

ISSN 0216.4663

**KUMPULAN KERTAS KERJA**

**PROGRAM PENELITIAN  
PUSAT RISET DIRGANTARA  
LAPAN**

**1982/1983**

**BUKU I**



**DITERBITKAN OLEH :  
PUSAT RISET DIRGANTARA LAPAN  
JL. TERUSAN PASTEUR — BANDUNG**



# ANALISA AKTIVITAS MATAHARI BERDASARKAN PENGAMATAN DENGAN MENGUNAKAN FILTER N.D.5 dan H-ALPHA

Oleh : Wilson Sinambela ; Maspul Aini K. \*)  
John Maspupu \*\*)

## RINGKASAN

Dengan menggunakan filter N.D.5 yang dipasang pada obyektif teropong, sunspot dapat diamati. Dari pengamatan ini dapat ditentukan bilangan sunspot ( $R$ ), posisi, luas, klasifikasi, medan magnet empiris dan temperatur umbra.

Dengan menggunakan filter H-alpha yang dipasang pada bidang fokus teropong dapat diamati plage, filament, prominanses dan flare. Dari pengamatan ini dapat ditentukan posisi, luas dan klasifikasi.

Flare merupakan aktivitas matahari terpenting, tapi hadirnya pada kromosfer tidak dapat diramalkan secara pasti. Sunspot lebih mudah diamati karena kala hidupnya pada umumnya lebih dari satu hari, bahkan bisa mencapai empat puluh hari. Seandainya sunspot dan flare mempunyai hubungan seperti yang dikemukakan oleh Weldmeier (1955), Kleczec (1953) dan Kunzel (1960), setidaknya dengan mengamati jumlah group dan sunspot individu, frekuensi terjadinya flare tiap hari dapat ditentukan.

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu bintang di antara seratus milyar bintang di galaksi kita adalah matahari. Matahari merupakan bintang terdekat ke planet bumi, dengan jarak 8,5 menit cahaya. Sebagai ilustrasi bintang terdekat kedua setelah matahari adalah alpha centauri yang mempunyai jarak 4,26 tahun cahaya. Disebabkan karena dekatnya, dibandingkan dengan bintang yang lain, maka fenomena-fenomena yang terjadi di atmosfer matahari dapat dideteksi dari bumi. Sebenarnya aktivitas yang terjadi di matahari, terjadi juga pada bintang-bintang lainnya. Disebabkan karena jarak bintang-bintang ke bumi, maka fenomena-fenomena itu tidak tampak semuanya. Hanya flare yang dapat diamati pada bintang-bintang. Bintang yang menampakkan peristiwa

\*) Staf Kelompok Penelitian Pengamatan Matahari Tanjungsari.

\*\*) Staf Kelompok Matematika Terapan.

flare disebut "bintang flare" (flare star).

Matahari yang sehari-hari berwarna kuning kemilau kalau kita lihat melalui teropong yang pada obyektifnya ditambahkan filter N.D.5 'tidak jauh berbeda' dengan bulan purnama. Bedanya hanya terletak pada bintik dan lembah. Kalau pada bulan kita lihat lembah-lembah, maka pada matahari kita lihat kelompok-kelompok bintik hitam yang dinamakan sunspot.

Sunspot merupakan ukuran aktif tidaknya matahari.

Dari rentetan pengamatan yang dilakukan sejak tahun 1700, didapatkan bahwa jumlah sunspot maksimum terjadi setiap 11,2 tahun. Sifat periodik inilah yang menarik perhatian, hingga sampai kini sunspot diamati. Selain bilangan sunspot, dengan melakukan pemotretan terlebih dahulu, negatip film yang dihasilkan dapat memberikan petunjuk tentang posisi, luas dan klasifikasi sunspot. Medan maknit empiris pun dapat diturunkan kalau luas sunspot diketahui. Negatip film juga dapat dianalisa dengan alat densitometer, untuk mencari perbandingan density fotosfer dan sunspot. Darisini dapat diturunkan temperatur umbra yang dinyatakan terhadap temperatur efektif fotosfer. Secara detail dapat diikuti pada butir-butir selanjutnya.

Fenomena-fenomena aktivitas matahari lainnya dapat diamati dengan menggunakan filter H-alpha yang dipasang pada bidang fokus teropong. Fenomena tersebut adalah plage, prominanses, filament dan flare. Dari hasil pemotretan (karena pengamatan visuil sudah tidak sensitif lagi pada panjang gelombang  $6563 \text{ \AA}$ ) dapat ditentukan posisi, luas dan klasifikasi fenomena.

Flare merupakan aktivitas matahari terpenting, tapi hadirnya pada kromosfer tidak dapat ditentukan secara pasti. Sunspot lebih mudah diamati karena kala hidupnya pada umumnya melebihi periode rotasi matahari. Seandainya flare dan sunspot mempunyai hubungan seperti yang dikemukakan oleh Weldmeier (1955), Kleczec (1953) dan Kunzel (1960). Setidaknya, dengan mengamati jumlah group dan sunspot individu, frekuensi terjadinya flare perhari dapat ditentukan.

## 2. ANALISA HASIL PENGAMATAN DENGAN N.D.5.

Dengan menggunakan filter N.D.5 yang dipasang pada obyektive teropong, sunspot dapat diamati. Dari hasil pengamatan ini dapat ditentukan bilangan sunspot ( $R$ ), luas, klasifikasi, medan maknit empiris dan temperatur umbra,



Disebabkan karena bilangan sunspot, luas dan klasifikasi serta medan maknit empiris sudah dibahas pada program terdahulu, maka pada program kali ini kami tuliskan hasilnya saja.

## 2.1 BILANGAN SUNSPOT

Hasil pengamatan bilangan sunspot dilakukan secara penghitungan langsung melalui okuler teropong Celestron 8 inci. Pada tabel 1, kolom 1, 2, 3 dan 4 dapat dilihat jumlah sunspot individu (f), jumlah group sunspot yang ada (g) dan bilangan sunspot(R) untuk setiap harinya.

Untuk bulan Juni, Juli, Agustus, September dan Oktober terdapat kekosongan data disebabkan letusan gunung Galunggung. (Pengamatan dihentikan sementara karena debu Galunggung dapat merusak lensa teropong)

## 2.2 KLASIFIKASI SUNSPOT

Klasifikasi sunspot dilakukan berdasarkan klasifikasi Zurich. Pada tabel 1, kolom 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 dan 15 dapat dilihat klasifikasi sunspot setiap harinya, yang diberi tanda dengan huruf A, B, C, D, E, F dan H berdasarkan besarnya luas sunspot tersebut penentuan luas sudah diberikan pada program terdahulu )

## 2.3 MEDAN MAKNIT EMPIRIS

Medan maknit empiris (B) yang digunakan oleh Houtgast (1948), Mattig (1953), Ringgers and Jensen (1960) dinyatakan oleh formula berikut :

$$B = 3700 \frac{A}{A + 66} \quad (2-3-1)$$

di mana B = Kuat medan maknit di pusat sunspot (dalam gauss)

A = Luas sunspot dinyatakan dalam satuan  $10^{-6}$  solar hemisfer.

Dengan menggunakan persamaan 2-3-1, medan maknit empiris untuk bulan Maret 1982 dapat dilihat pada tabel 2.

Kalau harga-harga variabel luas sunspot dan kuat medan kita plot versus waktu didapatkan kurva seperti yang terlihat pada gambar 2-3-1.

Tabel 1 dan Tabel 2 .....

