

SEL SURYA SEBAGAI SUMBER DAYA PERALATAN METEO

Oleh

Siti Asiaty *)
M. Pardede **)
Obay Sobari ***)
Ninong Komala *)

RINGKASAN

Sejak sel surya diteliti untuk keperluan di bumi, pemakaiannya makin berkembang antara lain untuk sumber daya peralatan meteo, komunikasi, rambu-rambu lalu lintas, pompa air, penerangan rumah dan lain-lain.

Pada penelitian ini akan diteliti kemungkinan sel surya untuk sumber daya peralatan meteo. Yang diteliti panel surya pelat datar. Ada 4 tipe yang diteliti yaitu tipe A, B, C dan D. Tipe A dan B monokristalin sedang C dan D polikristalin. Penelitian yang dilakukan adalah penelitian daya yang dikeluarkan panel surya dan karakteristik panel surya.

Dari hasil penelitian yang dapat dilihat dalam tabel 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6 dan 3.7 atau dapat dilihat dalam grafik 1, 2, 3, 5 dan 7 ternyata daya yang dihasilkan cukup untuk digunakan sebagai sumber daya peralatan meteo.

Dari hasil penelitian karakteristik panel surya yang digambarkan dalam grafik 9, 10, 11, dapat digunakan untuk membantu perencanaan awal pemakaian panel surya.

1. PENDAHULUAN

1.1 Sel surya

Sel surya adalah sebuah sel fotovoltaik artinya dapat mengubah cahaya langsung menjadi energi listrik. Sel surya ini telah lama dipelajari dan dipakai permulaan untuk penelitian di ruang angkasa. Harga sel surya pada saat ini masih cukup mahal. Untuk mengurangi harga diteliti cara pembuatan yang murah dan bahan dasar yang mempunyai efisiensi tinggi misalnya Si, Cd S, galium arsenicum dan lain-lain. Yang umum dipakai adalah silikon karena banyak tersedia, mengingat 25% kerak bumi mengandung silikon maka tidak khawatir kekurangan bahan dasar.

*) Kelompok Penelitian Kimia

**) Ka. Bidang Riset Dasar.

***) Kelompok Penelitian Magnet Bumi dan Grafitasi.

Silikon adalah konduktor yang kurang baik, tetapi dengan proses doping yaitu dengan menambah sedikit unsur lain pada waktu pembentukan kristal silikon, akan mengubah sifat silikon menjadi bahan semi konduktor. Penambahan fosfor akan membentuk silikon tipe N dan penambahan boron akan membentuk silikon tipe P.

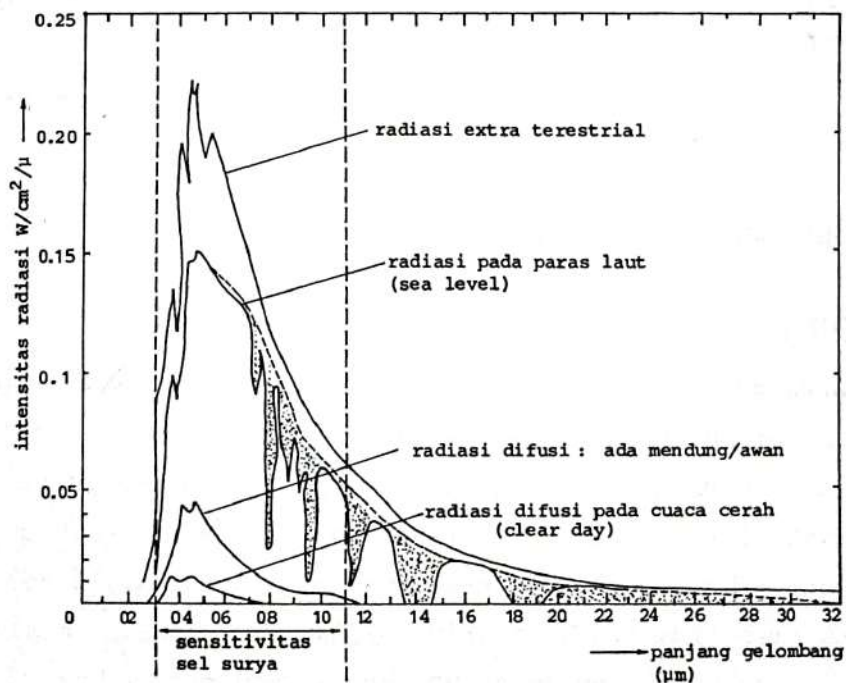
Silikon tipe N dan tipe P bila disatukan akan membentuk junction (batas lapisan), bila foton menembus lapisan ini akan dibentuk pasangan lubang elektron. Medan listrik yang terdapat pada batas lapisan akan menghalangi lubang dan elektron untuk berekombinasi, sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi. Silikon tipe N akan merupakan kutub negatif dan tipe P sebagai kutub positif.

1.2 Karakteristik sel surya

Karakteristik sel surya yang akan dibicarakan di sini adalah karakteristik listrik sel surya dari silikon.

1.2.1 Sensitivitas

Sensitivitas sel surya terhadap radiasi matahari dapat dilihat dalam gambar (1.1).



Gambar 1.1

Sensitivitas sel surya terhadap panjang gelombang sinar matahari cukup luas, dari spektrum ultra violet sampai spektrum infra merah. Sensitivitasnya terhadap radiasi difusi juga tinggi, jadi pada cuaca berawan juga dapat mengeluarkan daya.

1.2.2 Pengaruh temperatur

Batas temperatur operasi sel surya antara -65°C sampai dengan 125°C . Temperatur mempengaruhi daya yang dikeluarkan sel surya. Pengaruh temperatur dinyatakan dalam rumus sebagai berikut

$$E_{\text{keluar}} = E_{\text{Ref}} [1 - 0.002(T - 25)] \quad (1-1)$$

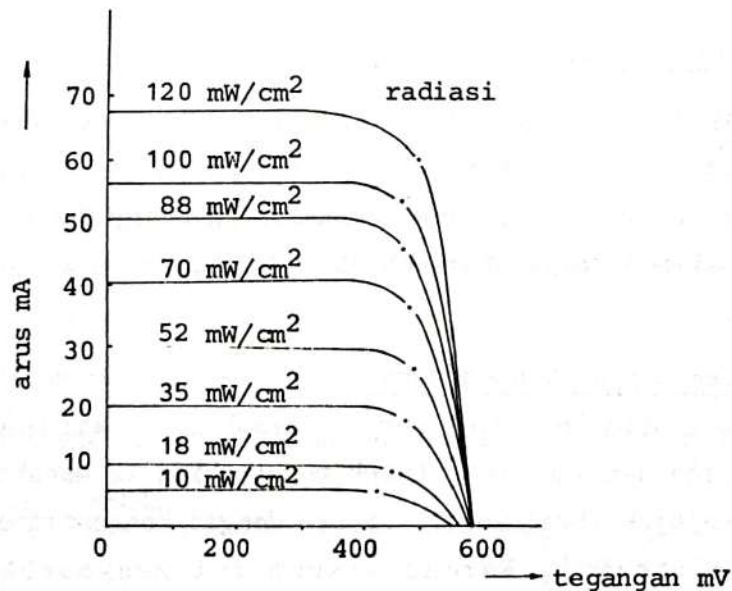
$$I_{\text{keluar}} = I_{\text{Ref}} [1 + 0.025 A (T - 25)] \quad (1-2)$$

di mana

- A = luas sel surya dalam cm^2
- E_{keluar} = tegangan keluar dalam volt
- E_{Ref} = tegangan keluar pada 25°C dalam volt
- I_{keluar} = arus keluar sel dalam miliampere
- I_{Ref} = arus keluar sel pada 25°C dalam miliampere
- T = temperatur dalam $^{\circ}\text{C}$

1.2.3 Pengaruh intensitas radiasi matahari

Intensitas radiasi matahari mempengaruhi daya yang dikeluarkan sel surya, lihat gambar (1.2).



Gambar 1.2

Dari gambar dapat dilihat bahwa radiasi tidak begitu besar mempengaruhi tegangan. Hanya intensitas radiasi yang terlalu rendah saja yang mempengaruhi tegangan. Dari sini dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan sel surya tidak berubah meskipun sel surya tersebut diperluas atau diperkecil. Sedangkan arus dari sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari. Dari sini dapat diambil kesimpulan bahwa arus akan menjadi lebih besar bila sel surya diperluas. Titik-titik pada kurva di atas menunjukkan daya maksimum sel surya pada berbagai intensitas radiasi yang diterima.

1.3 Kegunaan sel surya

Sejak 1980 sel surya mulai banyak digunakan untuk keperluan dipermukaan bumi antara lain untuk pompa air dan irigasi, radio relay, refrigerator, komunikasi, rambu-rambu lalu lintas laut dan darat, keperluan militer, pembangkit tenaga listrik dan lain-lain. Untuk keperluan di bumi harga diusahakan lebih murah dari pada untuk keperluan ruang angkasa.

2. SEL SURYA SEBAGAI SUMBER DAYA PERALATAN METEO

Dalam program ini akan diteliti kemungkinan sel surya sebagai sumber daya peralatan meteo.

