

ANALISA DATA IONOSONDE VARIABEL

Oleh : Srie Kaloka Prabotosari; Sarmoko Saroso; Yasminal *)

1. PENDAHULUAN

Ionosonde merupakan suatu alat yang dapat dipergunakan untuk mengetahui karakteristik dari pada lapisan ionosfer di mana metode ini dikenal sebagai metode pengukuran tidak langsung (indirect method). Untuk penelitian di Indonesia pengukuran dengan cara di atas yaitu "vertikal sounding" dipandang cukup memadai mengingat biaya yang diperlukan untuk pengadaan fasilitas peralatan, pemeliharaan, relatif rendah dibandingkan dengan metode pengukuran yang lain seperti : incoherent scatter, forward dan backward scatter sounding dan lain-lain, selain itu data yang dihasilkanpun cukup akurat.

2. PEDOMAN SCALING IONOGRAM

Ionogram adalah hasil "vertical sounding" yaitu suatu grafik yang menyatakan hubungan antara tinggi semu lapisan sebagai fungsi dari frekuensi atau kurva $h'(f)$. Pada saat ini LAPAN telah mengoperasikan ionosonde variabel di Pemeungpeuk, Garut, Jawa Barat secara kontinu 24 jam. Adapun ionosonde variabel yang dipasang adalah type IPS 42 yang di sweep dari 1 - 22,4 MHz tiap 15 menit.

Dari ionogram akan dapat diamati antara lain :

- a. identifikasi lapisan ionosfer
- b. frekuensi kritis (f_0) masing-masing lapisan
- c. frekuensi minimum (f_{min})

*) Staf Kelompok Penelitian Ionosfer

d. tinggi semu minimum dari masing-masing lapisan (h').

Untuk menscaling ionogram dibutuhkan suatu pedoman scaling yaitu URSI HANDBOOK OF IONOGRAM INTERPRETATION AND REDUCTION, Nopember 1972 yang telah diterbitkan dan direvisi pada bulan Juli 1973 dalam WORLD DATA CENTER A for solar Terrestrial Physics.

Dalam menscaling ionogram, selain harganya (value) perlu diperhatikan pula Qualifying dan Descriptive letternya. Qualifying Letter (QL) menjelaskan harganya, sedangkan Descriptive Letter (DL) menjelaskan fenomena fisisnya. Penulisan data yang dilengkapi dengan QL dan DL dinyatakan dengan bilangan - QL - DL

Huruf-huruf yang digunakan dalam QL adalah :

A, D, E, I, J, M, O, T, U, Z.

Untuk DL adalah :

A, B, C, D, E, F, G, H, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, V, W, X,
Y dan Z.

Adapun arti dari huruf-huruf di atas adalah sebagai berikut :

Qualifying Letter :

- A - lebih kecil (khusus pada $f_b E_s$)
- D - lebih besar
- E - lebih kecil
- I - interpolasi
- J - harga komponen ordiner diambil dari extra ordiner
- M - tidak dapat dibedakan antara komponen ordiner dan extra ordiner
- O - komponen extra ordiner diambil dari ordiner
- T - pengukuran berdasarkan urutan pengamatan sebelumnya
- U - harga kurang begitu tepat
- Z - pengukuran berdasarkan komponen megneto elektronik.

Descriptive Letter

- A - pengukuran dipengaruhi oleh adanya lapisan tipis dibawahnya, misalnya lapisan E_s
- B - pengukuran dipengaruhi oleh adanya absorpsi di sekitar f_{min}
- C - pengukuran dipengaruhi oleh adanya gejala non ionosfer misalnya kerusakan peralatan.
- D - pengukuran terpengaruh karena melebihi frekuensi maksimum ionosonde
- E - pengukuran terpengaruh karena lebih kecil dari frekuensi minimum ionosonde
- F - pengukuran terpengaruh karena adanya spread (penyebaran) frekuensi
- G - pengukuran terpengaruh karena kerapatan elektron dari lapisan yang terlalu rendah sehingga tidak memungkinkan mendapatkan hasil yang akurat

- H - pengukuran dipengaruhi oleh adanya 'stratifikasi' dari lapisan.
- K - terdapat partikel dari lapisan E
- L - pengukuran terpengaruh karena tidak terlihat adanya batas lapisan. Ada spread F campuran
- M - pengukuran diragukan karena baik lapisan O ataupun X tidak jelas terlihat
- N - pengukuran tidak dapat diinterpretasikan
- O - pengukuran berdasarkan komponen ordiner
- P - adanya gangguan pada parameter yang teramati atau ada spur type spread F
- Q - adanya range spread
- R - pengukuran dipengaruhi oleh adanya atenuasi di daerah frekuensi kritis.
- S - pengukuran dipengaruhi oleh adanya interferensi atau oleh gangguan atmosfer
- T - pengukuran terpengaruh karena terjadi keraguan dalam pengamatan
- V - pengukuran terpengaruh karena ionogram bercabang
- W - pengukuran terpengaruh karena gambarnya melebihi batas atas ketinggian ionogram
- X - pengukuran berdasarkan komponen extra ordiner
- Y - pengukuran terpengaruh oleh adanya fenomena LACUNA (height gap) atau oleh adanya beberapa 'tilt' dari lapisan F
- Z - pengukuran terpengaruh karena adanya komponen magneto elektronik.

Berdasarkan URSI HANDBOOK OF IONOGRAM INTERPRETATION AND REDUCTION pula, maka tidaklah semua data ditulis dengan memberi QL dan DL. Untuk data yang harganya tidak diragukan tidak perlu dituliskan dengan QL dan DL.

Dalam pembacaan ionogram diambil tiap jam saja, meskipun ionogram direcord tiap 15 menit. Dengan data yang ada yaitu Maret - Desember 1982 dibuatlah median bulanan.

Hasil scaling ionogram di atas Pameungpeuk ($07^{\circ}04'08''$ S ; $107^{\circ}46'10''$ E) dapat dibandingkan dengan hasil dari negara lain yaitu Jepang yang mempunyai 5 stasion ionosfer :