TABEL 1 : BILANGAN SUNSPOT DAN KLASIFIKASINYA  
JANUARI 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1													
2	12	4	88	C	C	B	A						
3	19	7	151	C	B	C	B	B	B	A			
4	19	6	134	C	B	B	B	B	C				
5	-	-	-										
6	14	5	109	C	A	B	C	A					
7	13	4	90	A	C	B	B						
8	-	-	-										
9	15	5	111	C	A	B	A	B					
10	9	3	66	A	B	C							
11	-	-	-										
12	-	-	-										
13	13	3	73	B	C	C							
14	-	-	-										
15	-	-	-										
16	-	-	-										
17	-	-	-										
18	-	-	-										
19	23	5	124	C	D	C	C	C					
20	-	-	-										
21	-	-	-										
22	-	-	-										
23	-	-	-										
24	-	-	-										
25	-	-	-										
26	11	4	87	C	C	B	C						
27	-	-	-										
28	28	8	184	D	A	C	A	C	C	B	C		
29	-	-	-										
30	-	-	-										
31	-	-	-										

Rata-rata = 111

TABEL 1 (lanjutan) Pebruari 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT										
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	66	10	282	C	F	C	D	B	E	B	C	B	B	
2	56	11	277	B	B	C	F	C	C	C	D	C	B	A
3	42	8	207	C	F	C	C	C	C	C	C			
4	44	8	211	C	B	E	D	C	D	B	B			
5	32	9	207	B	C	E	C	B	C	B	A	D		
6	38	8	201	A	C	B	D	C	C	C	E			
7	-	-	-											
8	41	9	223	A	C	C	C	C	F	D	C	C		
9	-	-	-											
10	-	-	-											
11	32	8	190	C	B	C	F	C	B	C	C			
12	22	5	122	C	E	C	C	C						
13	26	5	129	C	E	C	C	D						
14	-	-	-											
15	-	-	-											
16	15	7	145	C	C	C	D	C	D	C				
17	13	7	141	C	C	C	C	D	B	C				
18	16	4	95	A	D	C	D							
19	20	5	119	A	A	D	C	C						
20	22	5	122	D	C	C	B	C						
21	-	-	-											
22	18	8	167	C	C	D	B	B	B	A	A			
23	14	8	160	C	D	B	B	A	C	A	A			
24	14	7	143	C	B	B	B	C	C	B				
25	7	5	97	B	C	B	C	A						
26	13	9	175	C	B	C	C	C	B	C	C	A		
27	16	11	214	C	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C
28	-	-	-											
29	-	-	-											
30	-	-	-											
31	-	-	-											

Rata-rata = 173



TABEL 1 (lanjutan) Maret 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	10	214	D	B	C	C	C	C	D	C	A	D
2	31	10	223	D	B	C	C	A	C	C	A	C	D
3	39	9	219	D	A	C	C	C	C	D	C	C	
4	34	8	194	E	D	C	C	B	D	C	D		
5	36	8	197	D	A	C	D	C	D	C	A		
6	35	8	196	D	D	C	D	B	C	A	C		
7	-	-	-										
8	-	-	-										
9	21	6	138	D	C	A	C	C	B				
10	12	6	122	C	C	A	D	C	C				
11	15	7	145	C	A	D	C	B	C	C			
12	20	8	170	B	C	C	D	C	C	C	C		
13	22	9	180	A	C	D	C	B	C	C	B	C	
14	-	-	-										
15	25	6	145	A	C	D	D	C	D				
16	36	8	197	C	C	D	A	C	D	C	C		
17	30	7	170	C	C	E	C	A	D	C			
18	25	7	162	C	C	E	C	C	C	C			
19	23	8	175	D	E	C	C	C	A	D	C		
20	-	-	-										
21	-	-	-										
22	13	8	251	C	A	C	C	A	C	A	A		
23	9	7	213	A	A	C	A	B	C	C			
24	11	7	219	C	A	C	C	C	C	D			
25	12	7	221	A	C	A	C	A	D	C			
26	11	6	192	C	D	C	D	C	A				
27	13	7	224	C	D	C	C	D	D	C			
28	-	-	-										
29	16	8	259	A	B	B	A	C	C	D	A		
30	14	5	173	A	C	C	C	D					
31	15	6	203	A	A	C	C	D	A				

Rata-rata = 188

TABEL 1 (lanjutan) April 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7	2	78	C	D								
2	11	4	138	A	C	C	C						
3	12	5	167	A	C	C	C	B					
4	-	-	-										
5	-	-	-										
6	15	7	145	C	A	C	B	A	A	B			
7	22	10	207	B	C	B	B	B	C	C	C	C	C
8	-	-	-										
9	-	-	-										
10	22	8	173	B	B	A	C	C	C	C			
11	22	7	156	C	C	D	C	B	A	C			
12	-	-	-										
13	21	6	138	C	A	C	D	A	C				
14	18	7	146	C	C	D	A	C	A	C			
15	14	7	143	C	C	B	A	C	A	C			
16	-	-	-										
17	-	-	-										
18	-	-	-										
19	11	4	87	B	C	C	C						
20	-	-	-										
21	9	4	83	D	C	C	C						
22	14	5	119	D	B	C	D	C					
23	-	-	-										
24	-	-	-										
25	-	-	-										
26	-	-	-										
27	-	-	-										
28	-	-	-										
29	-	-	-										
30	13	6	124	C	C	A	C	A	C				
31	-	-	-										

Rata-rata = 136



TABEL 1 (lanjutan) Mei 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	3	65	C	C	C							
2	-	-	-										
3	9	2	49	D	C								
4	-	-	-										
5	11	4	87	C	C	C	C						
6	-	-	-										
7	-	-	-										
8	-	-	-										
9	-	-	-										
10	8	3	65	A	D	C							
11	11	5	104	A	A	D	C	C					
12	10	5	102	B	C	C	C	C					
13	7	4	74	C	C	C	C						
14	3	3	55	C	C	C							
15	4	4	75	C	C	C	A						
16	-	-	-										
17	7	4	80	C	C	C	C						
18	13	4	90	C	C	C	D						
19	-	-	-										
20	-	-	-										
21	-	-	-										
22	-	-	-										
23	-	-	-										
24	16	6	129	A	A	A	D	A	A				
25	17	3	80	B	D	C							
26	19	5	118	A	C	C	C	D					
27	27	6	148	C	C	C	D	D	C				
28	34	6	160	C	C	D	D	D	C				
29	23	4	107	C	D	D	C						
30	-	-	-										
31	-	-	-										

Rata-rata = 93

TABEL 1 (lanjutan) Juni 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	3	92	A	C	C							
2	-	-	-										
3	21	7	246	C	C	A	C	C	C	D			
4	-	-	-										
5	-	-	-										
6	-	-	-										
7	23	4	170	F	C	C	C						
8	-	-	-										
9	35	7	283	D	F	C	C	A	C	B			
10	-	-	-										
11	-	-	-										
12	-	-	-										
13	-	-	-										
14	-	-	-										
15	-	-	-										
16	-	-	-										
17	-	-	-										
18	-	-	-										
19	-	-	-										
20	-	-	-										
21	-	-	-										
22	-	-	-										
23	-	-	-										
24	-	-	-										
25	-	-	-										
26	-	-	-										
27	-	-	-										
28	-	-	-										
29	-	-	-										
30	-	-	-										
31	-	-	-										

Rata-rata = -



TABEL 1 (lanjutan) Juli 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-										
2	-	-	-										
3	-	-	-										
4	-	-	-										
5	3	1	35	C									
6	6	2	70	C	B								
7	7	2	73	C	B								
8	8	2	75	C	C								
9	8	3	103	B	C	C							
10	21	5	192	B	D	C	B	B					
11	-	-	-										
12	21	4	165	C	C	D	C						
13	28	6	238	C	C	E	D	B	C				
14	-	-	-										
15	21	6	219	C	C	D	C	C	C				
16	-	-	-										
17	52	9	283	B	C	D	D	A	B	C	C	A	
18	34	5	226	A	D	D	C	A					
19	-	-	-										
20	25	5	202	A	D	C	C	A					
21	14	6	200										
22	-	-	-										
23	-	-	-										
24	-	-	-										
25	-	-	-										
26	-	-	-										
27	-	-	-										
28	3	1	35	C									
29	-	-	-										
30	-	-	-										
31	7	3	100	C	C	A							

