh cahaya tersebut akan sama dengan volume sketsa tersebut yaitu  $582.4 \text{ cm}^3$ .

Menghitung keliling bidang tetragonal tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus: Keliling =  $8l + 4t = 8(4) + 4(36.4) = 177.6 \text{ cm}$

Menghitung jari-jari bidang tetragonal tersebut dapat kita hitung dengan menggunakan trigonometri dan aturan cosinus. Dimana rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$r = \sqrt{\frac{s^2}{2(1 - \cos \frac{360^\circ}{n})}}$$

Sehingga jari-jari bidang tetragonal tersebut adalah.



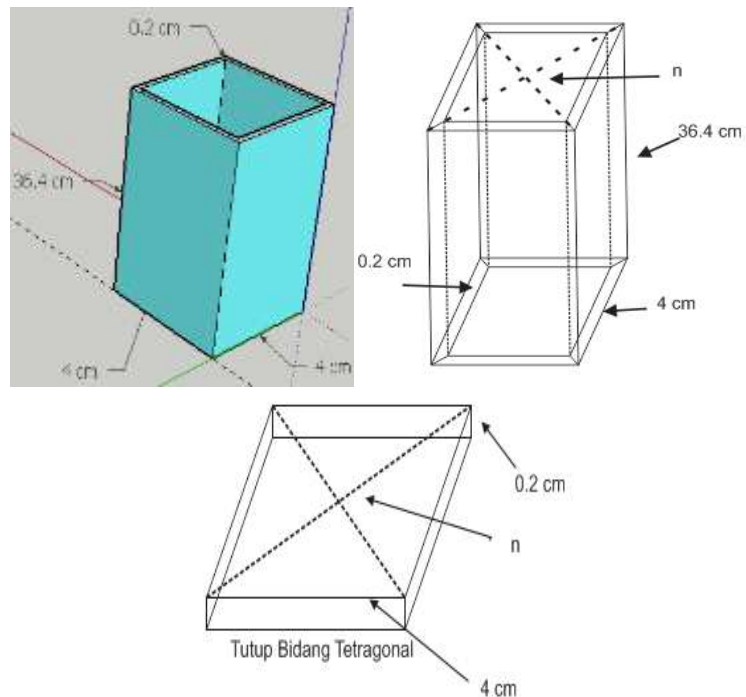
$$r = \sqrt{\frac{4^2}{2(1 - \cos \frac{360^\circ}{4})}}$$

$$r = \sqrt{\frac{16}{2(1 - \cos 90^\circ)}}$$

$$r = 2.83 \text{ cm}$$

### c. Model 3

Pada model 2 ini desain geometri tetragonal sel tersebut memiliki ukuran tinggi 36.4 cm dan lebar 4 cm serta tebal 0.2 cm.



**Gambar 2.10** Sketsa Reaktor Geometri Tetragonal Sel PV

(Courtesy : Ulfa Khaira)

Menghitung luas permukaan dari bidang tetragonal tersebut pada satu muka, dimana kita hanya mengambil salah satu bidang misalnya pada bidang tutup yang memiliki ukuran 4 cm × 4 cm × 0.2 cm. Luas permukaan bidang tetragonal pada satu muka bagian luar untuk bagian tutup dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$\begin{aligned} L &= 2 \text{ luas tutup} + 4 \text{ luas sisi tegak} \\ &= 2 (4^2) + 4 (4 \times 0.2) \\ &= 35.2 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Menghitung volume ruang tetragonal dapat dihitung dengan menggunakan rumus volume balok, dimana ukuran tutupnya adalah  $4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 0.2 \text{ cm}$ . sehingga volume dari tutup bidang tetragonal tersebut adalah

$$V = 4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 0.2 \text{ cm} = 3.2 \text{ cm}^3$$

Karena cahaya yang ditempatkan pada titik tengah ruang pada tutup, dimana cahaya akan mengenai semua wilayah dalam ruang, maka luas permukaan yang ditempa oleh cahaya tersebut akan sama dengan volume tutup bidang tersebut yaitu  $3.2 \text{ cm}^3$ .