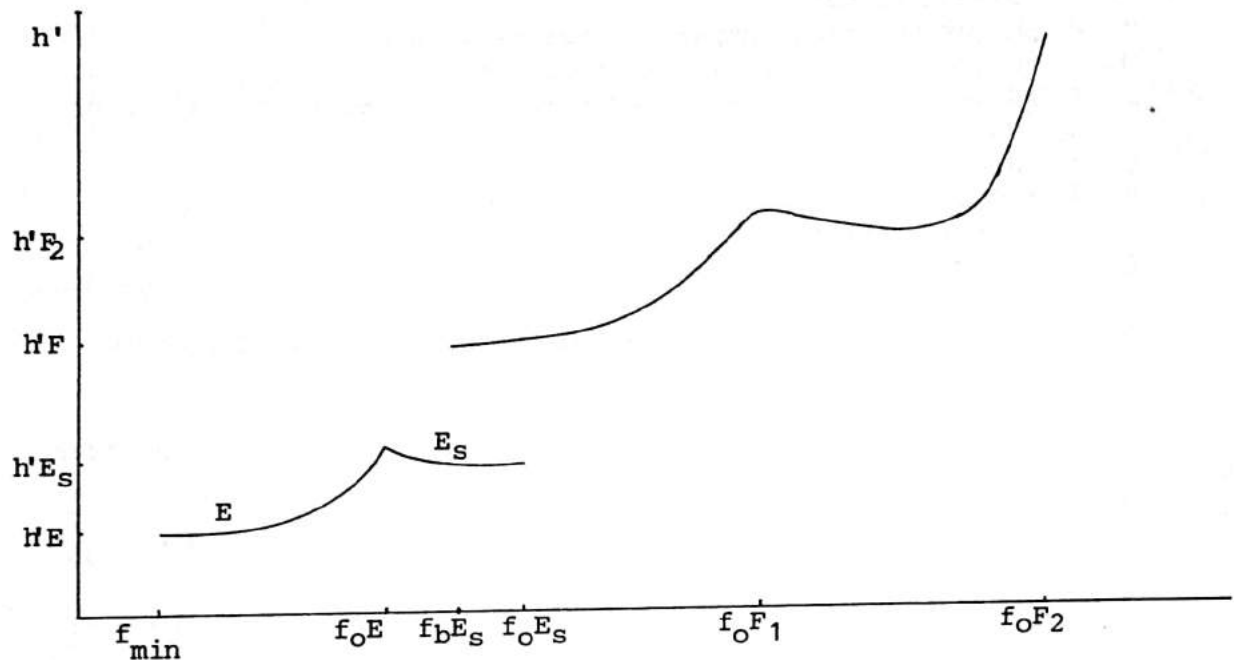
- Wakkanai $45^{\circ}23,5'$ N ; $141^{\circ}41,2'$ E
- Akita $39^{\circ}43,5'$ N ; $140^{\circ}08,0'$ E
- Kokubunji $35^{\circ}42,4'$ N ; $139^{\circ}29,3'$ E
- Yamagawa $31^{\circ}12,1'$ N ; $130^{\circ}37,1'$ E
- Okinawa $26^{\circ}22,0'$ N ; $140^{\circ}37,5'$ E

dan negara Belanda, stasion ionosfer De Bilt ($52^{\circ}06,1'$ N ; $5^{\circ}10,6'$ E). Sebagai contoh diambil pengamatan bulan Juli 1982 seperti pada tabel I sampai dengan X, sedangkan hasil scaling ionogram di atas Pameungpeuk

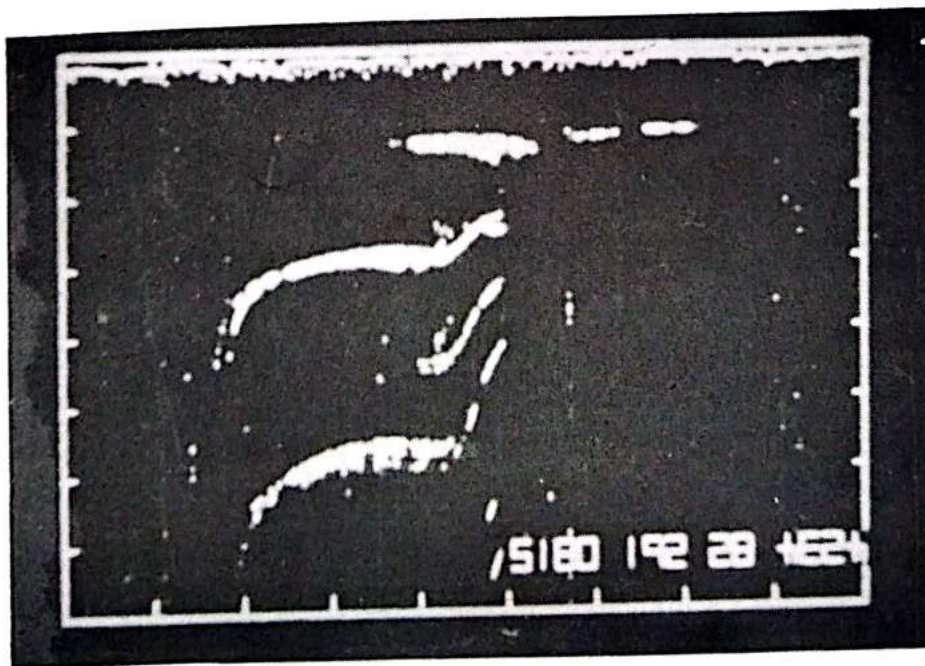
untuk median bulan Maret sampai dengan Desember 1982 pada tabel XI sampai dengan XX.