2.1 Sistem yang dipakai

Untuk menyediakan sumber daya ini sel surya mengkonversikan radiasi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik ini digunakan sebagai sumber daya peralatan meteo. Untuk mendapatkan energi listrik dari sel surya dapat dipakai sistem dengan konsentrator dan sistem plat datar (tanpa konsentrator).

2.1.1 Sistem dengan konsentrator

Pada sistem ini panel surya diarahkan ke matahari sehingga menerima radiasi langsung. Untuk mengarahkan ke matahari diperlukan sistem penjejak (tracking). Sistem dengan konsentrator sampai saat ini yang dipakai, karena sistem ini menyebabkan temperatur sel naik. Daya yang dihasilkan dengan sistem ini naik, tetapi bila temperatur sel surya sudah tinggi daya yang dihasilkan turun lagi. Untuk mengatasi biasanya didinginkan dengan

air pendingin atau pendingin lainnya. Sistem ini hanya dipakai untuk menghasilkan daya yang besar, karena dengan sistem ini selain dihasilkan tenaga listrik juga dihasilkan energi thermal. Dengan cara ini berarti efisiensi sistem naik karena energi yang dihasilkan bertambah besar. Untuk sistem yang memerlukan daya yang kecil pada umumnya dipakai sistem plat datar.

2.1.2 Sistem plat datar

Pada sistem ini panel surya dipasang seperti pengumpul plat datar (flat plate collector). Panel surya dipasang menghadap utara-selatan dengan sudut kemiringan maksimum sama dengan lintang tempat.

Pada program ini akan dilakukan dengan sistem pelat datar dan dilakukan di Bandung.

2.2 Peralatan yang digunakan

a. Panel surya

1. Tipe monokristalin

Tipe A terdiri dari 33 sel surya ϕ 10 cm

Tipe B terdiri dari 36 sel surya ϕ 10 cm²

2. Tipe polikristalin

Tipe C terdiri dari 20 sel, panjang 10 cm, lebar 10 cm

Tipe D terdiri dari 36 sel, panjang 10 cm, lebar 10 cm.

b. Baterai penyimpanan berupa accu 70 AH

c. Regulator, untuk mencegah arus kembalike panel surya dan mengatur arus masuk baterai.

d. Multitester/multimeter, gunanya untuk mengukur arus, tegangan dan tahanan.

e. Termokopel untuk mengukur suhu sekitar.

f. Sel surya standard untuk mengukur radiasi matahari sesaat.

g. Lampu sebagai beban.

3. PENELITIAN YANG DILAKUKAN DAN HASILNYA

3.1 Penelitian yang dilakukan

1. Penelitian daya yang dikeluarkan panel surya
2. Penelitian karakteristik panel surya

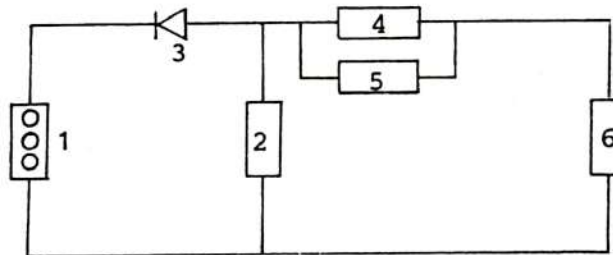
3.1.1 Penelitian daya yang dikeluarkan panel

Pada penelitian ini dilakukan 2 cara yaitu :

- a. Penelitian daya yang dikeluarkan panel surya pada radiasi yang sama.
- b. Penelitian daya 3 panel surya yang dirangkai paralel dan pengaruh radiasi pada panel tersebut.

3.1.1.a Penelitian daya yang dikeluarkan panel surya pada radiasi yang sama

Pada penelitian ini dipasang 1 panel surya tipe A, 1 panel surya tipe B dan 2 panel surya tipe C yang dirangkai paralel. Rangkaian pengukurannya dapat dilihat pada gambar (3.1).



Gambar 3.1

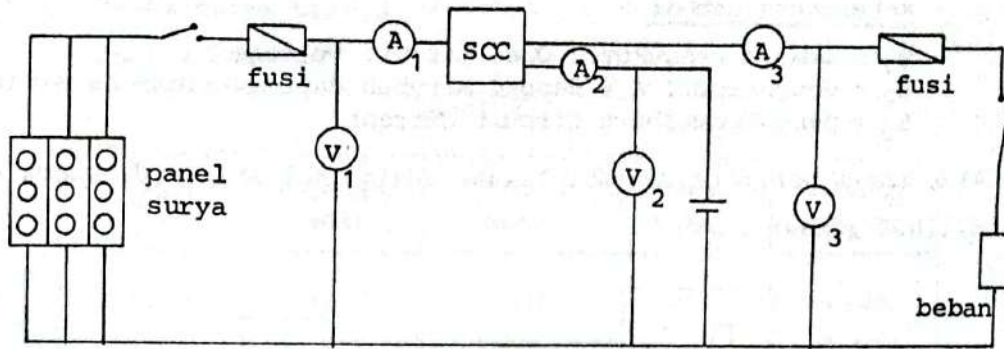
Keterangan gambar

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| 1. Sel surya | 5. Recorder |
| 2. Recorder | 6. Accu. |
| 3. Diode (untuk menyearahkan arus) | |
| 4. Ampere meter | |

Parameter yang diukur adalah arus dan tegangan. Arus dan tegangan ini dicatat dalam recorder, kemudian dibaca pada saat yang sama.

3.1.1.b Penelitian daya 3 panel surya yang dirangkai secara paralel dan pengaruh radiasi pada panel tersebut

Pada penelitian ini 3 panel surya dirangkai paralel, dengan rangkaian pengukuran gambar (3.2).



Gambar 3.2

Keterangan gambar

- A = alat pengukur arus (ampere meter)
- V = alat pengukur tegangan (volt meter)
- S.C.C = alat pengatur yang berguna untuk mencegah arus kembali ke panel surya dan mengatur arus yang masuk baterai.

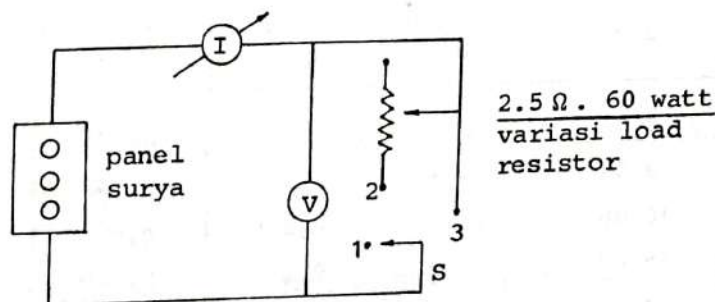
Beban adalah lampu rem sebesar parameter yang diukur; arus dan tegangan dengan beban radiasi sesaat (diukur dengan sel standard) dan temperatur sekitarnya dengan termokopel.

Pada penelitian ini dirangkai 3 panel surya tipe D secara paralel dan diteliti dari tanggal 15-11-1984 sampai dengan 13-12-1984. Dari tanggal 6-2-1985 sampai dengan tanggal 9-3-1985 diteliti rangkaian 3 panel surya tipe B.

3.1.2 Penelitian karakteristik panel surya

Pada penelitian ini diteliti karakteristik panel surya tipe A, tipe B dan tipe C. Tipe D tidak diteliti.

Rangkaian pengukuran dapat dilihat pada gambar (3.3).

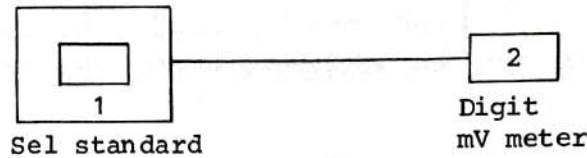


Gambar 3.3

Keterangan gambar

- S₁ = adalah pengukuran Open Circuit Voltage
- S₂ = pengukuran I & V dengan merubah dari maksimum ke minimum.
- S₃ = pengukuran Short Circuit Current

Alat untuk mengukur radiasi sesaat adalah sel standard, skema dapat dilihat gambar (3.4),



Gambar 3.4

Bila ada perubahan radiasi matahari yang diterima sel standard maka angka yang ditunjuk digit mV meter akan dirubah. Untuk mencari radiasi matahari maka angka yang ditunjukkan digit mV meter dikonversikan dalam Rumus konversi pada range 2v D.C.

$$\frac{\text{Hasil pembacaan}}{107.2} \times 100 \text{ mW/cm}^2 = \dots\dots\dots \text{ mW/cm}^2$$

3.2 Hasil penelitian

3.2.1 Daya yang dihasilkan panel A, panel B dan panel C pada penelitian

3.1.1.a

3.2.1.a Panel surya tipe A

Luas panel : 2593 cm²

Tabel 3.1

Jam	Tegangan volt	Arus amper	Daya watt	Daya/cm ² mW/cm ²
8.00	13,3	0,462	6,145	2,37
9.00	13,6	0,709	9,642	3,72
10.00	13,3	0,515	6,85	2,64
11.00	12,7	0,47	5,969	2,3
12.00	12,7	0,473	6,007	2,32
13.00	12,3	0,372	4,576	1,77

3.2.1.b Panel surya tipe B

Luas : 2829 cm²

Tabel 3.2

Jam	Tegangan volt	Arus amper	Daya watt	Daya/cm ² m W/cm ²
8.00	12,7	0,519	6,591	2,33
9.00	12,8	0,656	8,397	2,97
10.00	12,7	0,647	8,217	2,91
11.00	12,4	0,504	6,25	2,21
12.00	12,4	0,586	7,256	2,57
13.00	12,2	0,489	5,966	2,11

3.2.1.c Panel surya tipe C

Luas : 4000 cm²

Tabel 3.3

Jam	Tegangan volt	Arus amper	Daya watt	Daya/cm ² m W/cm ²
8.00	13,5	0,695	9,383	2,35
9.00	13,7	0,915	12,536	3,13
10.00	13,7	1,04	14,248	3,56
11.00	13,7	0,638	8,734	2,18
12.00	13,7	0,756	10,357	2,59
13.00	13,5	0,61	8,235	2,06

Hasil penelitian ini dapat dilihat dalam grafik 1.