Menghitung keliling tutup bidang tetragonal tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus : Keliling =  $8l + 4t$

$$= 8(4) + 4(0.2) = 32.8 \text{ cm}$$

Menghitung jari-jari bidang tetragonal tersebut dapat kita hitung dengan menggunakan trigonometri dan aturan cosinu. Dimana rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$r = \sqrt{\frac{s^2}{2(1 - \cos \frac{360^\circ}{n})}}$$

Sehingga jari-jari bidang tetragonal tersebut adalah

$$r = \sqrt{\frac{4^2}{2(1 - \cos \frac{360^\circ}{4})}}$$

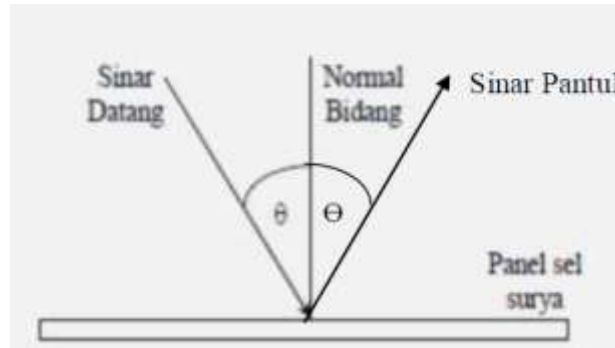
$$r = \sqrt{\frac{16}{2(1 - \cos 90^\circ)}}, r = 2.83 \text{ cm}$$

#### b. Radiasi Harian Matahari pada Permukaan Bumi

Konstanta radiasi matahari sebesar  $1353 \text{ W/m}^2$  dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang-gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipencarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran. Pada waktu pagi dan sore radiasi yang sampai permukaan bumi intensitasnya kecil. Hal ini disebabkan arah sinar matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi (membentuk sudut tertentu) sehingga sinar matahari mengalami peristiwa difusi oleh atmosfer bumi. (Yuwono, 2005)

c. **Pengaruh Sudut Datang terhadap Radiasi yang diterima**

Besarnya radiasi yang diterima panel sel surya dipengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) yaitu sudut antara arah sinar datang dengan komponen tegak lurus bidang panel.



**Gambar 2.11** Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang panel sel surya. (Yuwono, 2005)

Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut  $\theta$  seperti gambar, maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor  $\cos\theta$ .

$$I_r = I_{r0} \cos \theta$$

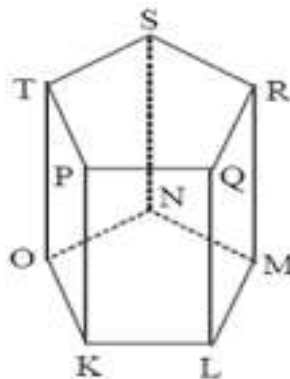
Dimana :  $I_r$  = Radiasi yang diserap panel

$I_{r0}$  = Radiasi yang mengenai panel

$\theta$  = Sudut antara sinar datang dengan normal bidang panel (Yuwono, 2005)

### 3. DESAIN DAN REKAYASA REAKTOR PENTAGONAL

Pengantar Analisis



Segilima ditulis dengan Segi Lima, artinya adalah sebuah bangun datar yang memiliki lima sisi dan lima sudut. Masing-masing sudutnya adalah 108 derajat

dengan total keseluruhan sudut 540 derajat. Nama segi lima dalam Bahasa Inggris disebut dengan *Pentagon*. Memiliki sudut *Exterior* (berseberangan) sebesar  $72^\circ$ . Istilah segi lima yang memiliki panjang yang sama dan sudut yang sama besar atau dikenal dengan segilima beraturan. Segi lima termasuk ke dalam ruang lingkup geometri bangun datar (Coxeter.1991:222).

Berikut rumus-rumus segi lima, yaitu :

Mencari diagonal adalah:

$$d = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} a$$

Mencari keliling adalah:

$$P = 5a$$

Luas segi lima sama sisi dengan panjang sisi  $a$  adalah :

$$A = \frac{5a^2}{4} \cot \frac{\pi}{5} = \frac{a^2}{4} \sqrt{25 + 10\sqrt{5}} = 1.72048a^2$$

(Purcell. 1984: 278)

### 1. Sudut Pusat Pentagon

$$\theta = \frac{360^\circ}{n}$$

### 2. Jari-jari Pentagon

$$(\text{Aturan cosinus}) s^2 = r^2 + r^2 - 2r^2 \cos \frac{360^\circ}{n}$$

$$r = \sqrt{\frac{s^2}{2(1 - \cos \frac{360^\circ}{n})}}$$

### 3. Volume Luas Segi Lima

$$v = \frac{n \cdot s^2 \cdot t}{4} \frac{\sin \frac{360^\circ}{n}}{1 - \cos(\frac{360^\circ}{n})}$$