Rata-rata = 145

TABEL 1 (lanjutan) Agustus 1982

Tanggal	DATA SUNSPOT			KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11	3	111	D	C	A							
2	10	2	71	C	B								
3	-	-	-										
4	-	-	-										
5	-	-	-										
6	-	-	-										
7	-	-	-										
8	-	-	-										
9	26	7	259	A	B	D	B	B	B	B			
10	25	6	230	C	C	D	B	B	A				
11	21	7	246	C	B	C	C	B	B	C			
12	-	-	-										
13	17	6	208	B	B	C	C	C	C				
14	13	6	197	C	B	C	C	B	C				
15	-	-	-										
16	-	-	-										
17	-	-	-										
18	-	-	-										
19	-	-	-										
20	-	-	-										
21	-	-	-										
22	-	-	-										
23	-	-	-										
24	-	-	-										
25	-	-	-										
26	-	-	-										
27	-	-	-										
28	-	-	-										
29	-	-	-										
30	-	-	-										
31	-	-	-										

Rata-rata = 189



TABEL 1 (lanjutan) September 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-										
2	-	-	-										
3	-	-	-										
4	-	-	-										
5	-	-	-										
6	-	-	-										
7	-	-	-										
8	-	-	-										
9	-	-	-										
10	-	-	-										
11	-	-	-										
12	-	-	-										
13	-	-	-										
14	-	-	-										
15	-	-	-										
16	-	-	-										
17	-	-	-										
18	-	-	-										
19	-	-	-										
20	-	-	-										
21	-	-	-										
22	-	-	-										
23	-	-	-										
24	-	-	-										
25	-	-	-										
26	-	-	-										
27	-	-	-										
28	-	-	-										
29	-	-	-										
30	-	-	-										
31	-	-	-										

Rata-rata = - (letusan gunung Galunggung)

TABEL 1 (lanjutan) Oktober 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-										
2	-	-	-										
3	-	-	-										
4	-	-	-										
5	-	-	-										
6	7	2	73	C	C								
7	3	1	34	C									
8	2	1	32	C									
9	8	3	103	B	C	C							
10	7	2	73	C	A								
11	-	-	-										
12	-	-	-										
13	-	-	-										
14	-	-	-										
15	-	-	-										
16	-	-	-										
17	-	-	-										
18	-	-	-										
19	-	-	-										
20	-	-	-										
21	6	2	70	C	C								
22	7	3	100	A	C	C							
23	-	-	-										
24	-	-	-										
25	19	5	186	A	C	C	B	C					
26	29	4	186	D	C	C	D						
27	30	5	216	D	C	A	D	C					
28	30	5	216	B	C	C	D	C					
29	16	5	178	C	C	A	B	B					
30	9	3	105	B	C	C							
31	-	-	-										

Rata-rata = 121



TABEL 1 (lanjutan) Nopember 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-										
2	8	3	108	A	C	C							
3	6	2	70	C	C								
4	11	3	71	C	B	C							
5	6	2	70	C	C								
6	-	-	-										
7	-	-	-										
8	10	4	135	C	A	B	A						
9	9	3	106	D	C	A							
10	-	-	-										
11	14	2	92	D	C								
12	14	2	92	D	C								
13	-	-	-										
14	-	-	-										
15	17	2	100	A	D								
16	27	2	127	C	E								
17	27	2	80	C	F								
18	34	3	109	C	D	D							
19	42	4	139	C	C	E	D						
20	36	5	146	C	C	F	B	C					
21	-	-	-										
22	-	-	-										
23	-	-	-										
24	-	-	-										
25	-	-	-										
26	-	-	-										
27	-	-	-										
28	-	-	-										
29	-	-	-										
30	23	3	70	C	C	C							
31	-	-	-										

Rata-rata = 101

TABEL 1 (lanjutan) Desember 1982

DATA SUNSPOT				KLASIFIKASI KELOMPOK SUNSPOT									
Tanggal	f	g	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11	2	54	C	C								
2	-	-	-										
3	21	6	165	C	C	C	C	D	D				
4	45	6	179	D	C	D	C	C	D				
5	-	-	-										
6	-	-	-										
7	49	9	236	C	C	B	B	F	C	D	D	E	
8	59	11	287	C	C	D	C	B	E	A	B	C	D
9	48	7	201	C	D	E	C	C	F	C			
10	62	6	207	C	D	C	D	C	E				
11	56	7	208	C	C	D	C	D	E	E			
12	-	-	--										
13	76	8	265	D	C	B	F	B	B	E	B		
14	49	7	202	D	C	B	E	A	A	B			
15	49	6	185	D	C	B	C	C	B				
16	55	7	213	A	C	D	D	A	B	C			
17	-	-	-										
18	-	-	-										
19	-	-	-										
20	15	5	111	D	A	B	D	C					
21	10	5	102	C	B	A	C	A					
22	-	-	-										
23	33	4	124	D	C	B	B						
24	39	6	168	C	D	B	B	C	C				
25	-	-	-										
26	-	-	-										
27	-	-	-										
28	-	-	-										
29	30	7	170	C	C	C	D	B	B	D			
30	19	4	159	C	C	B	B						
31	-	-	-										

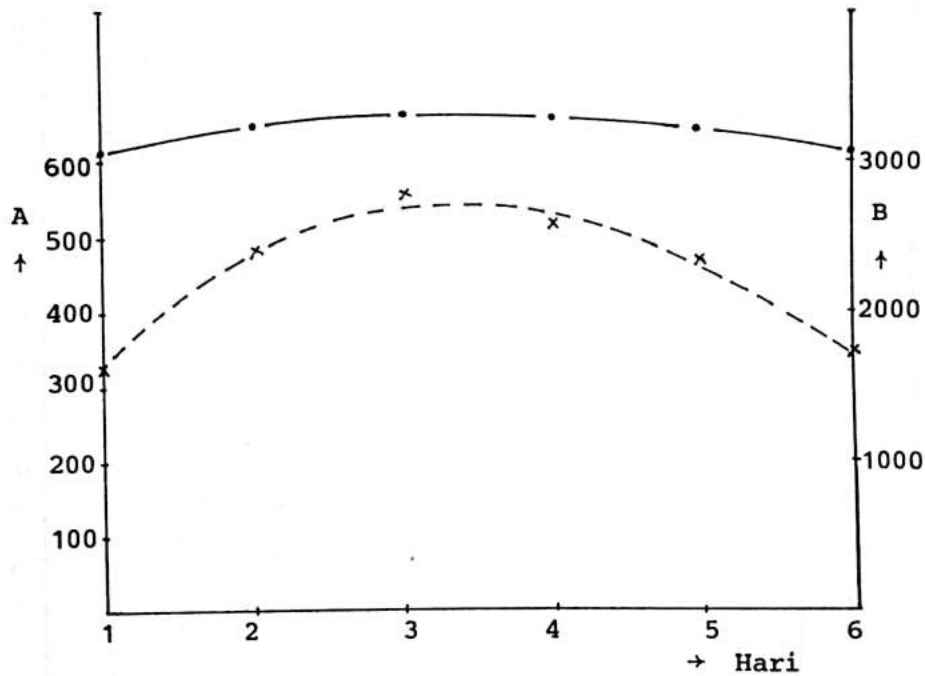
Rata-rata = 173



TABEL 2

Hubungan luas sunspot dan kuat medan magnet empiris pada tanggal 1 s/d 6 Maret 1982.