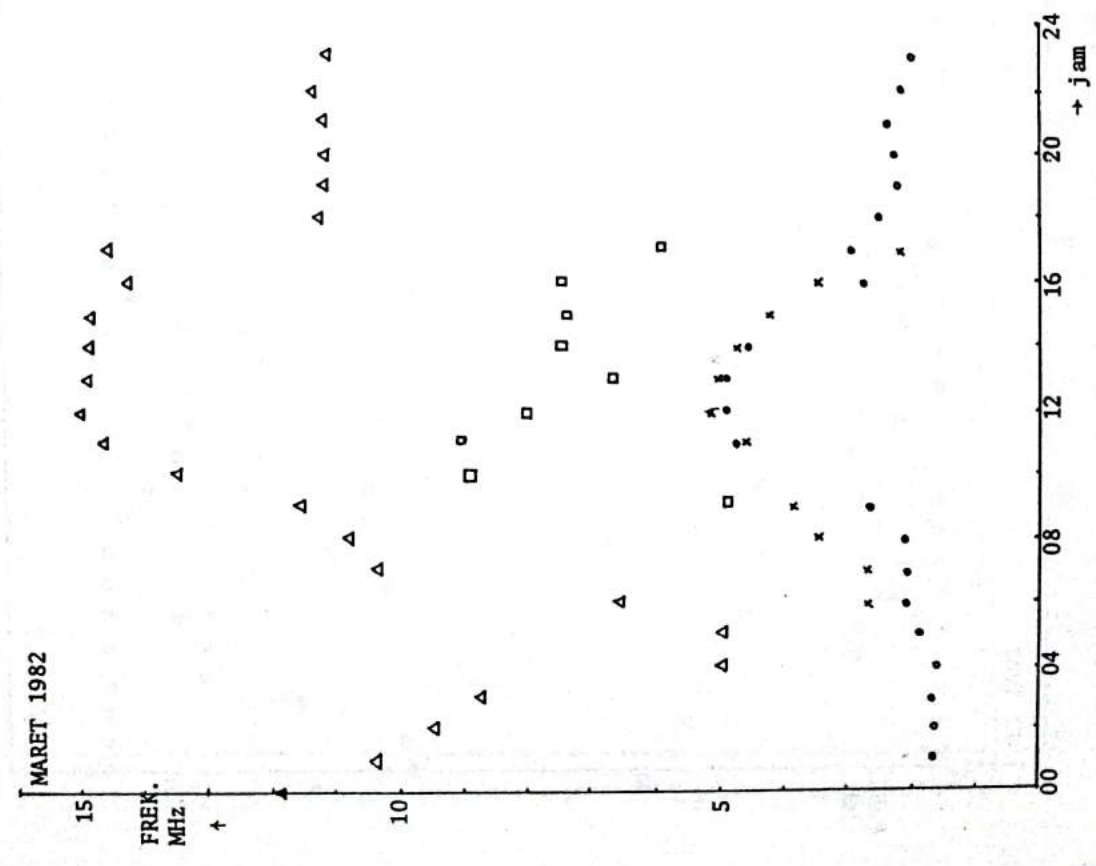
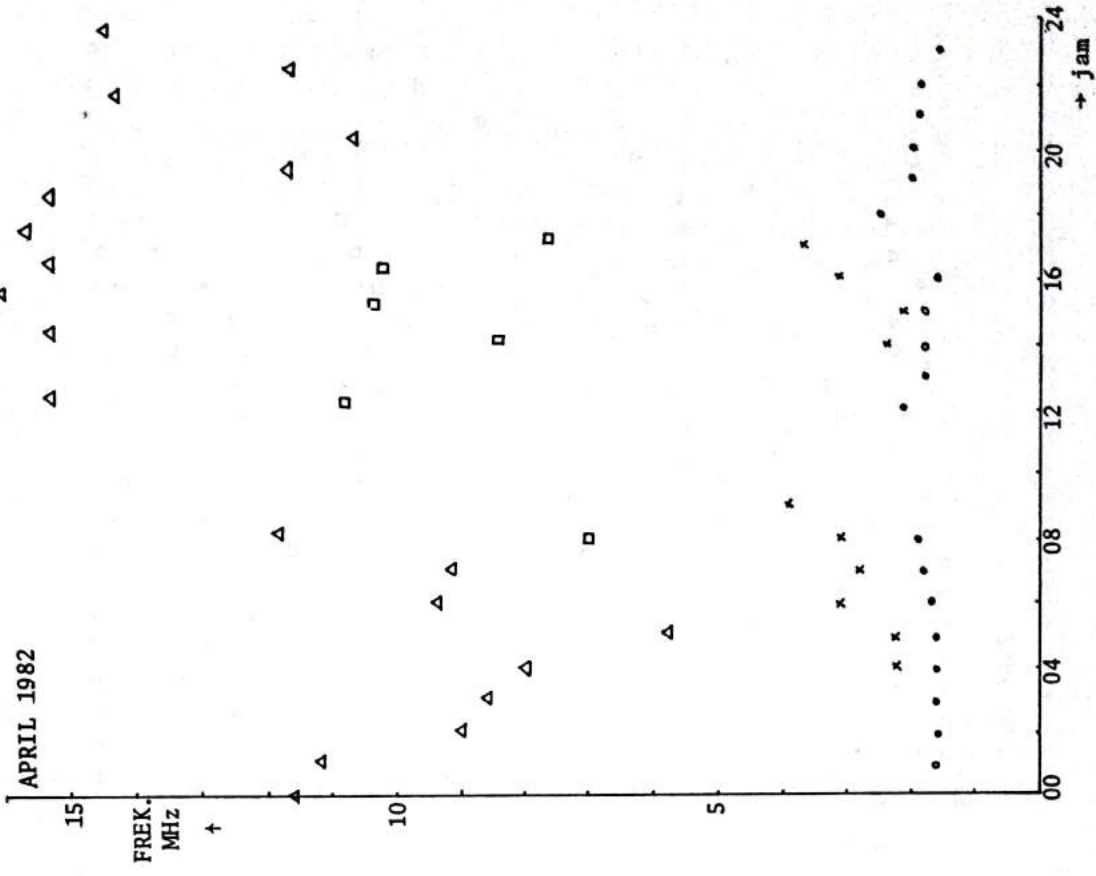
3. LAPISAN IONOSFER DI ATAS PAMEUNGPEUK