### 4. Luas Permukaan Elektron untuk Reaksi Foton

$$(S - 8)(T - 4)n$$

## 5. Luas Permukaan untuk Reaksi Elektrolit

$$(s - 4)t.n$$

## 6. Luas Permukaan Reaktor

$$\frac{1}{2} \times r^2 \times \sin \frac{360^\circ}{n}$$

## 7. Diameter Reaktor

$$\sqrt{\frac{2s^2}{1 - \cos 72^\circ}}$$

n merupakan banyaknya sisi pada bangun ruang yang dijadikan alas reaktor. Segi lima merupakan bangun ruang yang banyak sisinya 5. Oleh karena itu,  $n = 5$ .

(Masterton. 1998: 123 )

Sebuah reactor bekerja berdasarkan reaksi pembelahan (fisi) dari sebuah inti. Ketika sebuah inti ditembakkan oleh sebuah neutron, dengan persentase tertentu inti akan mengalami pembelahan (fisi). Pada reactor dibedakan dua jenis material yang dapat mengalami fisi atau pembelahan yang disebut dengan *fissionable material* yaitu material fisil dan material fertil. Sebuah material fisil merupakan material yang akan mengalami pembelahan ketika di tembak oleh sebuah neutron dengan sejumlah energi. Sedangkan material fertil adalah material yang akan menangkap neutron dan melalui peluruhan radioaktif akan berubah menjadi material fisil. Uranium-235 adalah material yang secara alami bersifat fisil dan uranium-238 adalah material fertile (Wallace.1998:324).

Cara membuat reactor segi lima yaitu dengan menggunakan aplikasi auto cad atau visio. Dalam paper ini, reactor segi lima dibuat dengan menggunakan aplikasi visio 2013. Cara pembuatan reactor segi lima yaitu :

1. Buka aplikasi visio 2013.
2. Pilih lembar kerja basic diagram pada menu visio, kemudian klik creat untuk memulai menggambar reactor segi lima.
3. Pada lembar kerja pilih menu Home dan pilih shapes stencil, kemudian pilih menu basic shapes.
4. Pilih pentagon untuk membuat atap maupun alas reaktornya dengan ketebalan pentagon 0,9 cm dengan panjang sisinya 9 cm.
5. Pada menu Home pilih rectangle dan pilih line untuk membuat tinggi reactor 40 cm.

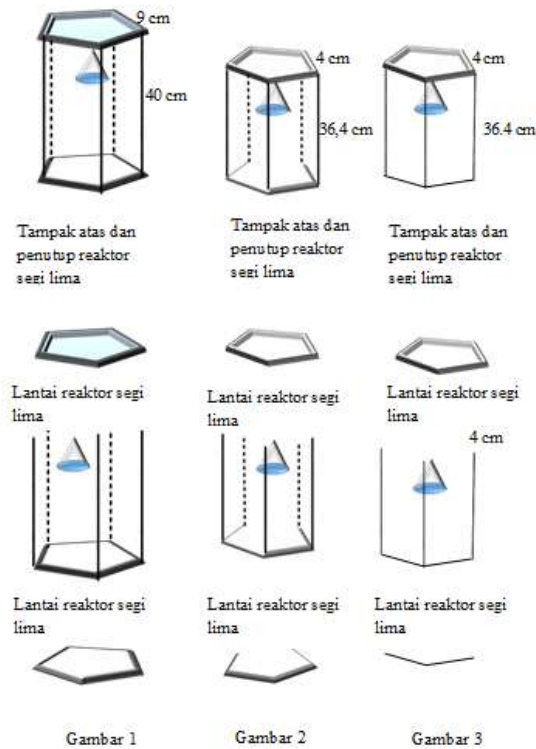
6. Cara mengatur ketebalan pentagon yaitu klik kanan pada pentagon kemudian pilih format shapes, pilih line, kemudian pilih solid line untuk membuat ketebalan pada pentagon, kemudian pilih width dan atur sebesar 0,9 cm.
7. Cara mengatur ketebalan dan sudut pentagon yaitu klik kanan pada pentagon kemudian pilih format shapes, pilih line, kemudian pilih gradient line kemudian klik angle dan atursudutnya sebesar  $72^{\circ}$ .
8. Langkah terakhir yaitu membuat pathogen menjadi 3D yaitu dengan mengklik ikon effects pada menu Home dan pilih 3D-rotation.