Tgl/bulan	Luas sunspot ( $10^{-6}$ S.H)	Kuat medan magnet (gauss)
1 Maret 82	324.2	3070
2 Maret 82	488.5	3259
3 Maret 82	566.7	3314
4 Maret 82	518.9	3282
5 Maret 82	467.5	3242
6 Maret 82	356.8	3122



Gambar 2-3-1

Kurva perubahan luas sunspot dan perubahan kuat medan selama 6 hari dari tanggal 1 Maret sampai 6 Maret 1982. (----- kurva kuat medan dan ---x---x kurva luas sunspot)

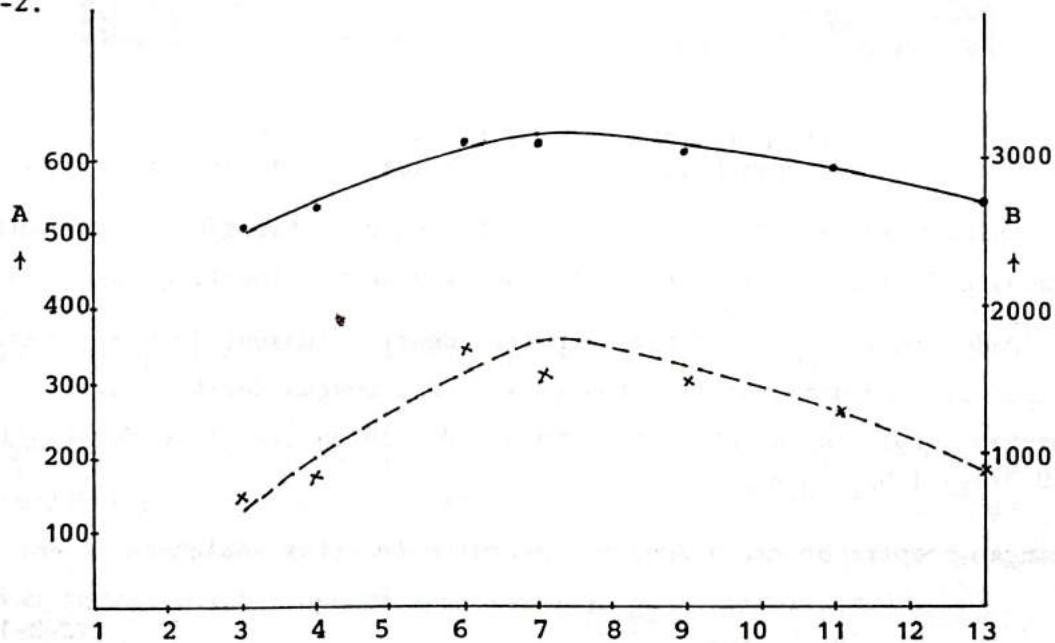
Hal yang sama seperti di atas ditentukan juga perubahan luas sunspot (A) dan perubahan kuat medan magnetik (B) untuk bulan Januari 1982, seperti yang ditabelkan pada tabel 3.

TABEL 3

Perubahan luas sunspot dan perubahan kuat medan magnetik dari tanggal 3 s/d 13 Januari 1982

Tanggal/bulan	Luas sunspot ( $10^{-6}$ S.H)	Kuat medan magnetik (gauss)
3 Januari 1982	148	2558
4 Januari 1982	170	2665
6 Januari 1982	355	3120
7 Januari 1982	309	3049
9 Januari 1982	302	3036
11 Januari 1982	279	2992
13 Januari 1982	180	2707

Kalau harga-harga luas sunspot dan kuat medan yang ada pada tabel 3 diplot versus waktu didapatkan kurva seperti yang terlihat pada gambar 2-3-2.



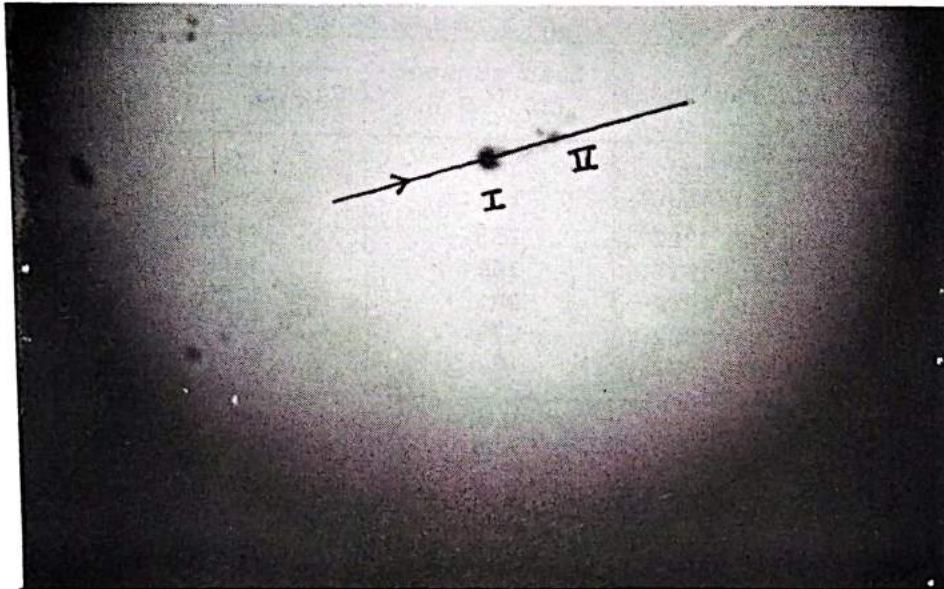
Gambar 2-3-2

Kurva perubahan luas sunspot dan perubahan kuat medan magnetik selama 13 hari dari tanggal 1 Januari sampai 13 Januari 1982. (--- kurva kuat medan magnetik sunspot dan x---x---x kurva luas sunspot)



## 2.4 TEMPERATUR SUNSPOT

Untuk mendapatkan "temperatur sunspot" yang dinyatakan terhadap temperatur fotosfer ( $6000^{\circ}\text{K}$ ), ditentukan perbandingan density sunspot dan fotosfer. Perbandingan density sunspot dan fotosfer dapat dicari dengan densitometer. Misalnya kita ingin menentukan temperatur sunspot I dan II pada gambar 2-4-1



Gambar 2-4-1

Hasil pemotretan matahari dengan filter N.D.5  
arah panah menunjukkan arah trace densitometer

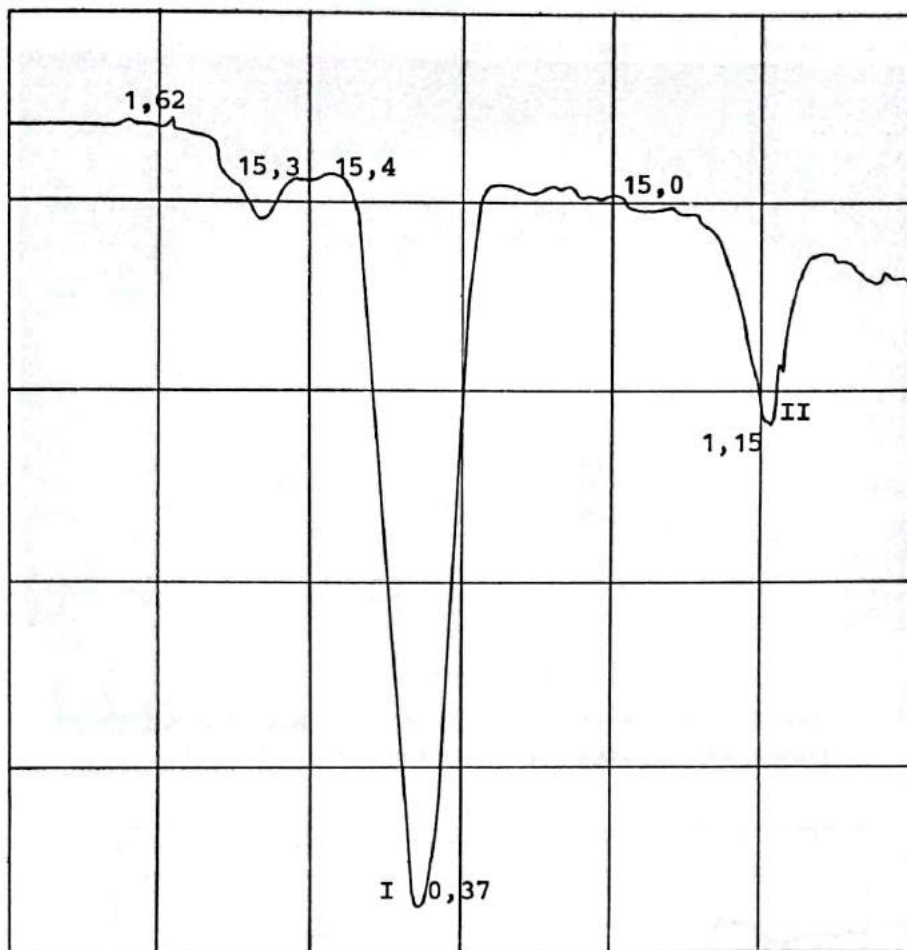
Kalau negatip film (sunspot lebih terang dari fotosfer) kita lewatkan (trace) pada densitometer akan kita dapatkan kurva seperti gambar 2-4-2.