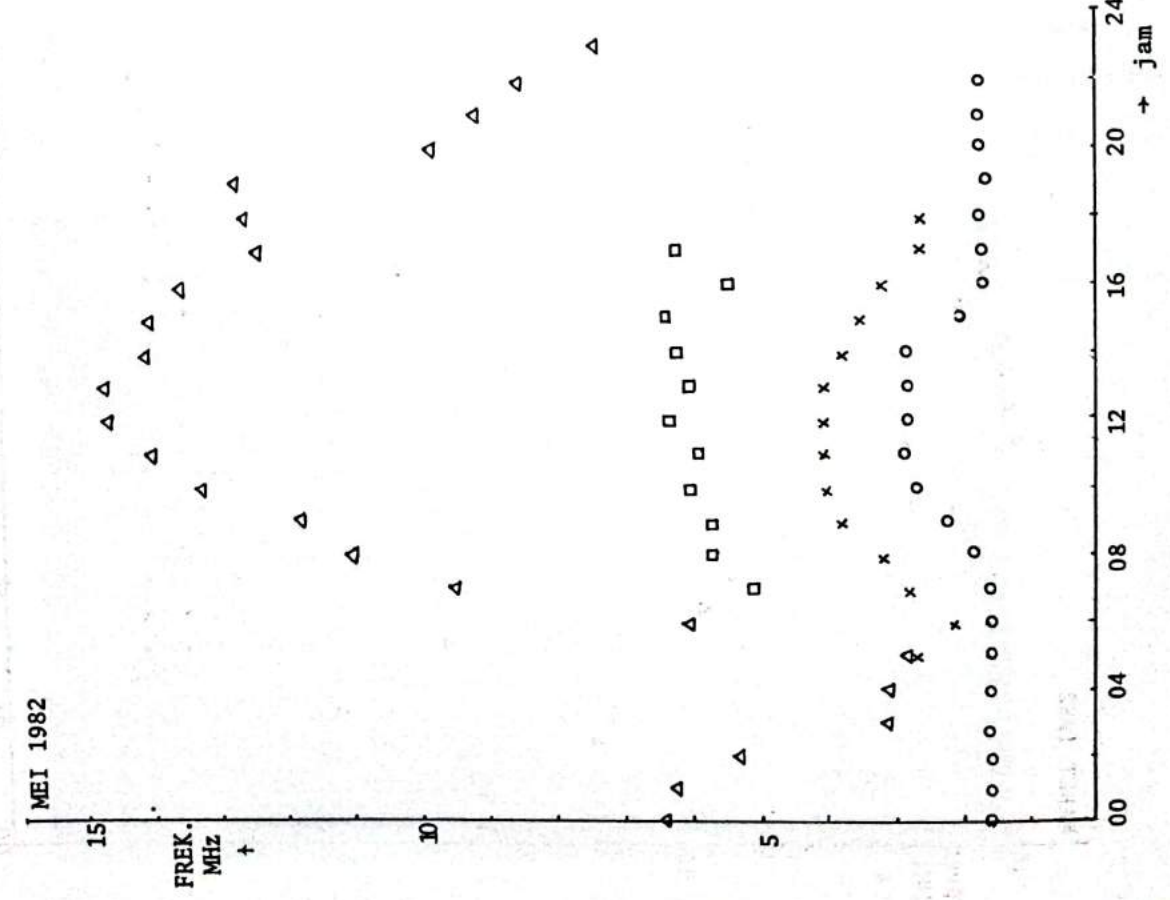
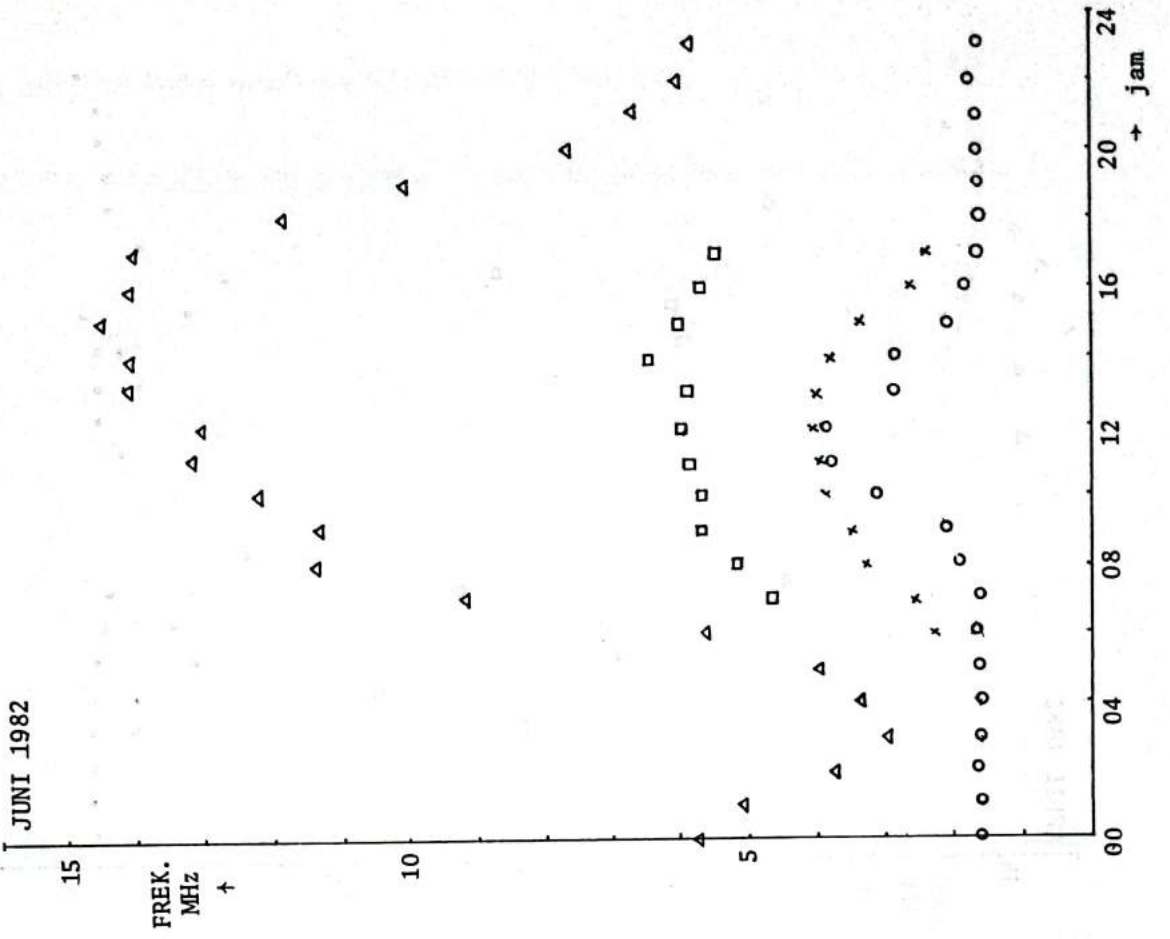
Suatu Ionogram yang ideal dapat dilukiskan seperti gambar 1.



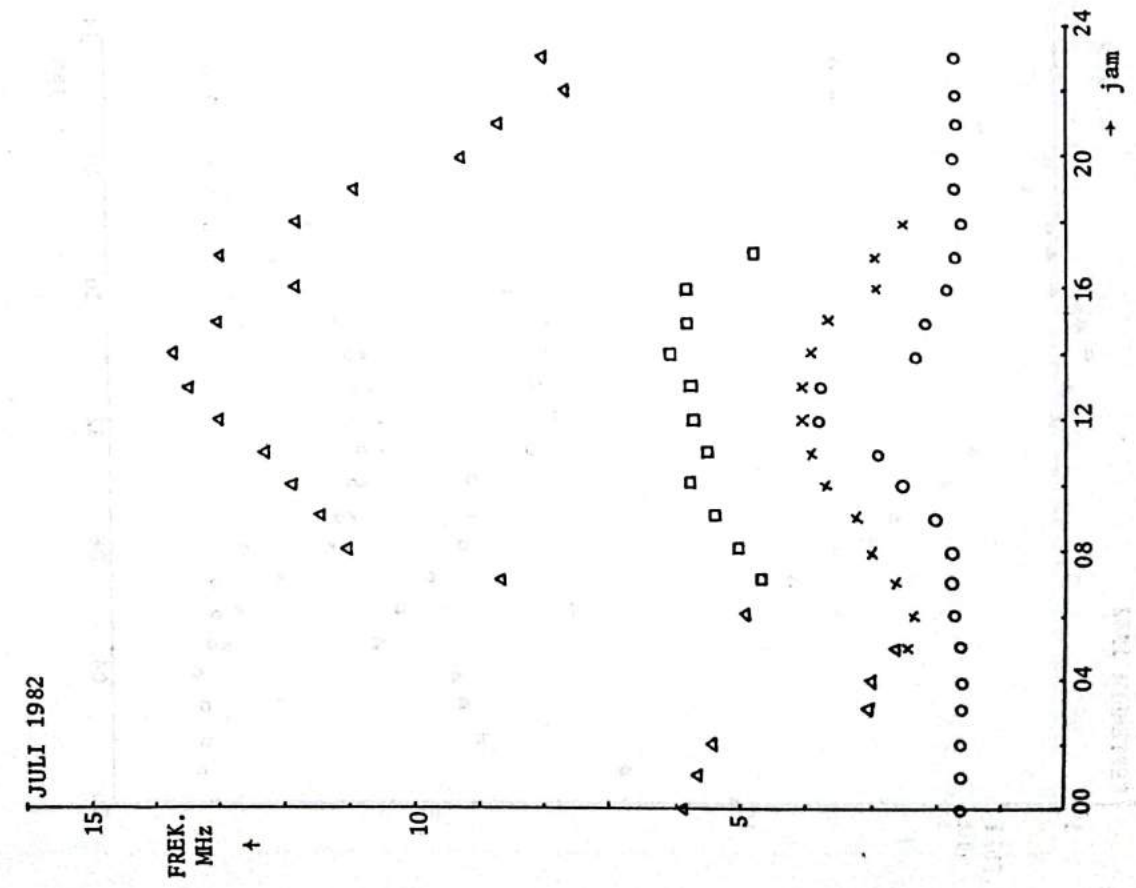
Di mana dengan jelas dapat diidentifikasi lapisan ionosfernya yaitu frekuensi kritis (f_0) masing-masing lapisan frekuensi minimum (f_{\min}), frekuensi 'blanketing', tinggi semu (h'). Sebagai contoh diambil ionogram di atas Pameungpeuk pada tanggal 18 September 1982, pukul : 08.15



