

## PERBANDINGAN INTENSITAS RADIASI SURYA HASIL PENGUKURAN DI KOTA MEDAN DENGAN SIMULASI TEORITIS MENGGUNAKAN VISUAL BASIC 6.0

Christofel P. L<sup>1</sup> ; Tulus B. Sitorus<sup>2</sup>, Farel H. Napitupulu<sup>3</sup>, Himsar A<sup>4</sup>, Dian M. Nasution<sup>5</sup>, Andianto P<sup>6</sup>  
<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara  
E-mail : lidangzzz@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Saat ini, kebutuhan akan energi, terutama energi listrik semakin tinggi akibat pertumbuhan populasi manusia. Energi surya merupakan energi yang memiliki potensi tinggi namun belum dimaksimalkan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari. Intensitas radiasi surya bergantung pada beberapa hal, seperti iklim, posisi bujur suatu lokasi, tanggal dan juga waktu. *Visual Basic 6.0(VB)* dapat digunakan untuk pembuatan simulasi perhitungan intensitas radiasi pada suatu permukaan. Pada skripsi ini, pembuatan simulasi perhitungan intensitas radiasi didasarkan pada hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur *data hobo station* pada bulan Desember 2012, setelah simulasi selesai, dilakukan perbandingan data hasil pengukuran dengan hasil simulasi teoritis dan ditunjukkan dalam bentuk grafik yang dibuat dengan perangkat lunak yang sama. Hasil simulasi menunjukkan bahwa persen galat hanya sekitar 14%, sehingga simulasi yang dibuat telah dapat digunakan.

*Kata Kunci : Intensitas radiasi surya, Visual Basic 6.0, alat ukur data hobo station*

### ABSTRACT

*Nowadays, the needs of energy, moreover electric energy is getting higher because of the raise of human population. Solar Energy is the energy that have high potention but not have maximal use in daily life. Solar radiation intensity depends on many things, like climate, meridian position, date and time. Visual Basic 6.0(VB) can be used to make the calculation of solar radiation intensity on a plane. In this task, the simulation of radiation intensity is based on the result of data hobo station count device in December 2012, after the simulation done, make comparison between the data from count device with data from result of teoritical simulation dan will be shown in chart that make from same software. The result of simulation show that the correction factor percentage is only about 14%, so the simulation can be used.*

*Keywords : solar radiation intensity, Visual Basic 6.0, data hobo station count device*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan energi, khususnya energi listrik terus meningkat dengan pesat, bahkan diluar estimasi yang diperkirakan. Hal ini sudah selayaknya sebagai dampak meningkatnya seluruh aktifitas kehidupan yang menggunakan energi listrik.

Selama ini kebutuhan energi bahkan kebutuhan dunia masih mengandalkan minyak bumi sebagai penyangga utama kebutuhan energi. Sementara itu, tidak dapat dipungkiri bahwa sumber energi ini semakin langka dan mahal harganya.

Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima energi matahari sekitar  $1000\text{W/m}^2$ .

Indonesia merupakan daerah sekitar khatulistiwa dengan luas daratan mencapai hampir 2 juta  $\text{km}^2$ , dikaruniai sinar matahari 3700 jam dalam setahun. Energi surya di bumi Indonesia memiliki intensitas antara  $0,6 - 0,7 \text{ kW/m}^2$ . Teknologi pemanfaatan energi surya masih relatif baru di Indonesia.

Seiring dengan hal itu, diperlukan adanya cara untuk menghitung intensitas radiasi yang bisa diterima suatu permukaan dengan cepat, mudah dan akurat. Salah satu cara untuk melakukan

simulasi perhitungan intensitas radiasi adalah dengan menggunakan Microsoft Visual Basic sebagai alat bantu.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Matahari

Matahari adalah bola energi gas panas dengan diameter  $1.39 \times 10^9$  m dan memiliki jarak sekitar  $1,5 \times 10^{11}$  m dari bumi. Seperti yang dapat dilihat dari bumi, matahari berputar pada sumbunya sekitar sekali dalam empat minggu. Bagaimanapun, matahari tidak berputar sebagai benda padat pada umumnya, garis khatulistiwa membutuhkan sekitar 27 hari dan masing-masing kutubnya membutuhkan sekitar 30 hari untuk setiap rotasi.