Setelah membuat reactor segi lima, langkah selanjutnya yaitu membuat satu titik sumber cahaya, yaitu dengan cara:

1. Pada menu Home dan pilih shapes stencil, kemudian pilih menu basic shapes.
2. Pilih triangle dan ellips pada ikon basic shapes.
3. Gabungkan triangle dan elips sehingga berbentuk seperti lampu.
4. Gabungkan sumber sinar ke dalam reactor segi lima.

Terdapat tiga model reactor segi lima dengan ukuran yang berbeda. Dalam pembuatan reactornya memiliki langkah yang sama namun berbeda ketentuan ukuran masing-masing reactor, begitu jugadengan titik sumber cahaya.

Sehingga didapatkan bentuk reactor segi limanya yaitu:



Pada reaktor segi lima, ditengah ruang ditempatkan satu titik sumber cahaya. Adapun syarat-syarat sumber sinar dalam suatu ruang, yaitu :

#### 1. Sudut Ruang

Pancaran cahaya di udara bebas sifatnya meruang seperti bola, sudut bidang adalah sebuah titik potong 2 buah garis lurus. Sehingga ruang yang disumbri sinar menjadi terang.

#### 2. Arus cahaya

Arus cahaya didefinisikan sebagai jumlah total cahaya yang dipancarkan sumber cahaya setiap detik.

#### 3. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya (I) dengan satuan adalah arus cahaya dalam lumen yang didefinisikan setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh sebuah sumbercahaya.

#### 4. Kuat Penerangan

Kuat penerangan (E) adalah pernyataan kuantitatif untuk arus cahaya ( $\Phi$ ) yang menimpa atau sampai pada permukaan bidang. (Stroud. 2001: 104)

Faktor-faktor yang mempengaruhi sumber sinar dalam ruangnya yaitu :

#### 1. Lamanya Penyinaran.

Lama penyinaran juga mempengaruhi sumber sinar, dikarenakan lama penyinaran dapat menurunkan kecerahan sumber sinar dalam ruangan, karena daya tahan

sumber sinar bias hilang akibat pemakaian yang terlalu lama dan terlalu panas pada penyinarannya.

## 2. Sudut Datang Sinar

Sudut datang sinar juga mempengaruhi kecerahan dalam ruangan. Dan ini bisa diatasi dengan penempatan sumber sinar dalam suatu ruang.

## 3. Keadaan ruangan

Keadaan ruang juga mempengaruhi sumber sinar, karena sumber sinar tidak terlalu terang apabila ruang itu berada dalam keadaan yang gelap.

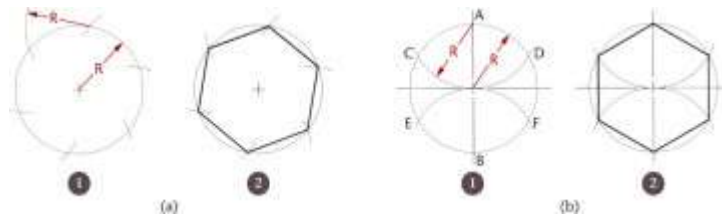
(Stroud. 2001 : 97)

## 4. DESAIN DAN REKAYASA REAKTOR HEKSAGONAL

### Desain Fotoreaktor Hexagonal

Menggambar segi enam

Setiap sisi segi enam sama dengan jari-jari lingkaran yang dibatasi (Gambar 2.12a). Untuk menggunakan kompas atau pemisah, gunakan jari-jari lingkaran untuk menandai enam titik segi enam di sekitar lingkaran. Hubungkan titik dengan garis lurus. Periksa akurasi Anda dengan memastikan sisi berlawanan dari segi enam sejajar. (Johnson, 2007)



**Gambar 2.12** Menggambar segi enam





(a)

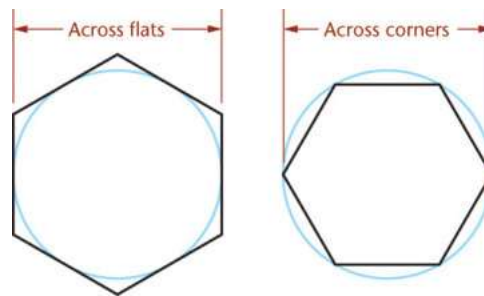
(b)

(c)

**Gambar 2.13** Fotoreaktor Hexagonal

Variasi Centerline Gambarkan garis tengah vertikal dan horizontal (Gambar 2.12b). Dengan A dan B sebagai pusat dan radius yang sama dengan lingkaran, letakkan busur untuk memotong lingkaran pada C, D, E, dan F, dan lengkapi segi enam seperti yang ditunjukkan.