3.2.2 Daya yang dihasilkan oleh rangkaian 3 panel surya tipe D secara paralel pada penelitian 3.1.1.b.

Luas solar panel 10800 cm²

Beban berupa lampu rem 2 buah masing-masing tegangan 12 volt, arus 1250 mA.

3.2.2.a Rata-rata harian penelitian panel surya tipe D.

Tabel 3.4

Jam	T _S rata-rata °C	Radiasi rata-rata mW/cm ²	Tanpa beban			Dengan beban		
			Tegangan volt	Arus amper	Daya watt	Tegangan volt	Arus amper	Daya watt
8.00	21,8	44,4	12,7	1,1	13,97	12,3	1,2	14,76
8.30	22,9	58,8	12,5	1,7	21,25	12,2	1,6	19,52
9.00	24,1	94,6	12,7	2,1	26,67	12,2	2,1	25,62
9.30	25	112,5	12,6	2,1	26,46	12,2	2,2	26,84
10.00	25,6	74,9	12,6	2,2	27,72	12,3	2,6	31,98
10.30	25,2	122,5	12,6	2,5	31,5	12,3	2,7	33,21
11.00	26,2	98,2	12,6	2,4	30,24	12,3	2,6	31,98
11.30	27,3	56,4	12,7	2,8	35,56	12,2	2,6	31,72
12.00	28,5	68,7	12,3	1,8	22,14	12,1	1,7	20,57
12.30	29,4	66,2	12,2	1,4	17,08	12,0	1,3	15,6

3.2.2.b Daya yang dihasilkan 3 rangkaian panel surya tipe D.

Tabel 3.5

T _S °C	Radiasi mW/cm ²	Daya teoritis watt	Tanpa beban				Dengan beban		
			Tegangan volt	Arus A	Daya watt	Efisiensi panel %	Tegangan volt	Arus A	Daya watt
27,08	9,3	100,44	12,3	0,2	2,46	2,45	12,02	0,1	1,202
28,8	18,3	201,96	12,3	0,5	6,15	3,05	12,04	0,3	3,612
28,5	28	302,4	12,3	1,3	15,99	5,29	12,04	2,2	26,488
25,7	37,3	402,4	12,5	2	25	6,21	12,4	2,17	26,908
25,4	46,6	503,28	12,8	2,3	29,44	5,85	12,36	2,3	28,928
26	56	604,8	12,8	2,7	34,56	5,71	12,3	2,7	33,21
28,1	65,3	705,24	12,9	3,1	39,99	5,67	12,5	3,0	37,5
28,9	74,6	805,68	12,8	3,1	39,68	4,93	12,4	2,9	35,96
27,6	84	907,2	12,9	3,3	42,57	4,69	12,6	3,0	37,8
28,2	93,3	1007,64	12,9	3,5	45,15	4,48	12,5	3,3	41,25

Efisiensi rata-rata rangkaian 3 panel surya tipe D = 4,83 %

3.2.3 Daya yang dihasilkan oleh rangkaian 3 panel surya tipe B yang dihubungkan secara paralel (penelitian 3.1.1.b).

Luas panel 8487 cm²

Beban berupa lampu rem 2 buah masing-masing tegangannya 12 volt arus 1250 mA.

3.2.3.a Rata-rata harian penelitian panel surya tipe B.

Tabel 3.6

Jam	T _S rata-rata °C	Radiasi rata-rata mW/cm ²	Tanpa beban			Dengan beban		
			Tegangan volt	Arus ampere	Daya watt	Tegangan volt	Arus ampere	Daya watt
8.00	25,7	202,9	12,6	0,4	5,04	12,2	0,4	4,88
8.30	26,8	275,7	12,6	1,6	20,16	12,3	1,5	18,45
9.00	27,9	420,8	12,6	2,2	27,72	12,2	2,2	26,84
9.30	26,8	584,2	12,7	2,2	27,94	12,3	2,5	30,75
10.00	28	492,4	12,6	2,2	27,72	12,7	2,2	27,94
10.30	26,7	577,9	12,6	2,5	31,5	12,4	2,5	31
11.00	29,5	380,6	12,4	2,2	27,28	12,2	2,1	25,62
11.30	30,1	520,1	12,5	2,3	28,75	12,1	2,3	27,83
12.00	30,7	758,4	12,6	2,8	35,28	12,2	2,8	34,16
12.30	30,3	527,5	12,6	2,9	36,54	12,2	2,8	34,16

3.2.3.b Daya yang dihasilkan 3 rangkaian panel surya tipe B.

Tabel 3.7

T _S °C	Radiasi mW/cm ²	Daya teoritis	Tanpa beban				Dengan beban		
			Tegangan volt	Arus A	Daya watt	Efisiensi %	Tegangan volt	Arus A	Daya watt
29	9,3	78,93	12,1	0,0	0	0	12	0,0	0
26,8	14	118,82	12,3	0,2	2,46	2,07	11,9	0,2	2,38
26,5	18,7	158,71	12,3	0,5	6,15	3,88	12	0,4	4,8
28,4	23,3	197,75	12,3	1,2	14,76	7,46	12	1,7	20,4
27,7	28	237,64	12,5	1,7	21,25	8,94	12,1	1,8	21,78
31,1	32,7	277,53	12,5	1,8	22,5	8,11	12,1	1,8	21,78
29,8	37,3	316,57	12,6	2,5	31,5	9,95	12,1	2,5	30,25
28,5	42	356,45	12,6	2,3	28,98	8,13	12,1	2,5	30,25
29,1	46,6	395,49	12,7	2,4	30,48	7,71	12,2	2,5	30,5
30,3	51,3	435,38	12,9	3,2	41,28	9,48	12,2	3,0	36,6
31,3	56	475,27	12,7	3,3	41,91	8,82	12,3	3,1	38,13
30,3	60,6	514,31	12,7	3,2	40,64	7,9	12,3	3,2	39,36
29,5	65,3	554,2	12,9	3,1	39,99	7,22	12,3	3,1	38,13
29,2	70	594,09	12,8	2,9	37,12	6,25	12,4	3,0	37,2
31,14	74,6	633,13	12,9	3,2	41,28	6,52	12,4	3,2	39,68
32,5	79,3	673,02	12,8	2,9	37,12	5,52	12,2	3,0	36,6
30	84	712,91	13,0	3,8	39,4	5,53	12,7	3,8	48,26
30	88,6	751,95	12,9	3,6	46,44	6,18	12,6	3,5	44,1
31,5	93,3	791,84	13,0	3,7	48,1	6,07	12,7	3,8	48,26
34	98	831,73	12,9	3,6	46,44	5,58	12,6	3,6	45,36

Efisiensi rata-rata rangkaian 3 panel tanpa beban 6,57 %

3.2.4 Penelitian karakteristik panel surya.

3.2.4.a Panel surya tipe A

Tabel 3.8

R = 34,5		R = 41,4		R = 51,3		R = 61,5		R = 67,5		R = 72,8		R = 87,2	
V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
17,5	60	17	340	17,5	100	17	620	17	480	17	380	17	460
17	340	16,5	520	17	320	16,5	620	16,5	620	16,5	660	16,5	840
16,5	420	16	660	16,5	560	16	780	16	840	16	1000	16	1140
16	560	15,5	760	16	640	15,5	900	15,5	1020	15,5	1100	15,5	1180
15,5	600	15	800	15,5	780	15	980	15	1120	15	1200	15	1400
15	680	14,5	860	15	840	14,5	1120	14,5	1220	14,5	1320	14,5	1580
14,5	700	14	900	14,5	940	14	1180	14	1300	14	1440	14	1660
14	720	13,5	920	14	960	13	1240	13	1400	13,5	1480	13,5	1720
13	760	12	940	13,5	980	12,5	1280	12,5	1440	13	1500	13	1800
12	780	11	940	13	1020	12	1280	12	1480	12,5	1520	12,5	1820
11,5	780	8,5	960	12,5	1040	11	1280	11,5	1480	12	1520	12	1840
10	800	7	960	12	1060	10,5	1280	11	1480	11	1580	11,5	1860
8,5	800	2	980	11,5	1060	9,5	1340	10	1480	10,5	1580	10,5	1880
6,5	820			11	1060	8,5	1360	9	1480	10	1600	10	1880
6	820			10	1080	7	1360	8	1480	9,5	1600	9,5	1880
5	820			9	1100	6	1360	7	1480	9	1600	9	1880
3,5	820			8,5	1100	5	1360	5	1480	8,5	1600	8,5	1880
3	820			8	1120	4	1360	3	1500	8	1600	8	1880
2,5	820			7,5	1120	2,5	1360			7,5	1600	7,5	1880
				6,5	1120					6,5	1620	7	1880
				6	1120					5,5	1620	6	1880
				4	1120					5	1620	5	1900
				3,5	1120					4,5	1620	4	1900
				2,5	1120					3,5	1620		

3.2.4.b Panel surya tipe B.