#### 1. Variasi Dari radiasi Matahari Pada Ruang Hampa Udara

Variasi daripada jarak bumi ke matahari, mengakibatkan variasi dari fluks radiasi matahari pada ruang hampa udara dalam rentang  $\pm 3,3\%$  (1). Perhitungan sederhana dengan akurasi yang paling memadai untuk perhitungan bidang teknik ditunjukkan di oleh persamaan:

$$G_{on} = G_{sc} \left( 1 + 0.033 \cos \frac{360n}{365} \right)$$

Spencer (1971), membuat suatu perhitungan yang lebih akurat ( $\pm 0,01\%$ ) ditunjukkan juga pada perhitungan :

$$G_{on} = G_{sc} (1.000110 + 0.034221 \cos B + 0.001280 \sin B + 0.000719 \cos 2B + 0.000077 \sin 2B)$$

Dimana  $G_{on}$  merupakan radiasi yang diterima atmosfer pada hari ke-n dan B dirumuskan sebagai

$$B = (n - 1) \frac{360}{365}$$

Untuk nilai n sendiri dapat dilihat pada Tabel 1 :

Tabel 1 Daftar nilai n

Bulan	Nilai n	Untuk rata-rata tiap bulan		
		Tangga I	N	$\phi$ (derajat)
Januari	i	17	17	-20.9
Februari	31+i	16	47	-13.0
Maret	59+i	16	75	-2.4
April	90+i	15	105	9.4
Mei	120+i	15	135	18.8
Juni	151+i	11	162	23.1
Juli	181+i	17	198	21.2
Agustus	212+i	16	228	13.5
September	243+i	15	258	2.2
Oktober	273+i	15	288	-9.6
November	304+i	14	318	-18.9
Desember	334+i	10	344	-23.0

#### 2. Defenisi

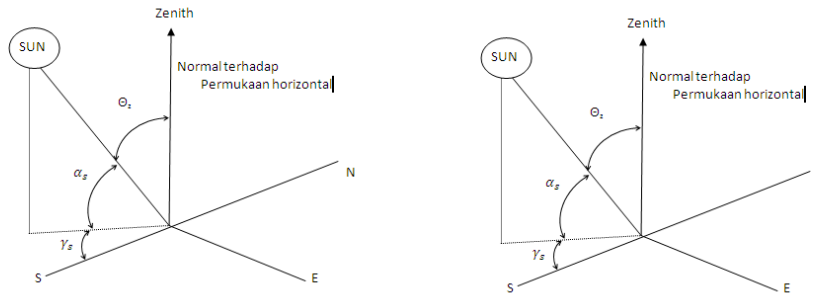
Beberapa defenisi yang akan sering muncul mengenai radiasi matahari adalah :

- Massa udara (m) merupakan perbandingan dari massa atmosfer yang dilalui oleh radiasi matahari dengan massa atmosfer yang dilalui oleh radiasi matahari pada kondisi *zenith* (puncak)
- Radiasi *beam*. Radiasi matahari diterima dari matahari tanpa mengalami penyebaran oleh atmosfer. (Sinar radiasi sering mengacu kepada radiasi secara langsung; untuk menghindari kebingungan antara langsung dan berdifusi, maka digunakan istilah sinar radiasi)
- Radiasi *difusal* (penyebaran). Radiasi matahari yang diterima dari matahari setelah mengalami perubahan arah ketika menyentuh lapisan atmosfer
- Radiasi total. Total penjumlahan dari radiasi beam dan radiasi difusal pada permukaan bidang
- *Irradiance*,  $W/m^2$ . Nilai dari energi radiasi yang terjadi pada permukaan suatu bidang. Simbol G digunakan untuk penyinaran matahari dengan penyesuaian untuk beam, difusal dan radiasi spektrum

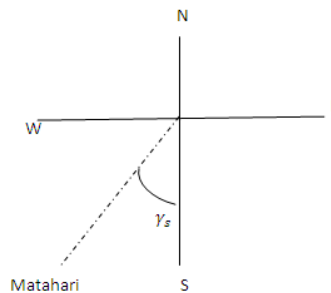
- Waktu matahari merupakan waktu berdasarkan gerakan angular matahari yang terlihat di langit, dimana waktu siang matahari adalah ketika matahari melintasi *meridian* dari sudut pandang pengamat.