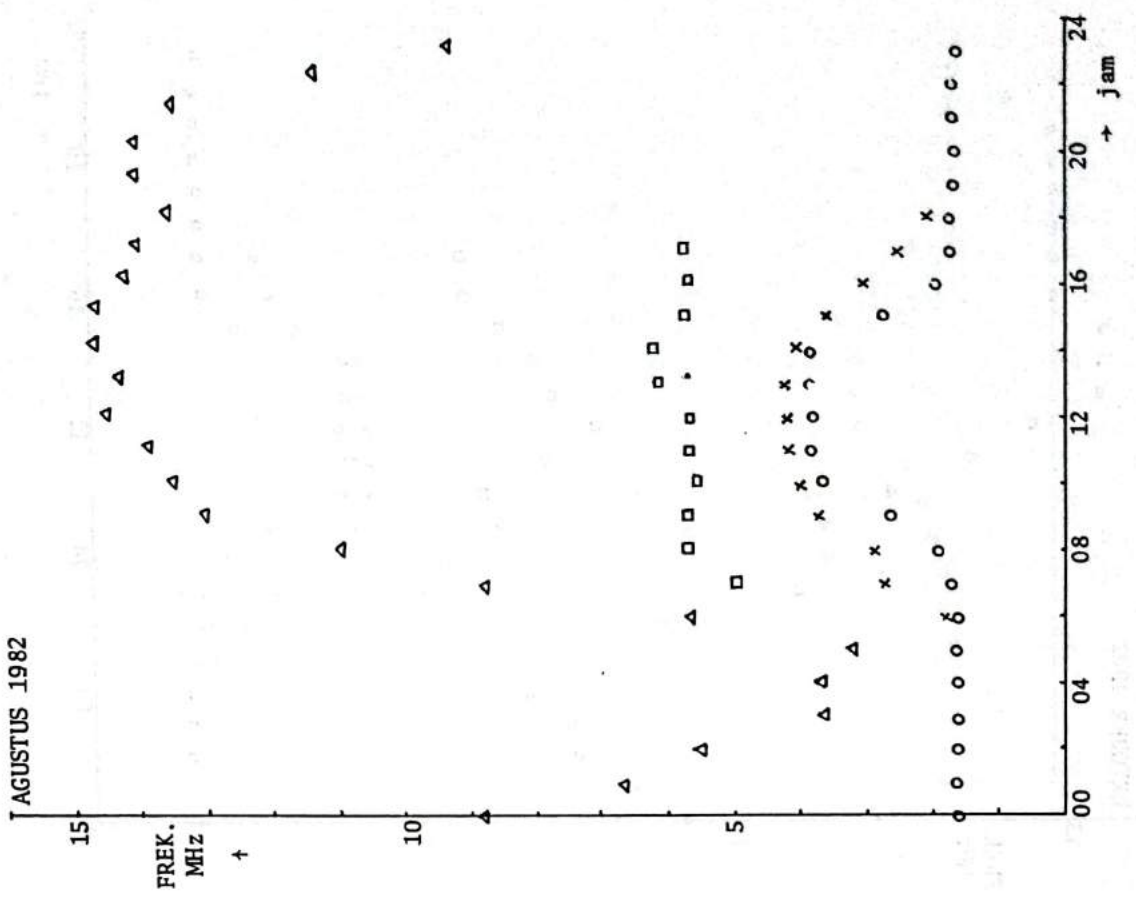




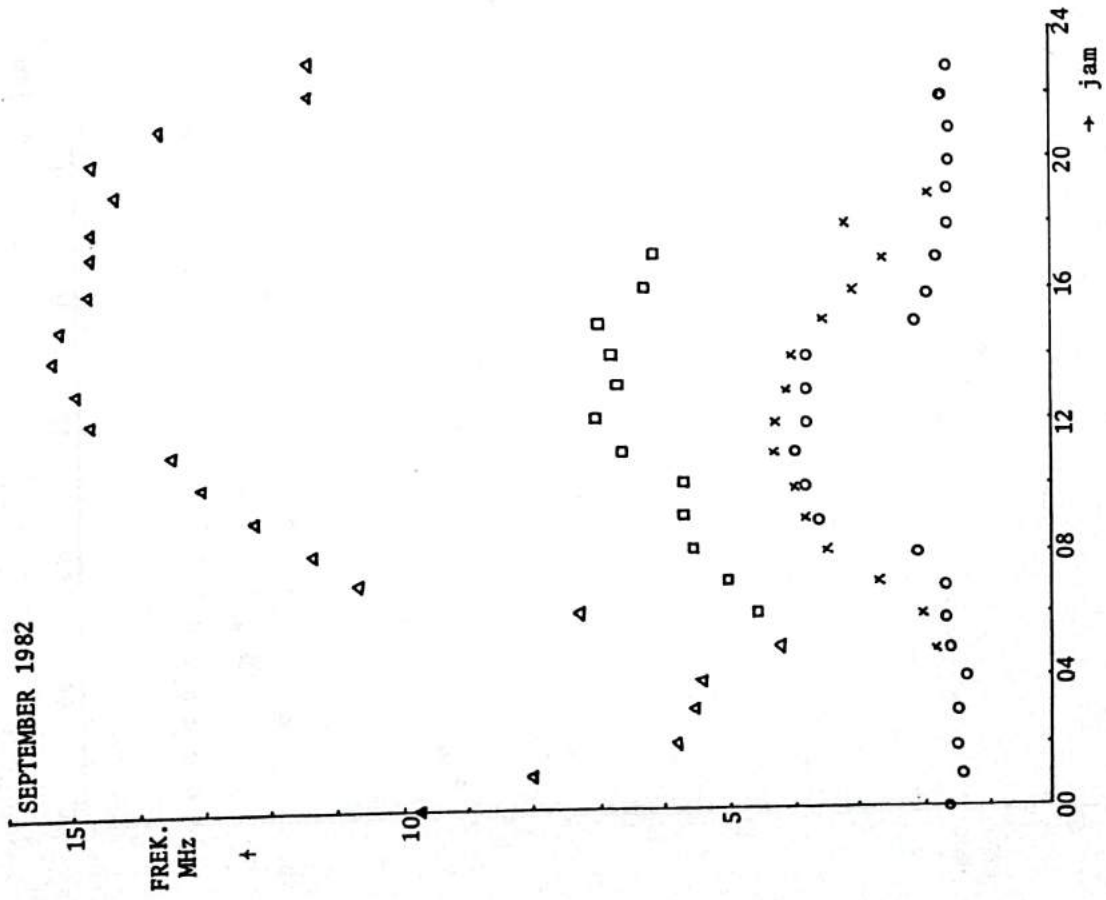
JULI 1982



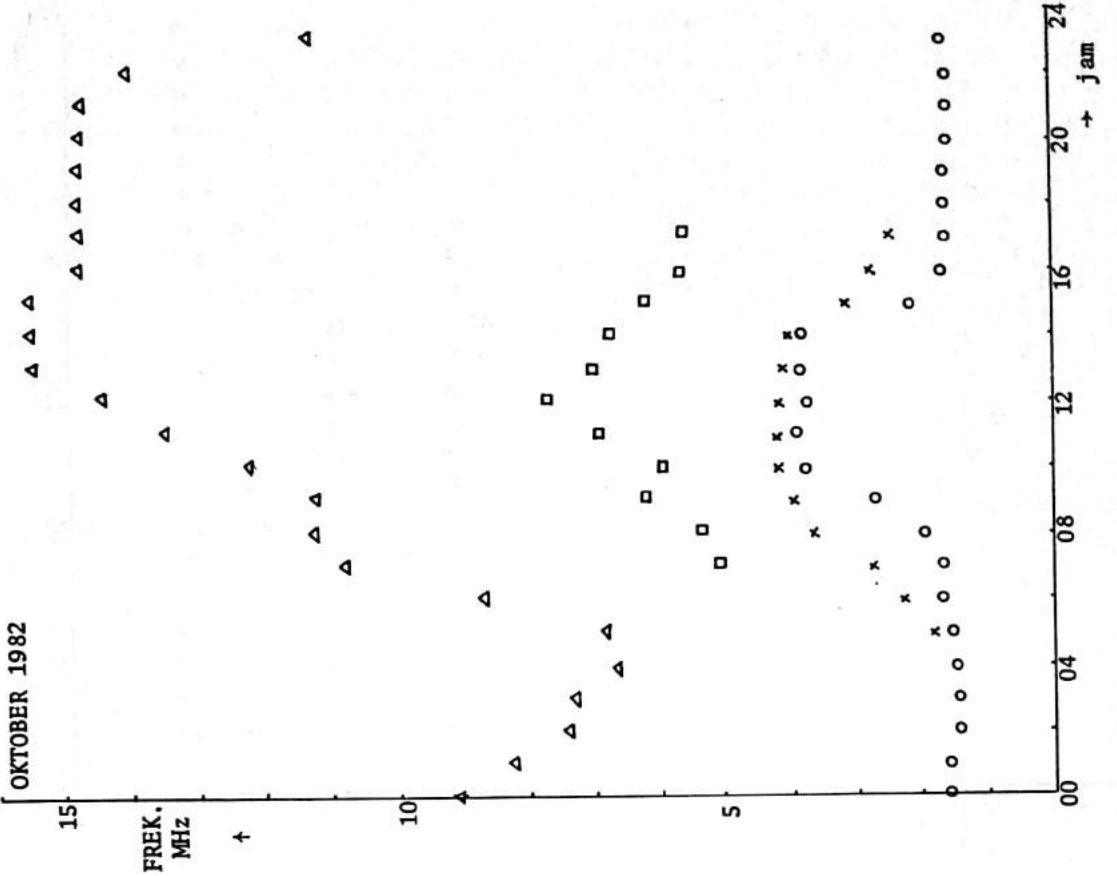
AGUSTUS 1982



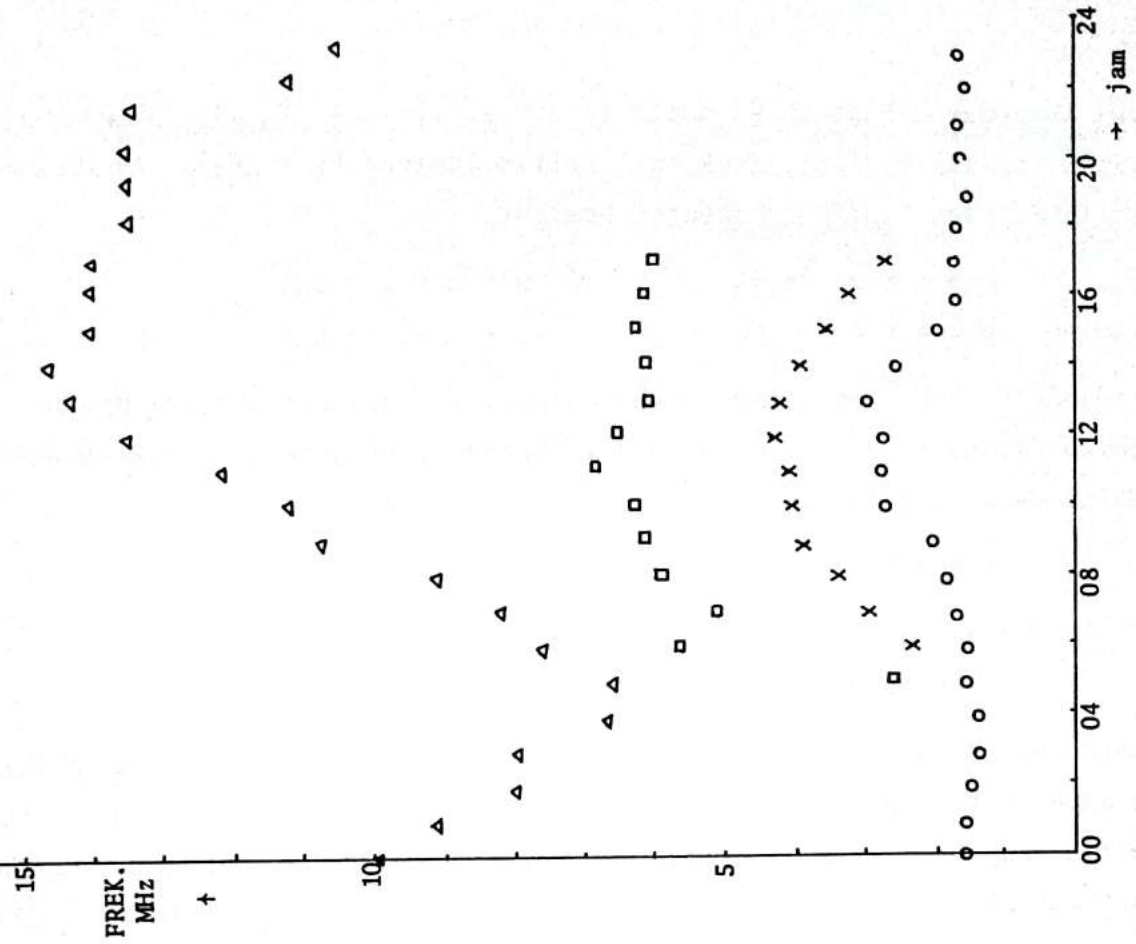
SEPTEMBER 1982



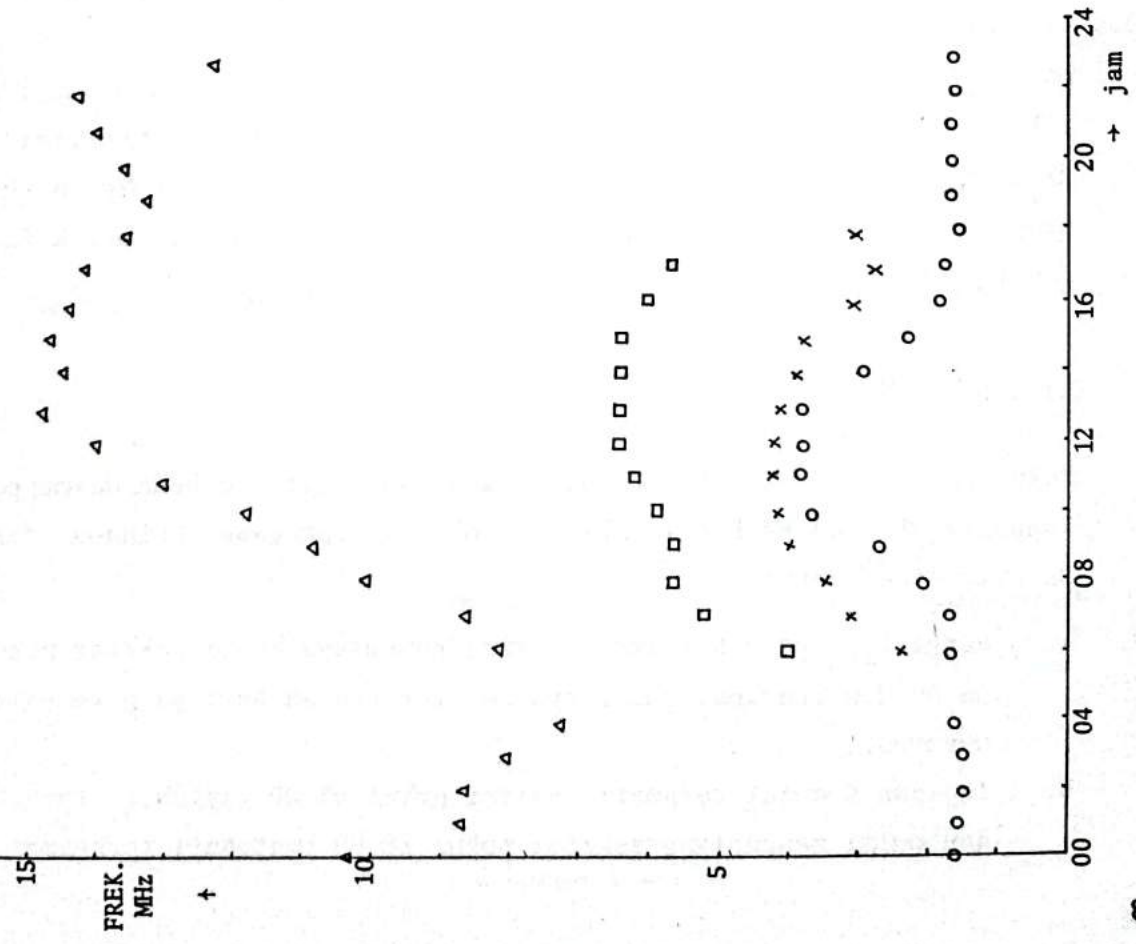
OKTOBER 1982



DESEMBER 1982



NOPEMBER 1982



Dari ionogram dibuat kurva untuk frekuensi minimum (f_{\min}), frekuensi kritis lapisan E (f_0E), frekuensi kritis lapisan F_1 (f_0F_1), frekuensi kritis lapisan F_2 (f_0F_2) sebagai berikut :

○ ○ ○ ○ ○	f_{\min}	x x x x x	f_0E