Tabel 3.9

R = 34,5		R = 38,2		R = 54,5		R = 61,5		R = 71,8		R = 85,3		R = 93,3	
V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
18,5	180	18,5	120	18,5	180	18,5	80	18,5	200	18	280	18,5	180
18	280	18	200	18	360	18	220	18	240	17,5	380	18	400
17,5	380	17,5	300	17,5	380	17,5	320	17,5	400	17	640	17,5	600
17	420	17	340	17	500	17	420	17	580	16,5	780	17	760
16,5	480	16,5	420	16,5	580	16	520	16,5	780	16	940	16,5	920
16	540	16	500	16	680	15,5	740	16	840	15,5	1000	16	1000
15,5	560	15,5	520	15,5	760	15	880	15,5	980	15	1010	15,5	1100
15	600	15	540	15	840	14	980	15	1000	14,5	1040	15	1220
14	620	14	580	14	900	13	1040	14,5	1080	14	1060	14,5	1240
13	640	13,5	620	13	940	12	1080	14	1100	13,5	1080	14	1460
12	640	13	640	12	940	11	1080	13	1200	13	1080	13,5	1480
11	640	12,5	660	11	960	10	1080	12	1240	12,5	1100	13	1500
10	640	12	660	10	980	9	1100	11	1280	12	1120	12,5	1500
9	640	11	640	9	980	8	1100	10	1280	11,5	1140	12	1500
		10	640	8	980	7	1100	9	1280	11	1180	9	1540
		9	640	7	980	6	1100	8	1280	10,5	1200	7	1580
		8	640	6	1000	5	1100	7	1280	10	1220	5	1600
		7	660	4	1000	4	1100	6	1280	9,5	1240	3	1600
		1,5	660			3	1100	5	1280	9	1300		
								4	1280	8	1380		
										7	1380		
										6	1400		
										5	1440		
										4,5	1440		
										3,5	1440		

3.2.4.c Panel surya tipe C.

Tabel 3.10

R = 38,2		R = 51,3		R = 54,5		R = 61,5		R = 67,5		R = 72,8		R = 85,3		R = 87,2		R = 93,3	
V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
19	100	19	0	18,5	300	19	0	18,5	180	19	0	18	100	19	20	19	40
18,5	280	17	300	18	420	18,5	100	18	520	18,5	0	18	400	18,5	300	18,5	380
18	360	16,5	600	17,8	450	18	380	17,5	640	18	300	17,5	580	17,5	440	18,5	540
17,5	400	16	660	17	640	17,5	540	17	800	17,5	580	17	900	17	820	18	640
17	500	15	780	16,5	700	17	640	16,5	910	17	840	16,5	1080	16,5	960	17,5	820
16,5	540	14,5	800	16	780	16,5	760	16	1000	16,5	880	16	1140	16	1100	17	1000
15,5	600	14	820	15,5	800	16	860	15,5	1080	16	1020	15,5	1120	15,5	1040	16,5	1200
15	620	13	840	15	840	15,5	880	15	1100	15,5	1100	15	1180	15	1140	16	1260
14	620	11	850	14,5	880	15	960	14,5	1120	15	1180	14,5	1340	14,5	1420	16	1260
13,5	640	9,5	900	14	920	14,5	1000	14	1140	14,5	1220	14	1380	14,5	1500	15,5	1400
13	680	8	960	13,5	940	13,5	1080	13,5	1180	14	1240	13	1480	13,5	1520	15,5	1300
10,5	700			12,5	960	13	1100	13	1200	13,5	1280	13	1460	10	1600	14	1480
5,5	720			12	980	12,5	1120	12,5	1200	13	1280	12	1440	9	1600	13	1560
3,5	720			11,5	1000	11,5	1140	12	1200	12,5	1300	11,5	1500	8,5	1600	11,5	1600
3	720			10,5	1020	11	1140	11,5	1220	12	1320	11	1520		1600	9,5	1660
1,5	720			9,5	1040	10,5	1140	10	1260	11	1340	10	1540		1600	9	1660
				7,4	1040	9,5	1160	9,5	1260	10,5	1340	9	1580		1600	6,5	1660
				7	1060	9	1160	9	1260	10	1360	8,5	1600		1600	6	1660
				5	1080	7,5	1180	6,5	1260	9,5	1380	7,5	1620		1600	4	1660
				4	1080	7	1180	5	1280	8	1400	6	1620		1600	4	1660
				2	1080	4,5	1200	4,5	1280	7	1400	5	1620		1600	3	1700
						2,5	1200	3	1320	6	1400	4,5	1640		1600	3,5	1660
						2,5		2,5	1320			3,5	1640		1600	3	1700

4. PEMBAHASAN

- a. Pada penelitian 3.1.1.a yaitu penelitian daya yang dikeluarkan panel surya pada radiasi yang sama, pengamatannya memakai recorder. Sering terjadi kerusakan recorder sehingga mengalami banyak kesulitan dalam pembacaan grafik yang dihasilkan.
Radiasi sesaat pada penelitian ini tidak diukur dan pada saat penelitian sering mendung dan hujan.
- b. Pada penelitian 3.1.1.b yaitu penelitian daya tiga panel surya yang dirangkai secara paralel. Pada waktu penelitian tipe D sering mendung, kadang-kadang hujan. Pada waktu penelitian tipe B cuaca lebih cerah dan jarang hujan.
- c. Dalam keadaan cuaca mendung dan hujan radiasi matahari yang diterima panel surya lebih kecil dari keadaan biasa sehingga daya yang dihasilkan lebih kecil.
Pada keadaan cerah daya yang dihasilkan akan lebih besar sehingga sebagian daya yang dihasilkan sebagian dapat disimpan dan sebagian dapat sebagai penggerak peralatan. Daya yang disimpan dapat digunakan sebagai penggerak peralatan dimalam hari.
- d. Pada waktu penelitian karakteristik panel surya dilakukan pada cuaca cerah, dengan cara memvariasikan muatan tahanan (resistor).
Pada keadaan cuaca cerah ini dapat dipilih radiasi yang diinginkan.

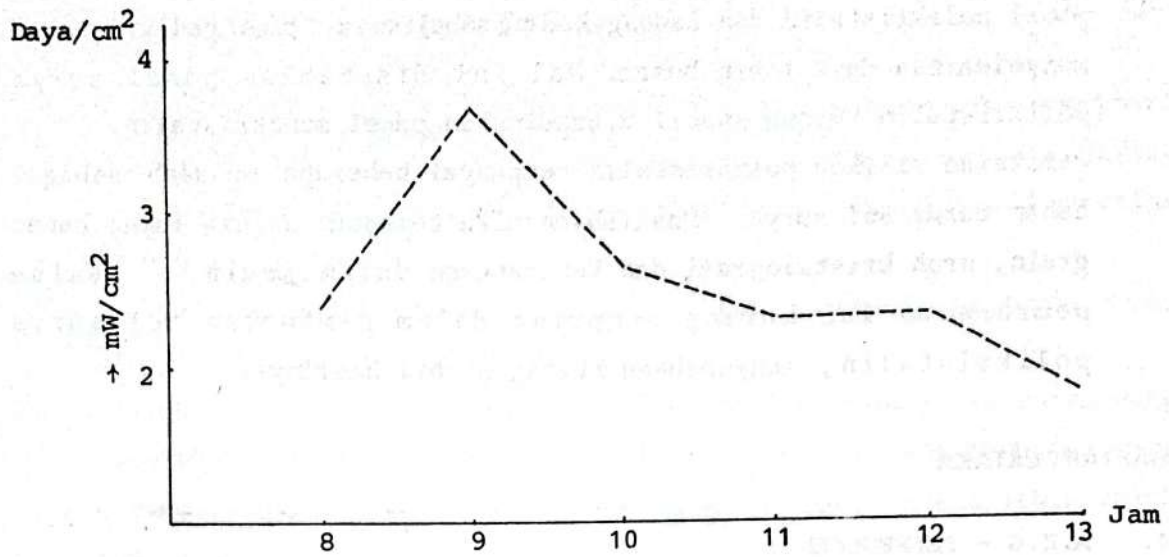
5. KESIMPULAN

- a. Dilihat dari grafik daya rata-rata harian dalam grafik 1, 2, 3, 5, 7 dapat diambil kesimpulan bahwa ada kemungkinan pemakaian sel surya sebagai catu daya.
- b. Efisiensi rata-rata panel B = 6,57 %
Efisiensi rata-rata panel D = 4,83 %
Panel monokristalin efisiensinya lebih besar dari panel polikristalin. Karena panel monokristalin mempunyai sifat lebih banyak menyerap intensitas radiasi matahari dari pada panel polikristalin.
- c. Dilihat dari grafik karakteristik panel surya di dalam grafik 10, 11, 12 dan grafik daya rata-rata harian (grafik 4) ternyata daya yang dikeluarkan panel surya monokristalin kadang-kadang lebih besar dari