**3. Arah dari Radiasi Sinar Matahari**

Hubungan geometris diantara bidang tertentu bersifat relatif terhadap bumi setiap waktu. (tidak peduli apakah bidang itu statis atau bergerak relatif terhadap bumi) dan sinar radiasi matahari yang memancar ke bumi yang dimana posisi dari matahari juga relatif terhadap bidang tersebut, dapat digambarkan pada beberapa jenis sudut (*Benford and Bock, 1939*). Beberapa sudut yang dimaksud digambarkan pada gambar 2.3 :



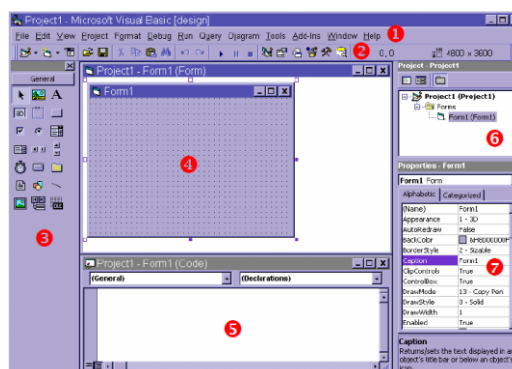
Gambar 1 Sudut zenith, slope, sudut permukaan azimuth dan sudut azimuth matahari untuk bidang miring



Gambar 2 Penampang untuk menunjukkan sudut azimuth matahari.

**2.2 Microsoft Visual Basic 6.0**

Visual Basic adalah salah satu bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman adalah perintah yang dimengerti oleh komputer untuk melakukan tugas-tugas tertentu. Bahasa pemrograman Visual Basic, yang dikembangkan oleh Microsoft sejak tahun 1991, merupakan pengembangan dari pendahulunya yaitu bahasa pemrograman BASIC (*Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*) yang dikembangkan pada era 1950-an. Visual Basic merupakan salah satu *Development Tool* yaitu alat bantu untuk membuat berbagai macam program komputer, khususnya yang menggunakan sistem operasi Windows. Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer yang mendukung object (*Object Oriented Programming = OOP*).



Gambar 3. Tampilan Microsoft Visual basic 6.0

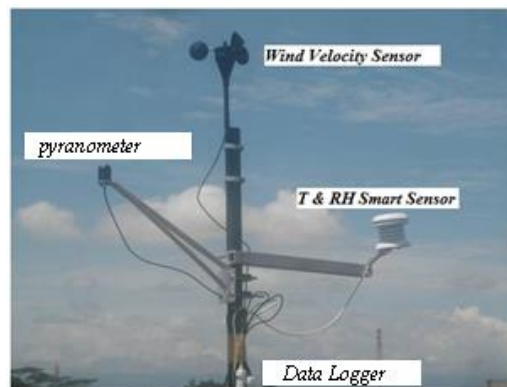
### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Bahan dan Alat

##### 1. Bahan

Yang menjadi acuan dalam pembuatan simulasi intensitas radiasi adalah satu buah alat ukur *data hobo station* yang terdiri dari :

- *Pyranometer* untuk mengukur intensitas radiasi matahari.
- *Wind velocity sensor* untuk mengukur kecepatan angin.
- *T and RH smart sensor* untuk mengukur kelembaban relatif udara.
- *Data Logger* untuk merekam hasil pengukuran.