□ □ □ □ □	f_0F_1	△ △ △ △ △	f_0F_2

Berdasarkan hubungan antara frekuensi kritis lapisan ionosfer dengan sudut zenith matahari, maka menurut model Chapman yang setelah disederhanakan adalah dapat dituliskan sebagai :

$$f_0E = A \cos^n \chi$$

A dan n = konstanta

χ = sudut zenith matahari

Yang mana hubungan tersebut hanya berlaku untuk daerah yang rendah (E), di mana faktor pembentukkan dan faktor losses lebih dominan. Sedang untuk daerah yang tinggi (F_2), hubungan di atas tidak bisa dipergunakan karena pada daerah tinggi (di atas 200 km), faktor transport yang lebih dominan.

Dengan dasar di atas apabila ditinjau frekuensi kritis lapisan E sebagai fungsi waktu akan terlihat bahwa :

pola f_0E mengikuti pola cosinus dengan harga maksimumnya di sekitar pukul 12.00 di mana pada saat tersebut sudut zenithnya mencapai minimum. f_0E di sekitar pukul 05.00 dan 18.00 mencapai harga minimum dengan sudut zenithnya mendekati maksimum. Demikian pula untuk f_{\min} dan f_0F , mendekati pola yang hampir sama dengan f_0E .