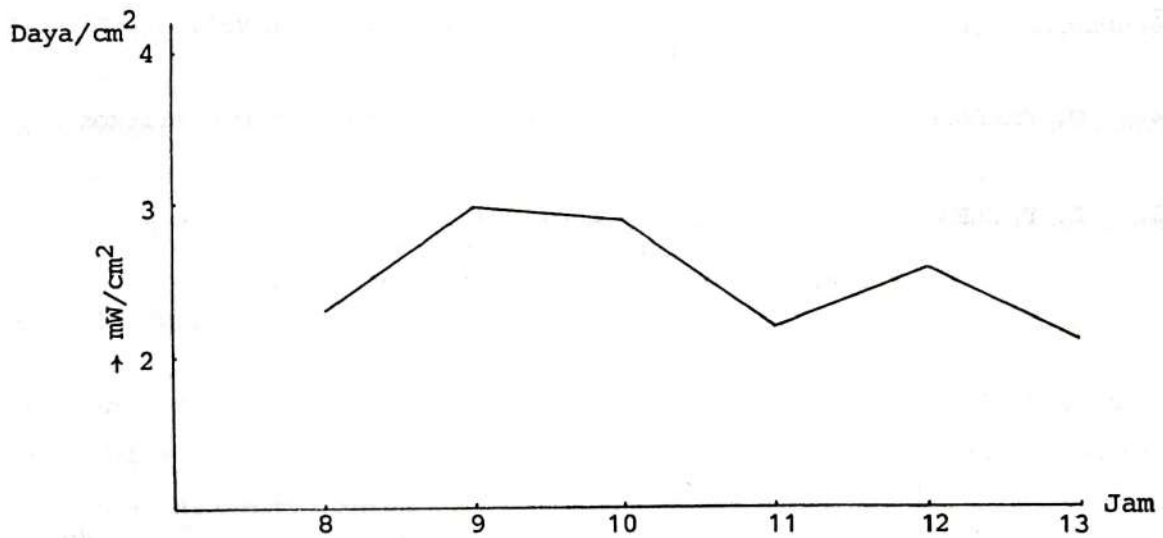
panel polikristalin dan kadang-kadang sebaliknya, panel polikristalin mengeluarkan daya lebih besar. Hal ini disebabkan panel surya polikristalin kurang stabil dibandingkan panel monokristalin. Pemakaian silikon polikristalin mempunyai beberapa masalah sebagai bahan dasar sel surya. Masalah-masalah tersebut antara lain; batas grain, arah kristalografi dan keteraturan dalam grain. Kalau pemrosesan ini kurang sempurna dalam pembuatan sel surya polikristalin, menyebabkan kurang stabil hasilnya.

DAFTAR PUSTAKA

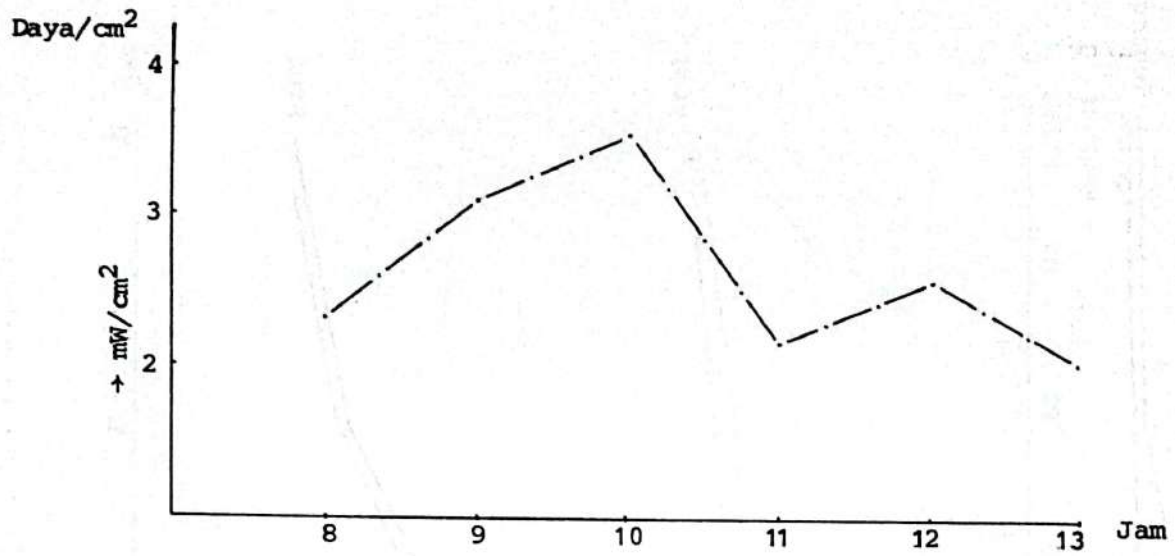
1. A.E.G - TELEFUNKEN :
"Photovoltaic Power Supply Systems",
Development and Application of Solar Electricity.
2. AMRI MAHJUDDIN :
"Konversi energi surya menjadi energi listrik dan aplikasi serta prospeknya".
3. : "Penentuan keteknik listrik sinar surya",
Staf Teknik Solarex Corp.
4. M. PARDEDE : "Metoda penaksiran tahanan beban optimum silikon solar sel sebagai sumber daya".
5. D. FOLLEA : "The Application of Solar Cells"
Asian Institute of Technology,
P.O Box 2754, Bangkok, Thailand.



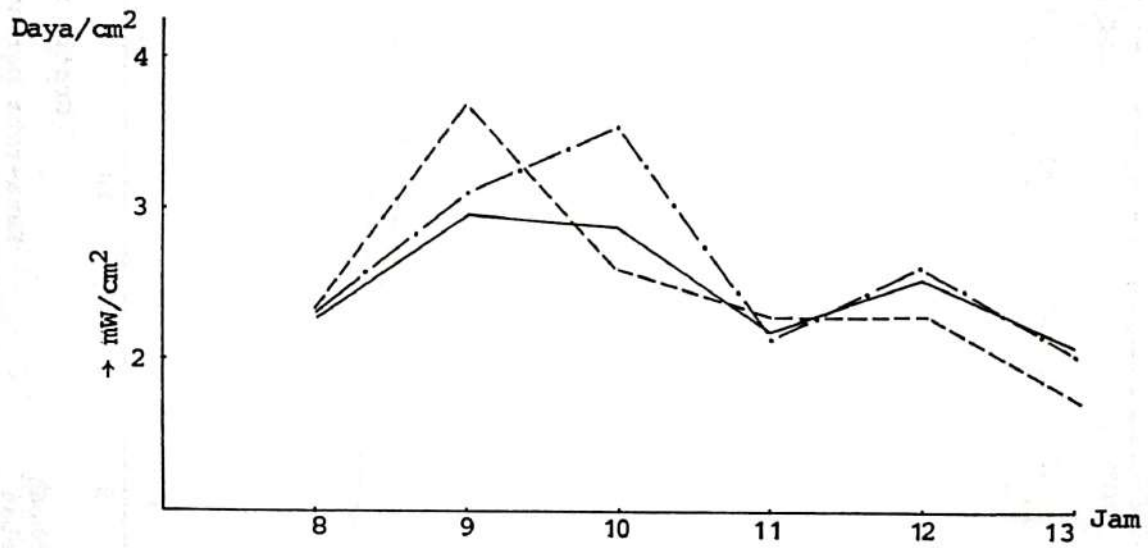
Grafik 1
 Daya yang dihasilkan
 Panel surya tipe A.