Gambar 4 Alat Ukur Data Hobo Station

Dengan spesifikasi alat:

- Skala pengoperasian :
  - 20°C – 50°C dengan baterai alkalin
  - 40°C – 70°C dengan baterai litium
- Input sensor : 3 buah sensor pintar *multi channel monitoring*
- Ukuran dan berat : 8,9cm x11,4 cm x5,4 cm dan 0,36 kg
- Memori : 512K penyimpanan data *nonvolatile flash*
- Interval pengukuran : 1 detik - 18 jam
- Akurasi waktu : 0 sampai 2 detik untuk titik data pertama dan ± 5 detik untuk setiap minggu pada suhu 25°C

##### 2. Alat

Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan *software* Microsoft Visual Studio 2008, Microsoft Visual Basic 6.0 yang kompatibel dengan Windows XP.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Input

Data pengujian yang dimasukkan ke dalam input adalah data pengukuran yang dilakukan di laboratorium energi surya Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara. Data yang didapat antara lain :

- Ketinggian atau *Altitude* (A) = 0.0375km

- Posisi atau derajat bujur dari lokasi yang dihitung( $L_{loc}$ ) = 98.44°
- Posisi lintang utara atau lintang selatan( $\varphi$ ) = 3.43°
- Beda waktu lokasi dengan GMT = 7 jam
- Faktor koreksi akibat iklim( $r_0$ )= 0.95
- Faktor koreksi akibat iklim( $r_1$ )= 0.98
- Faktor koreksi akibat iklim( $r_k$ )= 1.02
- Kemiringan permukaan penerima radiasi matahari( $\beta$ ) = 30°
- Urutan hari (n) = 32
- Waktu pengamat ketika melakukan pengujian(STD) = 08.00 WIB

**INPUT**

Altitude	A	0.0375	Km	$r_0$	0.95
Garis Bujur pengamat	Loc	98.44	derajat	$r_1$	0.98
Lintang	$\phi$	3.43	derajat	$r_k$	1.02
Beda Waktu		7	Jam	Hari + i	n
Kemiringan Plat	$\beta$		derajat	Waktu Pengamat	STD
					8

Gambar 5 Tampilan Jendela Input

### 4.2 Output Program

Output program diperoleh dari hasil perhitungan terhadap input yang dimasukkan ke dalam program. Input diproses di dalam program dan di tampilkan di jendela output.

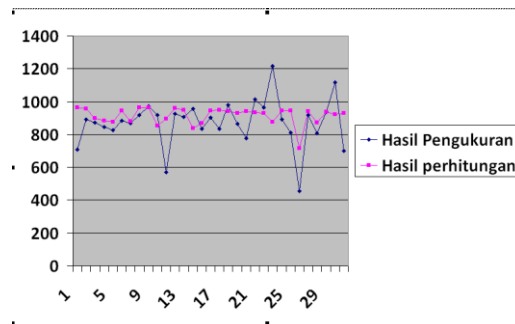
Wektor-vektor Lokal	L <sub>1</sub>	derajat	Waktu Matahari	ST		Cost $\theta$	
Konstanta	a <sub>1</sub>		Sudut waktu	$\omega$	derajat	Sudut incidence	$\theta$
Konstanta	a <sub>2</sub>		Cost $\theta$			Fluxo Radiasi beam	$I_b$
Konstanta	k		Sudut zenith	$\theta_z$	derajat	Radiasi beam difus	$I_{dif}$
Konstanta	b		Transparansi radiasi beam	t <sub>b</sub>		Radiasi Total	$I_{total}$
Parameter perhitungan waktu	E		Radiasi difus atmosfer	$I_{atm}$	$W/m^2$		
Defleksi	$\delta$		Radiasi beam	$I_b$	$W/m^2$		
Sudut defleksi	$\delta_s$	derajat	Radiasi difus	$I_{dif}$	$W/m^2$		
Sudut waktu Matahari dengan Waktu Standar	ST STD	jam	Radiasi total	$I_{total}$	$W/m^2$		