Hexagons, terutama bila ditarik untuk membuat kepala baut, biasanya diapit oleh jarak di sisi datar (tidak di sudut). Saat membuat segi enam dengan menggunakan CAD, sangat khas untuk menariknya seperti lingkaran yang dibatasi lingkaran, sehingga diameter lingkaran menentukan jarak di sisi datar segi enam .



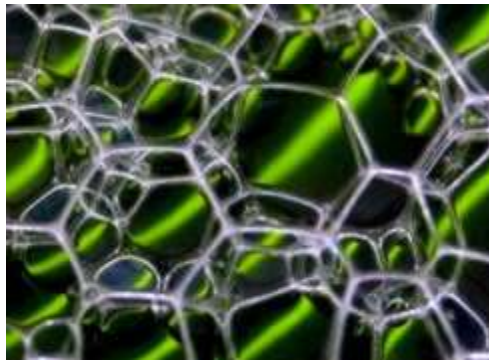
**Gambar 2.14** seberang flat vs seberang sudut (frederick, 2017)

## Hexagon

Sebuah heksagon adalah poligon 6 sisi (bentuk datar dengan sisi lurus).

Hexagon Reguler

Luas =  $23.38268590218$



## Gelembung sabun segi enam

Gelembung sabun cenderung membentuk segi enam saat mereka bergabung



Hexagons sarang lebah

Honeycomb memiliki segi enam juga(nikolaos,2014)

### Regular or Irregular

Bila semua sudut sama dan semua sisi sama, itu biasa, jika tidak, itu tidak beraturan:



Regular Hexagon



Irregular Hexagons



### Concave or Convex

Sebuah hexagon cembung tidak memiliki sudut yang menunjuk ke dalam. Lebih tepatnya, tidak ada sudut internal yang bisa lebih dari  $180^\circ$ .

Bila sudut internal lebih besar dari  $180^\circ$  cekung. (Pikirkan: cekung memiliki "gua" di dalamnya). (cartensen,2000-2001)



Convex Hexagon

Concave Hexagon

### Is it a Hexagon?

Tidak ada sisi melengkung. Dan bentuknya juga harus ditutup (semua garis sambungkan):



**Hexagon**  
(straight sides)



**Not a Hexagon**  
(has a curve)



**Not a Hexagon**  
(open, not closed) (john,2008)

### Properties

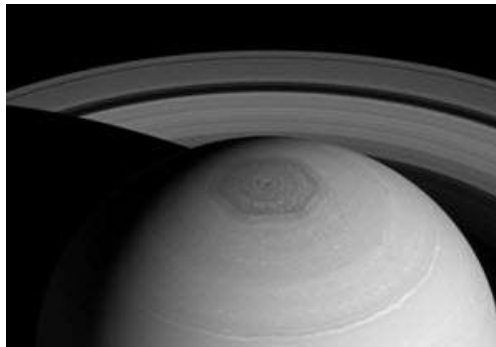


Sebuah heksagon biasa memiliki:

Sudut Interior  $120^\circ$

Sudut Eksterior  $60^\circ$

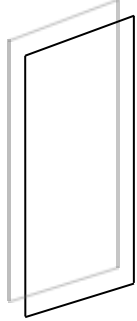
Area =  $(1,5\sqrt{3}) \times s^2$ , atau sekitar  $2.5980762 \times s^2$  (di mana  $s$  = sisi panjang)



Hexagon di Saturnus DAN ada segi enam besar di Saturnus, Ini lebih lebar dari Bumi.(wenninger,1974)

Di bawah ini adalah sketsa gambar reactor geometri ruang hexagonal (segi6). Pada bagian dalamnya terdapat celah kecil dengan jarak 3 mm ke arah sisi luar dan sisi

dalam. Elektrolit akan dimasukkan ke dalam celah tersebut yang dinamakan dengan *bulk* atau *reaktor*. Pada satu sisi deksagonal terdapat dua buah *bulk* yang bersisian. Karena deksagonal memiliki 6 sisi maka membutuhkan 12 *bulk*.