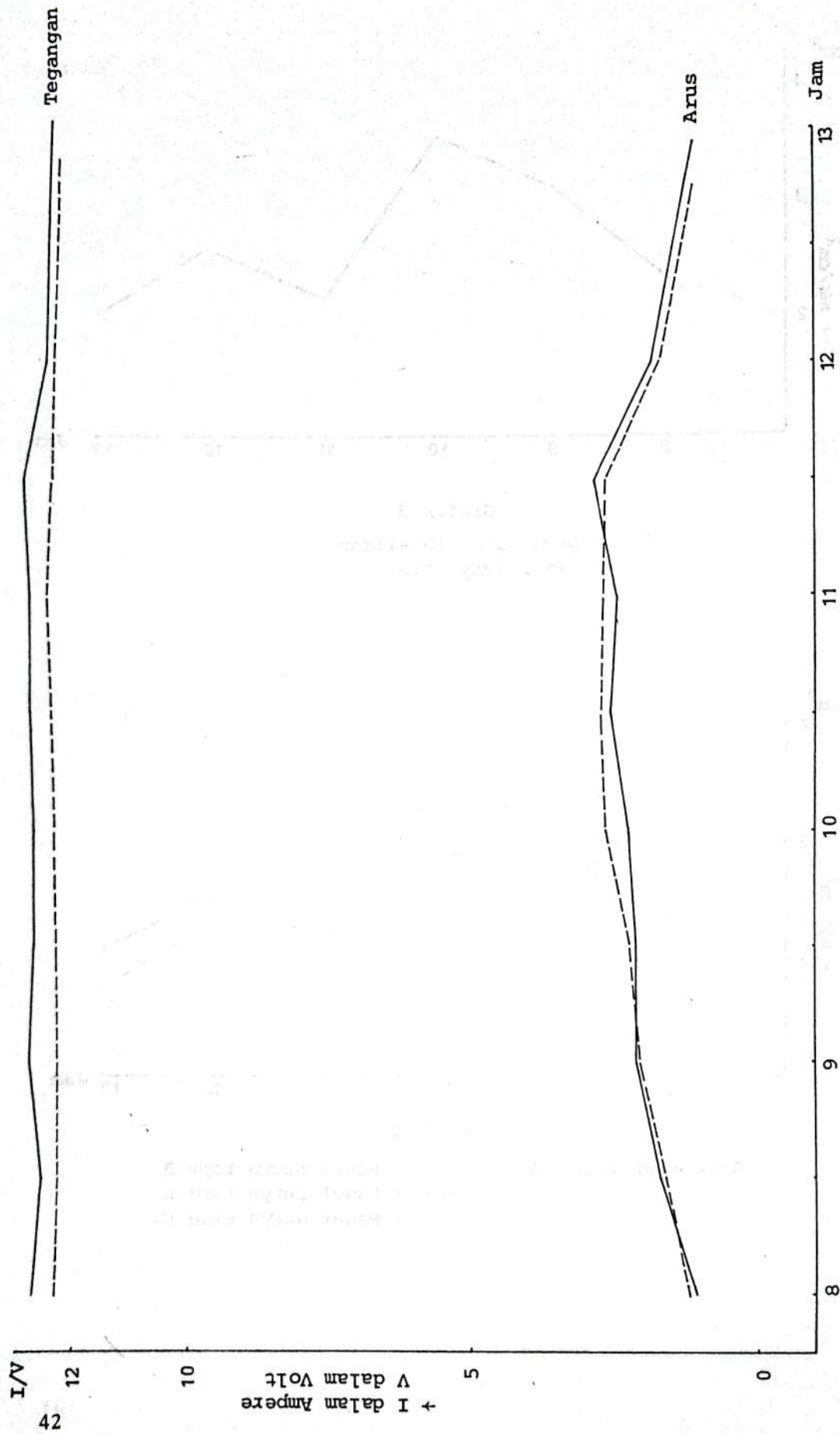
Grafik 2.
 Daya yang dihasilkan
 Panel surya tipe B.



Grafik 3
 Daya yang dihasilkan
 Panel surya tipe C.



Grafik 4
 Daya yang dihasilkan --- = Panel surya tipe A
 — = Panel surya tipe B
 - · - = Panel surya tipe C.



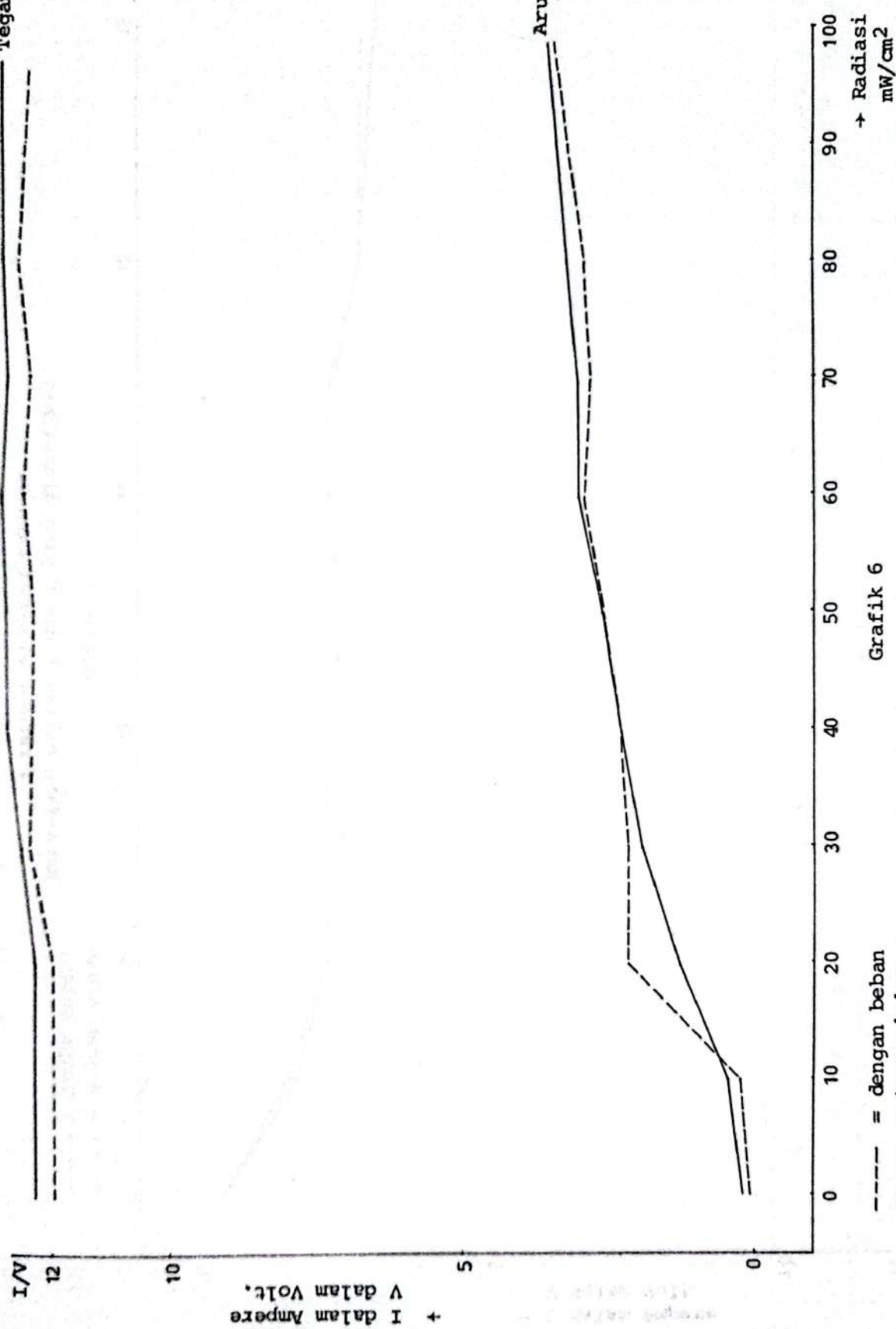
Grafik 5

Rata-rata harian I dan V yang dihasilkan 3 rangkaian panel tipe D.