Buttons: CLEAR, Exit

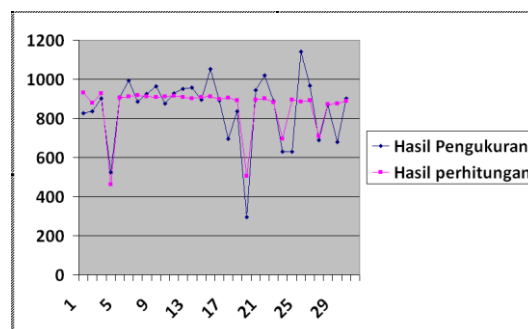
Gambar 6. Tampilan Jendela Output

### 4.3 Grafik

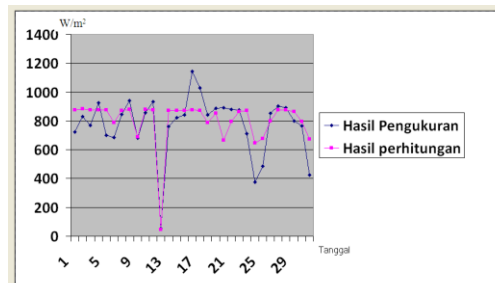
Data yang diperoleh dari pengujian intensitas radiasi pada bulan Oktober s/d Desember 2012 dan hasil output dari simulasi menjadi data acuan untuk membuat grafik perbandingan hasil pengukuran dengan hasil simulasi pada program perhitungan di Visual Basic 6.0.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Hasil Perhitungan Intensitas Radiasi Maksimum pada Bulan Oktober 2012



Gambar 8 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Hasil Perhitungan Intensitas Radiasi Maksimum pada bulan November 2012



Gambar 9 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Hasil Perbandingan Intensitas Radiasi Maksimum Pada Bulan Desember 2012

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil simulasi dan pembuatan software dengan menggunakan Visual Basic 6.0 adalah sebagai berikut :

1. Pada Bulan Oktober, persen galat yang paling kecil terjadi pada tanggal 7 Oktober, 9 Oktober, dan 29 Oktober yaitu sebesar 1 % . Sedangkan persen galat tertinggi terjadi pada tanggal 11 Oktober yaitu sebesar 58 % . Adapun rata-rata persen galat yang terjadi pada bulan Oktober adalah sebesar 12 % .
2. Pada Bulan November, persen galat yang paling kecil terjadi pada 5 November, 8 November, 11 November, 16 November, 22 November dan 28 November sebesar 1 % . Sedangkan persen galat terjadi pada tanggal 19 November yaitu sebesar 71% . Adapun rata-rata persen galat yang terjadi pada bulan November adalah sebesar 11% .
3. Pada Bulan Desember, persen galat yang paling kecil terjadi pada tanggal 9 Desember yaitu sebesar 1 % . Sedangkan persen galat terjadi pada tanggal 24 Desember yaitu sebesar 72% . Adapun rata-rata persen galat yang terjadi pada bulan Desember adalah sebesar 14% .
4. Hasil Pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Data Hobo Station* mengalami perubahan yang signifikan setiap hari pada bulan Oktober sampai Desember. Hasil pengukuran dengan nilai tertinggi terjadi pada saat langit cerah (terang) yaitu pada tanggal 23 Oktober 2012, 25 November 2012 dan 16 Desember 2012.
5. Perbedaan yang terjadi antara Hasil Pengukuran dengan Hasil Perhitungan menggunakan Visual Basic terjadi karena rumus yang di-input adalah rumus yang menganggap bahwa radiasi surya terjadi dengan kondisi langit cerah (*clear sky*) sedangkan pada kenyataannya, langit tidak selalu cerah.
6. Simulator yang dibuat telah dapat digunakan untuk perhitungan intensitas radiasi surya pada bidang datar dan pada bidang miring.

### 5.2 Saran

Adapun saran untuk kelanjutan penelitian ini adalah:

1. Perlu diadakan kajian yang lebih dalam lagi mengenai detail input variabel pada simulasi dengan kondisi sebenarnya pada alat ukur, sehingga didapatkan hasil yang lebih *valid* dan sesuai dengan kondisi sebenarnya.
2. Terbatasnya fasilitas yang digunakan dalam pelaksanaan simulasi dalam hal ini spesifikasi perangkat komputer yang digunakan, menyebabkan proses simulasi mengalami kesulitan dalam pembuatan grafik. Oleh karena itu, sebaiknya menggunakan perangkat komputer dengan

spesifikasi yang lebih tinggi jika ingin melakukan simulasi Visual Basic untuk melakukan penghematan waktu pengerjaan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Duffie, John A. Dan Beckman, William A, **Solar Engineering of Thermal Processes**, John Wiley & Sons Inc, 2006.
2. Octovhiana, Krisna D, **Cepat Mahir Visual Basic 6.0**, IlmuKomputer.com, Jakarta, 2003.