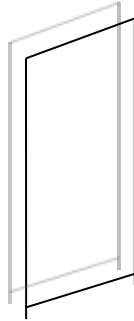


**Gambar 2.15** dua buah *bulk* saling bersisian  
(Courtesy :Siti Rahma Hasibuan).

## 5. DESAIN DAN REKAYASA REAKTOR HEPTAGONAL

### Desain Fotoreaktor Heptagonal

Dibawah ini adalah sketsa gambar reaktor geometri ruang heptagonal (segi 10). Pada bagian dalam nya terdapat celah kecil dengan jarak 3 mm ke arah sisiluar dan sisi dalam. Elektrolit akan dimasukkan kedalam celah tersebut yang dinamakan dengan *bulk* atau *reaktor*. Pada satu sisi heptagonal terdapat dua buah *bulk* yang bersisian. Karena heptagonal memiliki 10 sisi maka membutuhkan 20 *bulk*.



**Gambar 2.19** dua buah *bulk* saling bersisian

## 6. DESAIN DAN REKAYASA REAKTOR OKTAGONAL

### Desain Oktagonal

Dibawah ini adalah sketsa gambar reaktor geometri ruang oktagonal (segi 8). Pada bagian dalamnya terdapat celah kecil dengan jarak 3 mm ke arah sisi luar dan sisi dalam. Elektrolit akan dimasukkan kedalam celah tersebut yang dinamakan dengan *bulk* atau *reaktor*. Pada satu sisi oktagonal terdapat dua buah *bulk* yang bersisian. Karena oktagonal memiliki 8 sisi maka dibutuhkan 16 *bulk*.



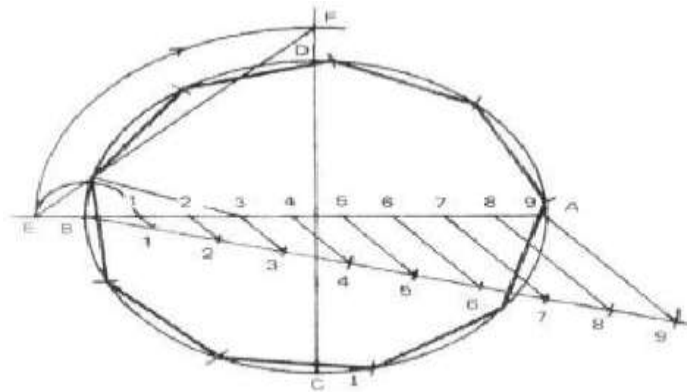
**Gambar 2.23** Dua buah bulk saling bersisian

## **7. DESAIN DAN REKAYASA REAKTOR NONAGONAL**

### **Desain Reaktor Nonagonal**

Cara membuat Segi Sembilan Beraturan yaitu :

1. Buatlah lingkaran.
2. Trik garis tegak AB dan bagilah AB menjadi 9 bagian sama panjang (Kalau saya sebelum membuat lingkaran, membuat dulu diameternya 9 cm, di bagi 9 jadi masing-masing jadi 1 cm).
3. Tarik garis CD tegak lurus garis AB di tengah-tengah AB.
4. Perpanjang garis AB dan CD berturut-turut dengan BE dan DF =  $1/9$  AB.
5. Hubungkan DF hingga memotong lingkaran, maka garis dari titik potong lingkaran ke titik 3 merupakan sisi segi sembilan beraturan dan ukuran pada keliling lingkaran.



Gambar 2.15 Segi Sembilan Beraturan

**Gambar 2.27** Segi 9 beraturan

## Referensi

<http://id.wikipedia.org>

Akhmad, Kholid. 2011. "Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapannya untuk Daerah Terpencil". *Jurnal Dinamika Rekayasa* Vol.1 No. 1

Alders, C.J. 1961. *Ilmu Ukur Ruang*. Jakarta: Noor Komala

Anggara, I.W.G.A, Kumara, I.N.S., Giriantari, I.A.D. 2014. "Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 Kw di Universitas Udayana Bukit Jimbaran". *Spektrum*, 1(1)

Aulia, Fakhri M. 2007. "[Bisakah Arsitektur 'Lari' dari Geometri?](#)". *Jurnal Teori dan Desain Arsitektur* Vol. 1 No. 1

Ayres, Frank & Schmidt, Philip. 2004. *Matematika Universitas Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.

Bansai, NK, et al. 1990. *Renewable Energy Sources And Conversion Technology*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Co. Limited

Cartensen, Jens, "About hexagons", *Mathematical Spectrum* 33(2) (2000–2001), 37–40.