Pada gambar 2-4-2 ini kita dapatkan density sunspot I = 0.37; density sunspot II = 1.15 dan density fotosfer = 1.62 . Dengan demikian kita dapatkan perbandingan intensitas umbra I dan intensitas fotosfer ( $I_u/I_p$ )  $10^{-0.37}/10^{-1.62} = 0.0562$ .

Hubungan temperatur umbra dengan temperatur fotosfer adalah :

$$T_u = T_{ph} \left( \frac{I_u}{I_p} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (2-3-1)$$

dengan :  $T_u$  = temperatur umbra  
 $T_{ph}$  = temperatur fotosfer ( $6000^{\circ}\text{K}$ )  
 $I_u$  = intensitas umbra  
 $I_p$  = intensitas fotosfer



Gambar 2-4-2

Kurva density sunspot dan fotosfer yang ditrace dengan densitometer menurut arah panah pada gambar 2-4-1.

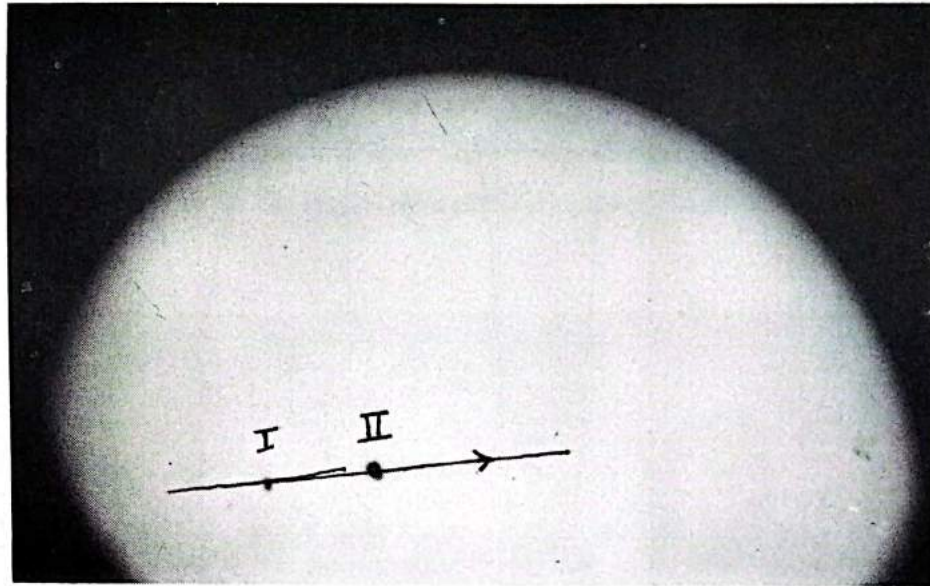
Kalau persamaan 2-3-1 ini kita gunakan untuk mencari temperatur umbra sunspot I, didapatkan  $T_{uI} = 2921^{\circ}\text{K}$ . Dengan cara yang sama

$$T_{uII} = 4577^{\circ}\text{K}$$

Demikian pula untuk hasil pemotretan tanggal 3 Desember 1982 seperti yang terlihat pada gambar 2-4-3. Kalau negatip film gambar 2-4-3 kita trace densitynya memakai densitometer sesuai dengan arah panah akan kita dapatkan kurva density seperti yang terlihat pada gambar 2-4-4 .

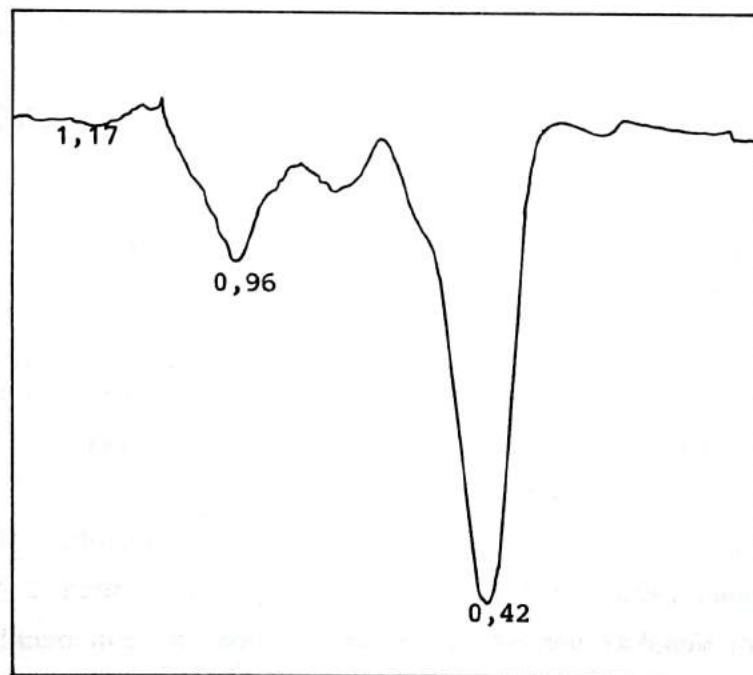
Gambar 2-4-3 .....





Gambar 2-4-3

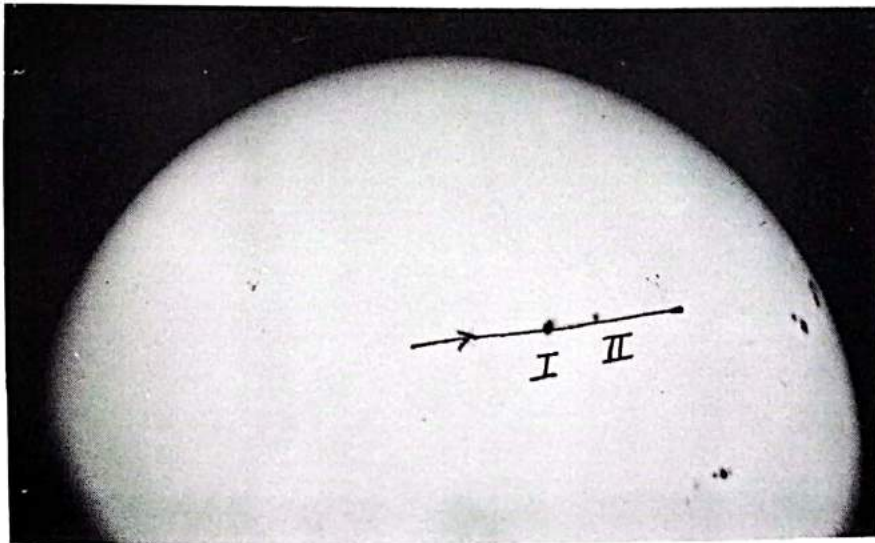
Hasil pemotretan matahari dengan N.D.5 arah panah menunjukkan arah trace densitometer.