--- = dengan beban
 --- = tanpa beban

Tegangan

Arus



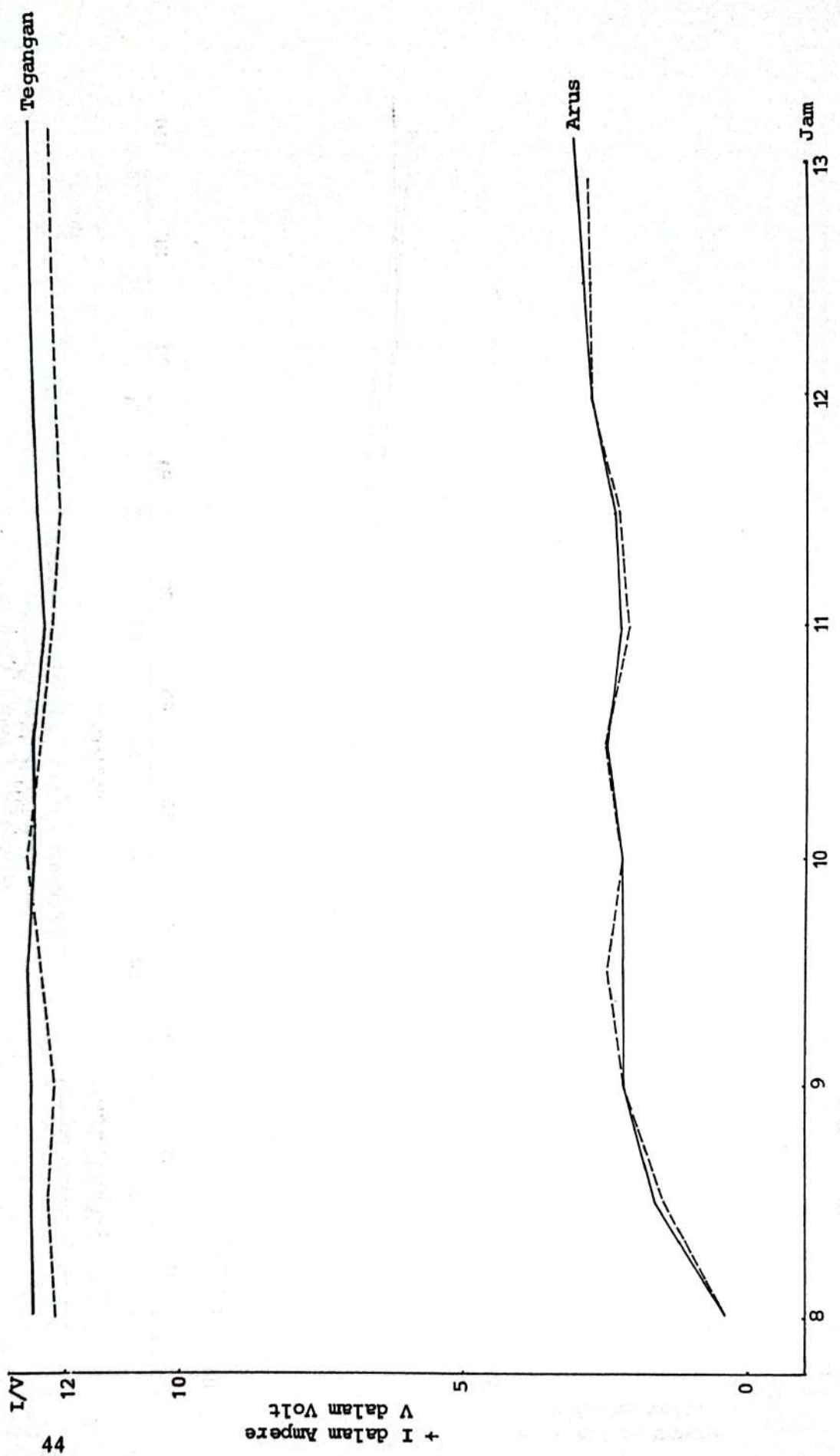
Grafik 6

Hubungan antara radiasi dan arus, dan radiasi dengan tegangan rangkaian 3 panel tipe D.

--- = dengan beban
— = tanpa beban.

→ Radiasi mW/cm²

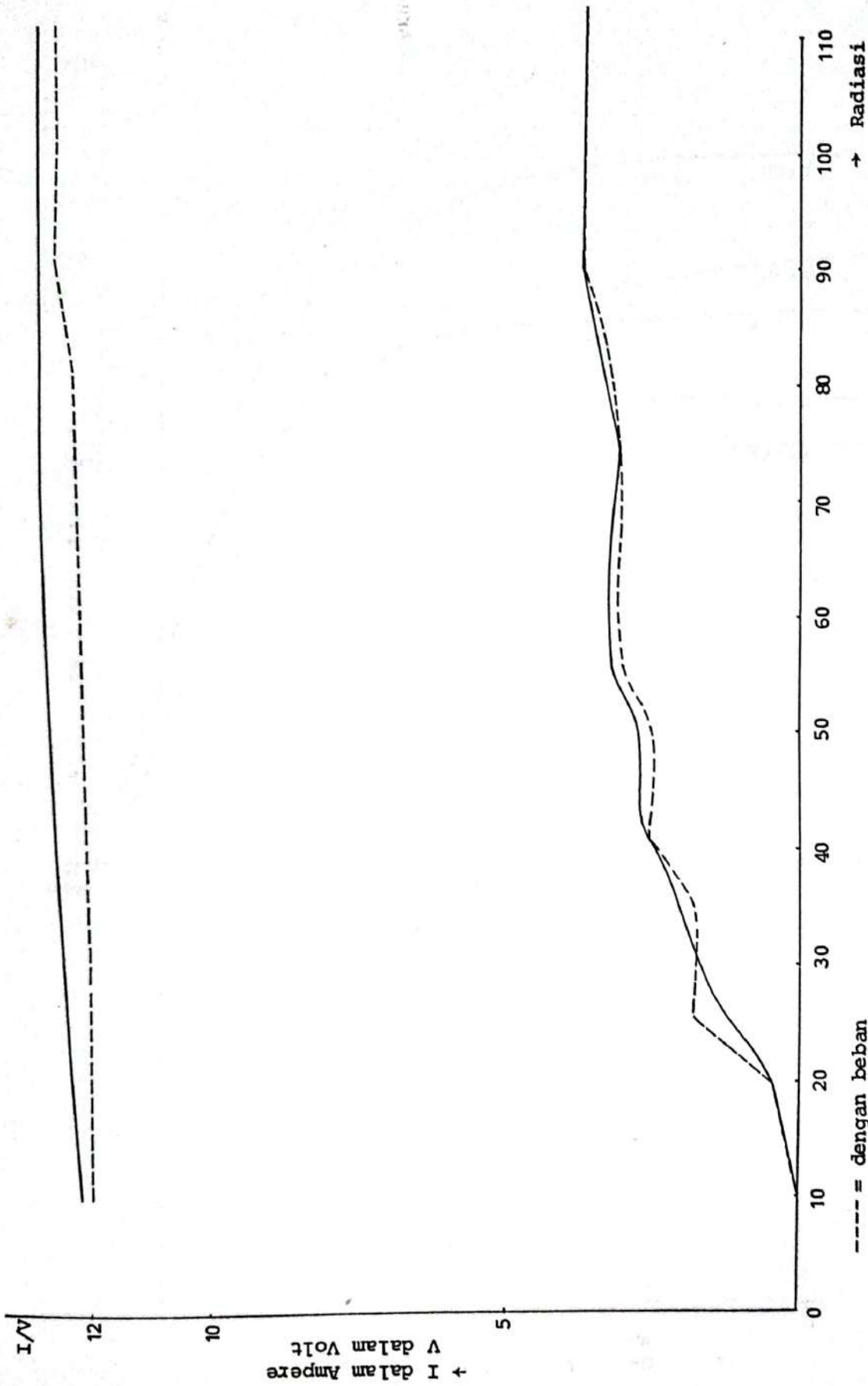
+ I dalam Ampere
V dalam Volt.



Grafik 7

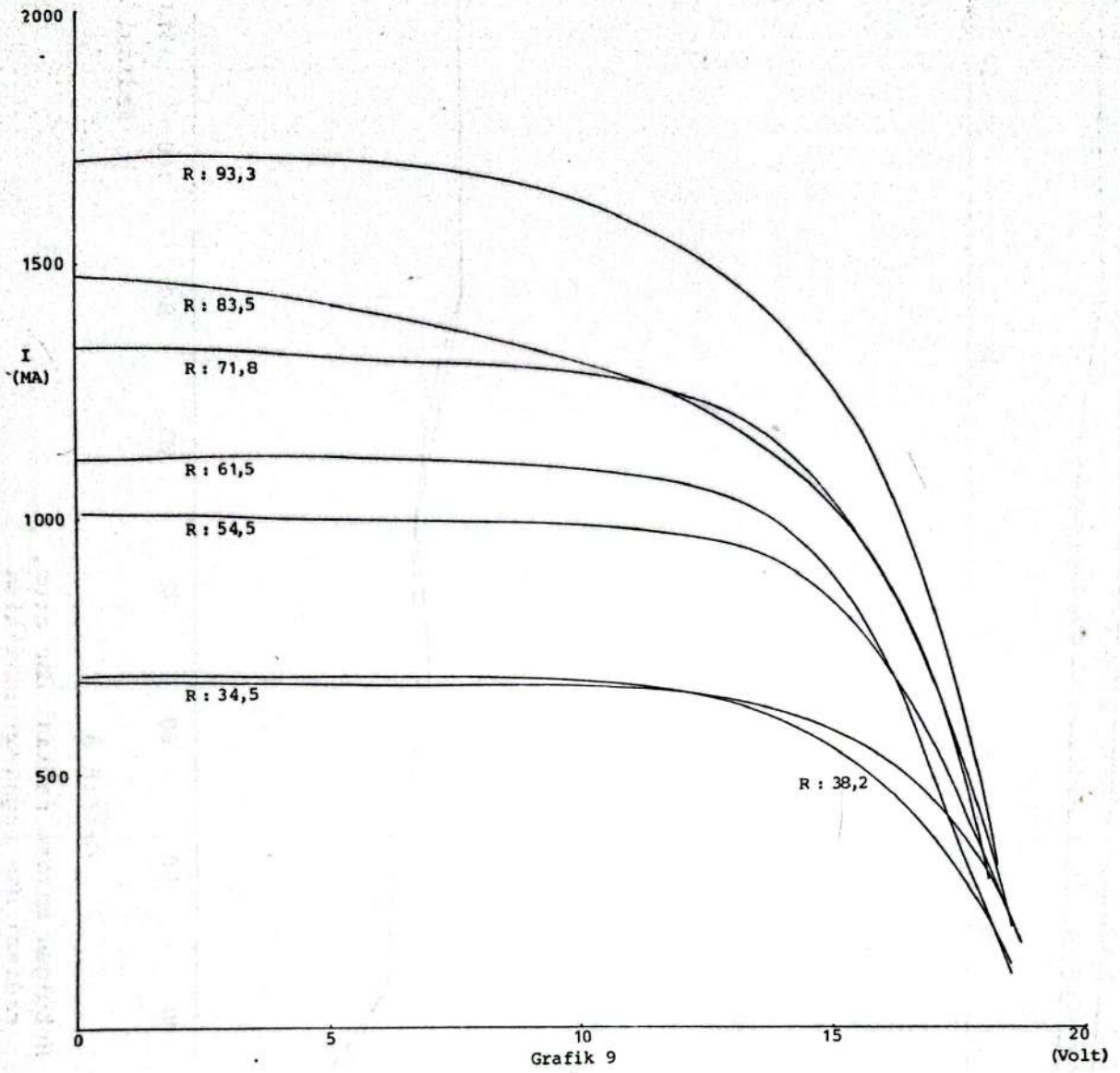
Rata-rata harian I dan V yang dihasilkan 3 rangkaian panel tipe B.