Coxeter. 1991. *Projective Geometry Second Edition*. New York: Springer-verlag.

Dao Thanh Oai (2015), "Equilateral triangles and Kiepertperspectors in complex numbers", *Forum Geometricorum* 15, 105--114.

<http://forumgeom.fau.edu/FG2015volume15/FG201509/index.html>

Farikhin. 2007. *Mari Berpikir Matematis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Gareth J. Janacek and Mark Lemmon. 2011. *Mathematics for Computer Scientists*. Bookboon.com.

Grätzel, M. (2005). Solar Energy Conversion by Dye-Sensitized Photovoltaic Cells. *Inorganic Chemistry*. 44: 6841-6851.

Green, M.A 2003. *Third Generation Photovoltaics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- Gutierrez, Antonio, "Hexagon, Inscribed Circle, Tangent, Semiperimeter", [4], Accessed 2012-04-17.
- Hagfeldt, A. & Grätzel, M. (1995). Light-Induced Redox Reactions in Nanocrystalline Systems.. *Chemical Review*. (95): 49-68.
- Hamdani, Dadan. 2011. "Analisis Kinerja Solar Photovoltaic System (Sps) Berdasarkan Tinjauan Efisiensi Energi Dan Eksergi". *Jurnal Material dan Energi Indonesia* Vol. 1 No. 2
- Hamdani, Dadan. 2011. "Analisis Kinerja Solar Photovoltaic System (Sps) Berdasarkan Tinjauan Efisiensi Energi Dan Eksergi". *Jurnal Material dan Energi Indonesia* Vol. 1 No. 2
- Handini, Wulandari. 2008. *Performa Sel Surya*. Literatur. Fakultas Teknik UI
- Hasan, H. 2012. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi, *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan* Vol. 10 No.2
- Hoste, Jim. 2009. *Mathematica Demystified*. New York: McGraw Hill  
*Inequalities proposed in "Crux Mathematicorum"*, [5].
- ISTIMEWA
- Jamari, J. (2006). *Running-In Of Rolling Contacts*. Phd Thesis, University Of Twente, Zutphen, The Netherlands.
- John H. Conway, Heidi Burgiel, Chaim Goodman-Strauss, (2008) *The Symmetries of Things*, ISBN978-1-56881-220-5 (Chapter 20, Generalized Schaeffli symbols, Types of symmetry of a polygon pp. 275-278)
- Johnson, Roger A., *Advanced Euclidean Geometry*, Dover Publications, 2007 (orig. 1960).
- Karmiathi, N.M.. 2011. Rancang Bangun Modul SolarCell Dengan Memanfaatkan Komponen Fotovoltaic Kompatibel, *Jurnal Logic*
- KBBI. 2008. Jakarta: PT Gramedia
- Larissa Fradkin. 2013. *Elementary Algebra and Calculus*. Bookboon.com.
- Lubis, A. Dan Sudrajat, A. 2006: *Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik*. BBPT Press. Jakarta
- management: Italian material and energy recovery efficiency. *Waste management* 31:489-94.
- Masterton, William J & Slowinski, Emil J. 1998. *Mathematical Preparation For General Chemistry*. London: Saunders Company.
- Mintorgo, Danny Santoso. 2000. "Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic Cells) Pada Perumahan dan Bangunan Komersial". *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur* Vol. 28 No. 2
- Mintorgo, Danny Santoso. 2000. "Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic Cells) pada Perumahan dan Bangunan Komersial". *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur* Vol. 28 No. 2
- Mulia, Alphin S. 2012. "Analisis Pengaruh Disain Kontak Atas (Front Contact)
- Murdaka, Bambang & Kuntoro, Tri. 2011. *Matematika untuk Ilmu Fisika dan Teknik*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Ngana, Paul J. 2007: *Contact Grid Optimazation Methodology For Solar Cell*. Nanophotonics Group Jacob University. Breman. Germany.
- Nikolaos Dergiades, "Dao's theorem on six circumcenters associated with a cyclic hexagon", *Forum Geometricorum* 14, 2014, 243--246.  
<http://forumgeom.fau.edu/FG2014volume14/FG201424index.html>
- Nojik, A.J. 2002. Quantum Dot Solar Cells. *Physica E*. 14: 115-120.