Gambar 2-4-4

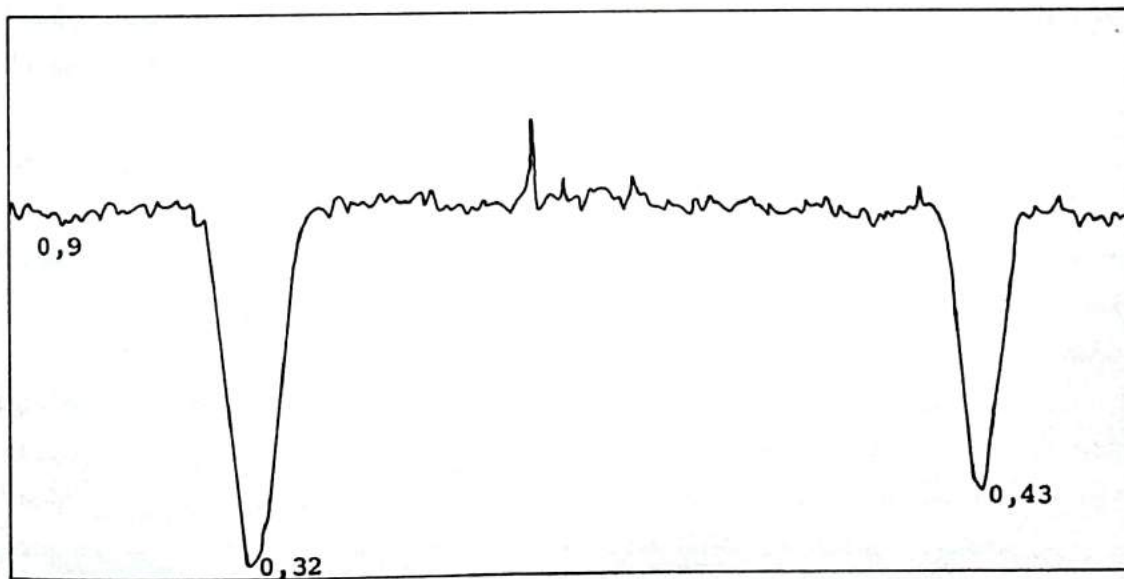
Kurva density sunspot dan fotosfer yang ditrace dengan densitometer menurut arah panah pada gambar 2-4-3.

Cara yang sama dapat dilakukan pada gambar 2-4-5 untuk mendapatkan kurva density yang terlihat pada gambar 2-4-6.



Gambar 2-4-5

Hasil pemotretan matahari dengan N.D.5 arah panah menunjukkan arah trace densitometer.



Gambar 2-4-6

Kurva density sunspot dan fotosfer yang ditrace dengan densitometer menurut arah panah pada gambar 2-4-1.

Kalau kurva density pada gambar 2-4-2, 2-4-4 dan 2.4.6 kita tentukan temperatur umbranya yang dinyatakan terhadap temperatur fotosfer dan kemudian hasilnya kita tabelkan didapatkan tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4

Hasil perhitungan density umbra, density fotosfer dan temperatur umbra yang dinyatakan terhadap temperatur fotosfer

Kode film	Nomor sunspot	Density umbra	Density fotosfer	$\frac{I_u}{I_{ph}}$	$T_u$ (°K)
NL 50 28-28 A	I	1.15	1.62	0.3388	4577
	II	0.37	1.62	0.0562	2921
NL 50 22-22 A	I	0.96	1.17	0.6165	5316
	II	0.42	1.17	0.1778	3896
NL 52 4 A	I	0.32	0.9	0.2630	4297
	II	0.43	0.9	0.3388	4578

### 3. ANALISA HASIL PENGAMATAN DENGAN FILTER H-ALPHA

Untuk mengamati aktivitas matahari yang lain selain sunspot, dapat digunakan pemotretan pada panjang gelombang 6563 Å. Filter untuk keperluan tersebut dikenal dengan filter H-alpha. Biasanya filter ini diletakkan pada ocular teropong. Hasil pemotretan dengan filter ini dapat dilihat pada gambar 3-1-1. Pada gambar ini sekaligus dapat dilihat berbagai aktivitas matahari seperti sunspot, filament, plage dan flare. Flare dapat dilihat pada angka romawi II dan IV, plage I, III dan V. Sedangkan filamen pada VI, VII dan VIII.

Flare dan plage sepintas lalu kelihatan sama (daerah terang), bedanya pada flare terjadi perubahan yang mendadak (cemerlangnya terjadi dengan tiba-tiba pada waktu yang singkat). Sedangkan plage tidak ada perubahan yang mendadak. Contoh filamen yang lebih baik dapat dilihat pada gambar 3-1-2. Pada gambar 3-1-2 ini dengan angka romawi III filamen kelihatan memanjang bagaikan deretan kereta api yang berjalan di atas rel.

Hasil analisa luas plage dan flare untuk gambar 3-1-1 dan 3-1-2 ditabelkan pada tabel 5.

Gambar 3-1-1 .....

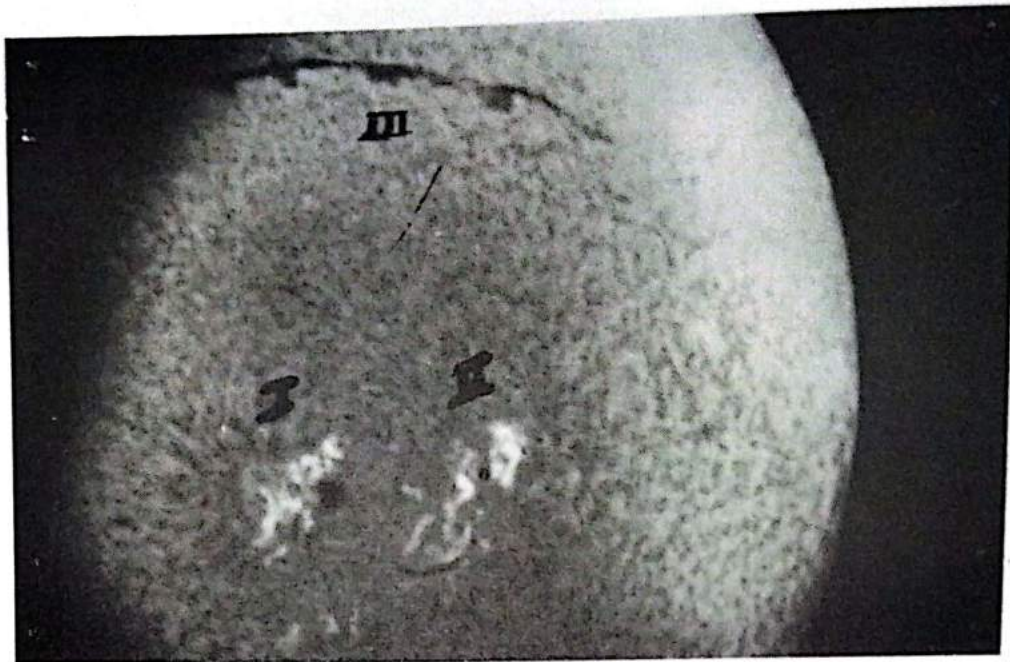




Gambar 3-1-1

Hasil pemotretan matahari dengan Celestron 14 dan filter H-alpha pada tanggal 7 Desember 1982 pukul 09 : 19 : 02 dengan kecepatan 1/15 detik. Film kodak hitam putih 2415.





Gambar 3-1-2

Hasil pemotretan matahari dengan Celestron 14 dan filter H-alpha pada tanggal 3 Desember 1982 pukul 09 : 12 : 00 dengan kecepatan 1/15 detik.

TABEL 5

Hasil perhitungan luas flare dan plage pada gambar 3-1-1 dan 3-1-2

Gambar	Kode romawi	Macam aktivitas	Luas ( $10^{-6}S.H$ )
3-1-1	I	plage	1682
3-1-1	III	plage	258
3-1-1	V	plage	383
3-1-1	II	flare	540.6
3-1-1	IV	flare	621
3-1-2	I	plage	572
3-1-2	II	plage	734

Flare yang terjadi pada tanggal 7 Desember 1982 tersebut dapat dibagi menurut klasnya adalah sebagai berikut :

flare (II) termasuk imp 2

flare (IV) termasuk imp 3

#### 4. HUBUNGAN BILANGAN SUNSPOT DENGAN FREKUENSI TERJADINYA FLARE

Flare merupakan aktivitas matahari terpenting, tapi kehadirannya pada kromosfer tidak dapat diramalkan secara pasti. Sunspot lebih mudah diamati karena kala hidupnya pada umumnya lebih dari satu hari, bahkan bisa mencapai empat puluh hari. Seandainya sunspot dan flare mempunyai hubungan seperti yang dikemukakan oleh Weldmeir (1955), Kleczec (1953) dan Kunzel (1960). Setidaknya dengan mengamati jumlah group sunspot dan sunspot individu, frekuensi terjadinya flare perhari dapat ditentukan.