--- = dengan beban
 --- = tanpa beban.

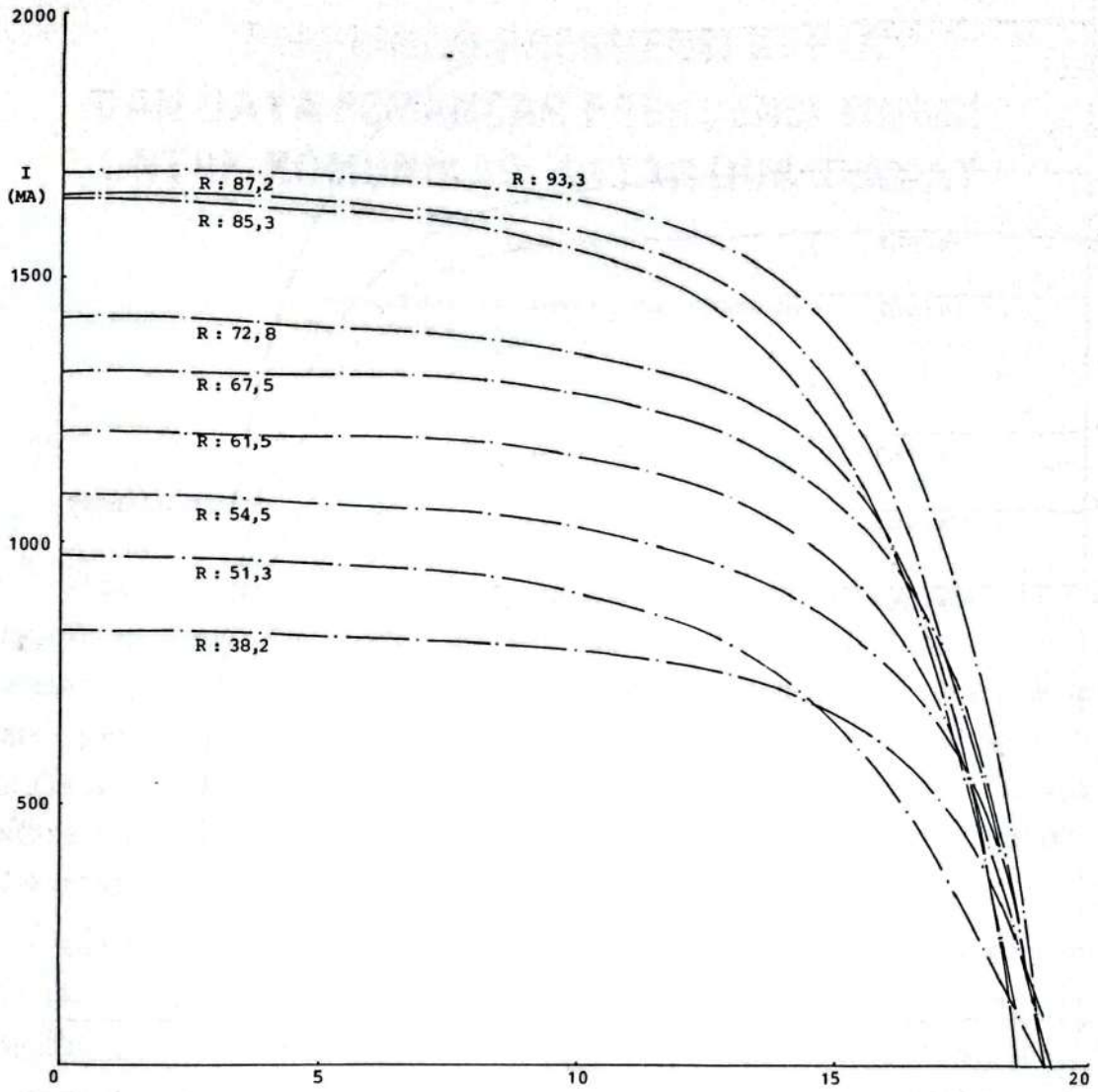


Grafik 8

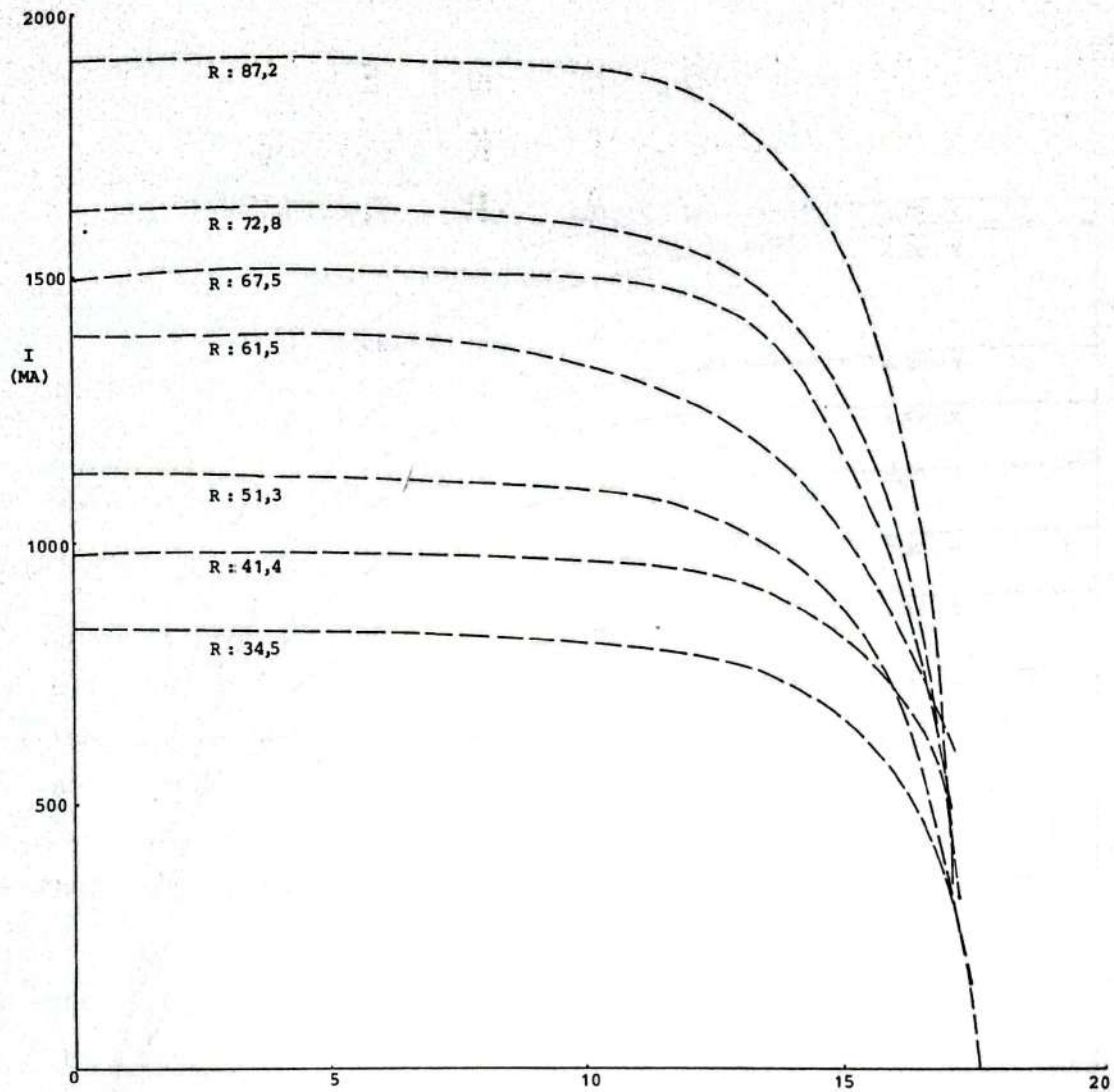
Hubungan antara radiasi dan arus, radiasi dan tegangan rangkaian 3 panel tipe B.



Grafik 9
Karakteristik panel surya tipe B.



Grafik 10
Karakteristik panel surya tipe C.



Grafik 11
Karakteristik panel surya tipe A.