- Nugraha, Denny Dwi. 2013. "Pemanfaatan Sel Surya (PV) Pada Pompa Air Lorentz Untuk Keperluan Pertanian Dan Perikanan Di Plth Pandansimo, Bantul, D.I. Yogyakarta". Makalah Seminar Praktek Kerja. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Nugraha, Denny Dwi. 2013. *Pemanfaatan Sel Surya (PV) Pada Pompa Air Lorentz Untuk Keperluan Pertanian Dan Perikanan Di Plth Pandansimo, Bantul, D.I. Yogyakarta*. Makalah Seminar Praktek Kerja. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Pada Peningkatan Efisiensi Sel Surya". *Jurnal Teknologi* Volume 9 Nomor 1.
- Parker. J.E. 2013. *Advances Maths for Chemists*. Bookboon.com.
- Parker. J.E. 2013. *Introductory Maths for Chemists*. Bookboon.com.
- Perumahan Dan Bangunan Komersial". *Dimensi Teknik Arsitektur* Volume 28 Nomor 2.
- Purcell, Erwin J & Varberg Dale. 1984. *Kalkulus dan Geometri Analitis. Jilid 2*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Raharjo, Darno. 2008. *Matematika 3 Dimensi*. Bandung: Tinta Emas Publishing.
- Rahayuningtyas, A., Kuala, S.I., dan Apriyanto, F.. 2014. Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Sederhana di Daerah Pedesaan sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan uan Energi Terbarukan. *Prosiding SnaPP 2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan*
- Rowlett, Julie. 2013. *Blash into Math*. Bookboon.com.
- Ruangchalerwong, C. 2004. Optimal Design Of Solar Cell Front Contact Grid. Chulaongkorn University. Thailand.
- Santini A, Morselli L, Passarini F, Vassura I, Di Carlo S, Bonino F. 2011. End-of-Life Vehicles
- Shah, M.S.A.S., Nag, M., Kalagara, T., Singh, S. & Manorama, S.V.. (2008). Silver on PEG-PU-TiO<sub>2</sub> Polymer Nanocomposite Films: An Excellent System for Antibacterial Applications. *Chemistry of Material*. 20: 2455–2460.
- Smestad, G.P. & Grätzel, M. (1998). Demonstrating Electron Transfer and Nanotechnology: A Natural Dye-Sensitized Nanocrystalline Energy Converter. *Journal of Chemical Education*. 75(6): 752-756.
- Strong, Steven J., *The Solar Electric House, A Design Manual For Home-Scale Photovoltaic Power Systems*, Pennsylvania, Rodale Press, 1987.
- Strong, Steven J. 1987. *The Solar Electric House, A Design Manual for Home-Scale Photovoltaic Power Systems*, Pennsylvania: Rodale Press
- Stroud. 2001. *Matematika Teknik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Sutrisno, H. 2008. *Preparasi Titanium Oksida-Nanopartikel Melalui Rekayasa Titanium Akuatso Klorida Dengan Proses Kimia Larutan Basa*. FMIPA-UNY : Laporan Penelitian Mandiri.
- Sutrisno, Hari. 2010. *Sel Fotovoltaik Generasi Ke-III: Pengembangan Sel Fotovoltaik Berbasis Titanium Dioksid*. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Suyanto, Muhammad. 2014. "Pemanfaatan Solar Cell sebagai Pembangkit Listrik Terbarukan". *Jurnal Teknik FTUP* Vol. 27 No. 3



- Wallace, Edward C & West, Stephen F. 1998. *Roads to Geometry Second Edition*. London: Prentice-Hall.
- Wang, Wenlong and Hao Wang. 2017. *Elementary Algebra Exercise Book1*. Bookboon.com.
- Wasito, S. 2001. *Vademekun Elektronika Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Wasito, S. 2001. *Vademekun Elektronika Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Wenninger, Magnus J. (1974), [Polyhedron Models](#), Cambridge University Press, p. 9, [ISBN 9780521098595](#).
- Wolfgang, Scharthl. 2014. *Basic Physical Chemistry*. Bookboon.com.  
[www.matikzone.wordpress.com](http://www.matikzone.wordpress.com)
- Yamaguchi, T., Tobe, N., Matsumoto, D. & Arakawa, H. Highly Efficient Plastic Substrate Dye-Sensitized Solar Cells Using a Compression Method For Preparation of TiO<sub>2</sub> Photoelectrodes. *Chemical Communication*. 4767–4769.
- Yuwono, Budi. 2005. “Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C5”. Skripsi. Surakarta