Wentzel (1982) menyatakan bahwa flare hanya terjadi di daerah bipolar sunspot group. Pada gambar 3-1-1 dapat dilihat dua buah flare yang terjadi pada daerah terjadinya sunspot. Hubungan fisis di atas ini ingin kami perkuat dengan cara analitis, yaitu dengan pengujian terhadap kedua variabel di atas. Untuk keperluan tersebut kami mengambil data bilangan sunspot hasil pengamatan stasiun pengamatan Tanjungsari selama kurang lebih 3 tahun. Sedangkan data flare diambil dari observatorium Manila.

Data sunspot dan flare di atas kami tabelkan pada tabel 6.

TABEL 6

Bilangan sunspot dan frekuensi terjadinya flare tiap bulan.

Bulan Tahun	Frekuensi terjadinya flare (F)	Bilangan sunspot rata-rata bulanan (R)
07 79	12	196
08 79	16	164
09 79	19	148
10 79	14	209
11 79	27	219
12 79	16	185
01 80	29	179
02 80	15	157
03 80	21	167
04 80	56	175
05 80	39	155
06 80	30	124
07 80	8	143
08 80	14	127
09 80	7	127
10 80	27	145
11 80	28	137
12 80	8	130



TABEL 6 (lanjutan)

Bulan Tahun	Frekuensi terjadinya flare (F)	Bilangan sunspot rata-rata bulanan (R)
01 81	2	135
02 81	25	168
03 81	58	172
04 81	42	198
05 81	21	155
06 81	12	106
07 81	..14*)	152
08 81	..11*)	152
09 81	13	172
10 81	13	155
11 81	12	153
12 81	...6*)	168
01 82	23	111
02 82	37	173
03 82	26	188
04 82	16	136
05 82	10	93
06 82	36	197
07 82	8	145
08 82	1	189
09 82	3	141,3

\*) hasil interpolasi

Perhitungan statistik data di atas menghasilkan :

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i = 20,32 \text{ dengan } n = 38$$

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i = 158,03 \text{ dengan } n = 38$$

$$s_F^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})^2 = 180,44 \text{ (variansi flare)}$$

$$s_R^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2 = 821,16 \text{ (variansi sunspot)}$$

Asumsikan model matematis hubungan flare dan sunspot adalah linier :

$$F = aR + b \quad (A_1)$$

Asumsikan data berdistribusi normal  $(A_2)$

Dengan menggunakan least square diperoleh :

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})(R_i - \bar{R})}{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2} = 0,1443$$

Dapat dihitung :

$$\psi_2 = (n - 1)s_F^2 = 6676,12$$

$$\psi_3 = (n - 1)a^2s_R^2 = 632,65$$

$$\psi_1 = \psi_2 - \psi_3 = 6043,47$$

dengan :

$\psi_1$  adalah jumlah kuadrat jarak vertikal

$\psi_2$  adalah jumlah kuadrat total

$\psi_3$  adalah jumlah kuadrat sebagai akibat dari regresi

Hubungan linier tersebut di atas kita uji sebagai berikut :

$$H_0 : \alpha = 0$$

$$H_1 : \alpha \neq 0$$

TABEL ANOVA

Sumber variasi	ss	dk	MS	F(1,36)
Jumlah kuadrat sebagai akibat regresi	$\psi_3$	1	$\psi_3/1$	$F(1,36) = \frac{\psi_3/1}{\psi_1/36} = 3,768$
Jumlah kuadrat jarak vertikal	$\psi_1$	n-2		

Ambil  $\gamma = 10\%$  atau  $1 - \gamma = 90\%$

$$F_{0,1}(1,36) = 2,856 \text{ (dari tabel)}$$

Jadi  $F(1,36) > F_{0,1}(1,36)$  artinya  $H_0$  ditolak ( $\alpha \neq 0$ )

Jadi ada hubungan linier.

Sekarang kita hitung lagi

$$Q'_2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n (\bar{F}_i \cdot z_j - z_{ij})^2 = 4286,4437$$

Dengan  $r = 31$  dan  $z_i = \bar{F} + a(R_i - \bar{R})$

$Q_2'$  adalah rata-rata penyimpangan dari regresi  
 $\bar{F}_i$  adalah rata-rata nilai pengamatan flare dalam kelompok i

$$Q_1 = \sum_{i=1}^r s_i^2 = 6043,47$$

$$Q_3' = Q_1 - Q_2' = 1757,0263$$

$Q_3'$  adalah rata-rata penyimpangan dalam kelompok.

Pengujian kecocokan modelnya sebagai berikut :

$H_0$  = regresi linier

$H_1$  = regresi tak linier

TABEL ANOVA

Sumber variasi	ss	dk	MS	F (29, 7)
Rata-rata penyimpangan regresi	$Q_2'$	r-2	$\frac{Q_2'}{r-2}$	$F_{29,7} = \frac{\frac{Q_2'}{29}}{\frac{Q_3'}{7}} = 0,589$
Rata-rata penyimpangan dalam kelompok	$Q_3'$	n-r	$\frac{Q_3'}{n-r}$	
T o t a l	$Q_1$	n-2		

Ambil  $p = 10\%$  atau  $1 - p = 90\%$

$F_{0,1}(29,7) = 2,563$  (dari tabel)

Jadi  $F(29,7) < F_{0,1}(29,7)$  artinya  $H_0$  diterima, jadi regresi linier

dengan :  $b = \bar{F} - a\bar{R} = -2,483729$

Sehingga model matematis hubungan sunspot dan frekuensi terjadinya flare adalah :

$$F = 0.1443 R - 2,483729 \quad (4-1-1)$$

Koefisien korelasi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n F_i R_i - n \bar{F} \bar{R}}{\left\{ \left( \sum_{i=1}^n R_i^2 - n \bar{R}^2 \right) \left( \sum_{i=1}^n F_i^2 - n \bar{F}^2 \right) \right\}^{\frac{1}{2}}} = 0,306190292$$

Sebagai tambahan perlu diketahui bahwa data pengamatan bilangan sunspot rata-rata bulanan di Tanjungsari selama tahun 1982 tidak dapat mewakili pengamatan yang sebenarnya. Hal ini disebabkan adanya gangguan



letusan gunung Galunggung (lihat tabel 1). Oleh karena itu untuk memperoleh hasil pengamatan mendekati sebenarnya digunakan metode interpolasi untuk menaksir nilai bilangan sunspot rata-rata bulanan selama tahun 1982. Sebagai referensi diambil nilai bilangan sunspot di beberapa negara, antara lain : Jepang, Zurich dan Amerika.

Kalau interpolasi ini dilakukan maka data sunspot untuk tahun 1982 berubah menjadi seperti yang ditabelkan pada tabel 7.

TABEL 7 : Perubahan Bilangan sunspot pada tabel 6 setelah dilakukan interpolasi selama tahun 1982.

Bulan Tahun	Frekuensi terjadinya flare (F)	Bilangan sunspot rata-rata bulanan (R)
01 82	23	123.0
02 82	37	172.3
03 82	26	167.8
04 82	16	138.4
05 82	10	92.4
06 82	36	134.0
07 82	8	109.6
08 82	1	137.6
09 82	3	141.3

Dengan melakukan perhitungan yang sama seperti pada tabel 1 (sebelum bilangan sunspot diinterpolasi) maka didapatkan :

$$\left. \begin{aligned} \bar{R} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i = 153,57 \\ \bar{F} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i = 19,87 \end{aligned} \right\} \text{ dengan } n = 39$$

$$\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2 = 28751,79$$

$$\sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})^2 = 6968,36$$

dan

$$\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})(F_i - \bar{F}) = 4938,58$$

Berdasarkan asumsi  $A_1$ , dengan menggunakan metode least square diperoleh :

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})(F_i - \bar{F})}{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2} = 0,1718$$

Demikian juga :

$$Q_2 = (n - 1) s_F^2 = 6968,36$$

$$Q_3 = (n - 1) a^2 s_R^2 = 848,28 \text{ dengan derajat kebebasan (d.k) = 1}$$

$$Q_1 = Q_2 - Q_3 = 6120,08 \text{ dengan derajat kebebasan (d.k) = 37}$$

Uji hubungan liniernya sebagai berikut :

$$H_0 = \alpha = 0$$

dengan asumsi  $A_1$  dan  $A_2$

$$H_1 = \alpha \neq 0$$

Test statistiknya :

$$F(1,37) = \frac{Q_3}{\frac{Q_1}{37}} = 5,1284$$

Ambil  $p = 5\%$  didapat  $F_{0,05}(1,37) = 4,107$

$F(1,37) > F_{0,05}$  artinya  $H_0$  ditolak

Jadi ada hubungan linier antara F dan R

$$Q_2' = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n (\bar{F}_i - Z_i)^2 = 4542,61 \text{ dengan dk} = 31 \text{ dan } r = 33$$

$$Z_i = \bar{F} + a (R_i - R)$$

$$Q_1 = \sum_{i=1}^r s_i^2 = 6110,08$$

$$Q_3' = Q_1 - Q_2' = 1577,47 \text{ dengan dk} = 6$$

Uji kecocokan model sebagai berikut :

$$H_0 = \text{regresi linier}$$

$$H_1 = \text{regresi tak linier}$$

dengan asumsi  $A_1$  dan  $A_2$

Test statistiknya :

$$F(31,6) = \frac{Q_2'}{\frac{Q_3'}{6}} = 0,5889$$

Ambil  $p = 5\%$  didapat  $F_{0,05}(31,6) = 3,806$   
Jadi  $F(31,6) < F_{0,05}(31,6)$  artinya  $H_0$  diterima  
Jadi regresi linier dengan  $b = \bar{F} - a\bar{R} = -6,5081$

$$F = 0,1718 R - 6,5081 \quad (4-1-2)$$

Melihat hasil perhitungan kedua kasus di atas ternyata setelah data bilangan sunspot rata-rata bulanan tahun 1982 diinterpolasi, hasilnya lebih baik daripada sebelum diinterpolasi.

Sebagai tambahan metode iterasi yang digunakan adalah metode Aitken's. Diambilnya metode Aitken's disebabkan karena lebih akurat dibandingkan dengan metode lain seperti metode Newton, Lagrange's dan Hermits.

Hasil penentuan bilangan sunspot di Tanjungsari dari tahun 1980 sampai dengan 1982 dibandingkan dengan beberapa stasiun dapat dilihat pada gambar 4-1-1.

## 5. PENUTUP

Setelah membahas butir-butir 1 sampai dengan 4 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pola R Tanjungsari selama tiga tahun, sudah mempunyai kesamaan dengan kebanyakan stasiun lain (Manila, Amerika, Jepang dan Zurich).
2. "Temperatur sunspot" dapat ditentukan dengan menggunakan densitometer.
3. Medan magnet sunspot diturunkan secara empiris karena kita belum mempunyai alat pengukur medan magnet tersebut.
4. Flare terjadi, didahului oleh sunspot (dapat dilihat pada gambar 3-1-1). Dan diturunkan secara analitis pada butir 4, ternyata didapat kesamaan baik untuk R yang belum diinterpolasi maupun untuk R yang sudah diinterpolasi.

- - - oo0oo - - -

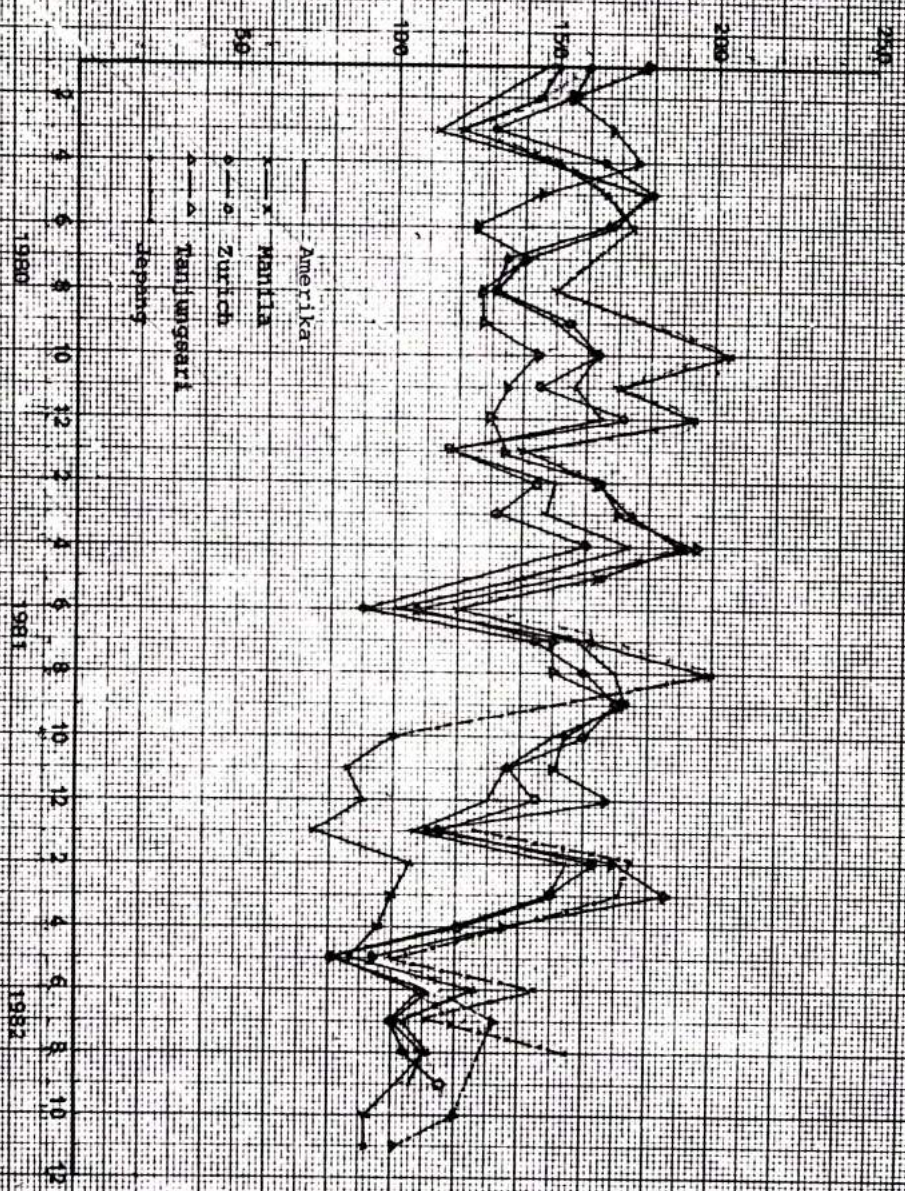


## DAFTAR PUSTAKA

1. ELLISON, M.A : "Characteristic Properties of Chromosphere Flare"  
M.N.R.A.S 109,9 , 1949.
2. KLECZEC, J : "Relation Between Flare and Sunspot"  
Bull. Astron. Inst. Czech. 4, 9, 1953
3. KREYZIG, E : "Mathematical Statistic"  
John Willey & Sons, 1970
4. GUENTHER, W.C. : "Analysis of Variance"  
Prentice - Hall inc, 1964.

- - - oo0oo - - -





Gambar 4-1-1  
 B.1.1 alihgaya simpanan pada waktu diLakukan  
 Tahun 1980 - 1981