4. KESIMPULAN

1. Pola ionosfer di atas Pameungpeuk tidaklah begitu berbeda dengan pola ionosfer di atas Wakkanai, Akita, Kokobunji, Yamagawa, Okinawa dan De Bilt diantaranya :
 - a. harga f_{\min} yang bertambah besar, khususnya mulai sekitar pukul 08.00 dan mencapai puncaknya sekitar tengah hari yang kemudian menurun.
 - b. lapisan E mulai teramati sekitar pukul 05.00 (matahari terbit) dan mulai menghilang sekitar pukul 18.00 (matahari terbenam)

- di mana harga f_oE mencapai puncak sekitar pukul 12.00 dengan tinggi semu $h'E$ sekitar 100-120 km
- c. harga f_oE_s dan f_bE_s mencapai puncak sekitar pukul 12.00 dengan $h'E_s$ sekitar 100 - 110 km
 - d. terpisahnya lapisan F menjadi F_1 dan F_2 menjelang pukul 06.00 dan bergabung kembali menjadi satu lapisan F kembali adalah sekitar pukul 18.00 di mana :

f_oF_1 mencapai maksimum pukul 12.00
 f_oF_2 mencapai maksimum sesudah pukul 12.00
 $h'F$ mencapai sekitar 210 - 325 km
 $h'F_2$ mencapai sekitar 250 - 400 km

2. Pada pagi, siang dan malam, lapisan F dapat dikatakan selalu muncul berbeda dengan lapisan E yang tidak teramati di malam hari.

DAFTAR PUSTAKA

1. RISHBETH, H ; GARRIOTT, OK :
 "Introduction to Ionospheric physics",
 Academic Press, 1969.
2. : "Ursi Handbook of Ionogram Interpretation and
 Reduction", Word Data Center A for Solar Terrestrial
 Physics, 1978.
3. GALKIN A.I ; YEROFEYEV N.M ; KAZIMIROVSKIYES ; KOKOUROV V.D. :
 "Ionospheric Measurements", NASA TT F-759,
 Nauka Press, Moscow, 1971.
4. : "Monthly Bulletin Ionospheric-Cosmic Ray Data"
 Koninklijk Nederlands Meteorologisch Institut,
 July 1982.
5. : "Ionospheric Data in JAPAN", Radio Research
 Laboratories Ministry of Posts and Telecommunications,
 Tokyo, Japan, July 1982.

- - - oo0oo - - -

TABEL I : FREKUENSI MINIMUM - F_{min} (Hz)

PUKUL	WAKKANAI	AKITA	KOKOBUNJI	YAMAGAWA	OKINAWA	DEBILT	PAMEUNG- PEUK
00	E	1.6 ES	1.5 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.6	1.6
01	E	1.5 ES	1.4 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.6	1.6
02	E	1.5 ES	1.4 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.6	1.6
03	E	1.5 ES	1.4 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.6	1.6
04	E	1.5 ES	1.4 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.6	1.6
05	1.1	1.6 ES	1.5 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.6	1.6
06	1.6	1.6	1.5	1.6 ES	1.6 ES	1.6	1.7
07	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6 ES	1.6	1.7
08	1.9	1.8	1.7	1.8	2.0	1.8	1.7
09	2.0	1.9	1.9	2.0	2.4	1.7	2.0
10	2.1	2.2	2.1	2.2	2.5	1.9	2.5
11	2.2	2.2	2.7	2.4	2.7	2.0	2.9
12	2.4	2.0	2.7	2.5	2.7	1.8	3.8
13	2.1	2.2	2.6	2.7	2.7	2.0	3.7
14	2.0	2.2	2.1	2.6	2.7	1.9	2.3
15	2.0	2.0	2.0	2.2	2.5	1.8	2.1
16	1.9	1.8	1.7	2.0	2.4	1.7	1.8
17	1.7	1.6	1.6	1.8	2.0	1.8	1.7
18	1.1	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.6
19	1.0 EE	1.6 ES	1.4 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.7	1.7
20	E	1.5 ES	1.5 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.7	1.7
21	E	1.5 ES	1.5 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.7	1.7
22	E	1.5 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.6	1.7
23	E	1.5 ES	1.5 ES	1.6 ES	1.6 ES	1.6	1.65

TABEL II : FREKUENSI KRITIS LAPISAN E - f_{0E} (Hz)

PUKUL	WAKKANAI	AKITA	KOKOBUNJI	YAMAGAWA	OKINAWA	DEBILT	PAMEUNG- PEUK
03						1.6 ES	
04	1.4					1.9 H	
05	2.2	2.1	1.8			2.4 H	2.4 UR
06	2.8	2.6	2.6	2.1		2.8 H	2.3
07	3.1	3.4	3.1	2.8	2.6	3.2	2.6
08	3.3	3.7	3.5	3.3	3.3	3.4	3.1
09	3.5	3.8	3.8	3.7	3.6	3.6 A	3.2
10	3.6	3.8	3.9	3.9	3.8	3.7 A	3.7
11	3.7	4.1	4.0	3.9	4.0	3.7	3.9
12	3.7	4.2	4.0	4.1	4.0	3.9 A	4.0
13	3.7	3.9	3.9	3.9	4.0	3.8	4.0
14	3.8	3.9	3.9	3.8	4.0	3.6	3.9
15	3.6	3.7	3.8	3.7	3.7	3.4	3.7
16	3.2	3.4	3.4	3.5	3.6	3.3	2.9
17	3.0	3.0	2.9	3.1	3.3	3.1	2.9
18	2.3	2.2	2.3	2.6	2.7	2.6 H	2.5
19	1.5			2.0		2.0 A	
20						1.7 EB	

TABEL III : TINGGI SEMU LAPISAN E - H'E (km)

PUKUL	WAKKANAI	AKITA	KOKOBUNJI	YAMAGAWA	OKINAWA	DEBILT	PAMEUNG- PEUK
03						E	
04	118					E	
05	115	120	130 ES			115	100
06	110	110	110	125 ES	125 ES	105	100
07	110	110	110	110	110	105	105
08	105	110	105	110	109	100	105
09	105	110	110	110	110	100	105
10	105	110	108	110	108	100	100
11	105	110	109	110	110	100	100
12	105	110	110	110	106	100	100
13	105	110	110	110	105	100	102.5
14	105	110	110	112	110	100	100
15	110	110	109	110	105	105	100
16	110	110	105	112	105	105	100
17	110	110	110	110	110	105	105
18	110	110	118	115	110	110	105
19	120			132 ES	125 ES	115	
20						E	

TABEL IV : FREKUENSI BLANKETING ESPORADIS F_bE_s (Hz)

PUKUL	WAKKANAI	AKITA	KOKOBUNJI	YAMAGAWA	OKINAWA	DEBILT	PAMEUNG- PEUK
00	E	2.0	2.3	2.0	2.0	1.6 EB	1.7
01	E	1.8	2.0	2.0	2.2	1.6 EB	1.7
02	E	E	2.4	2.0	2.0	1.6 EB	1.7
03	E	1.5 EE	1.6	2.0	1.6	1.6 EB	1.7
04	1.7	1.5	1.7	1.6	1.7	1.9 EG	1.7
05	2.0	2.2	2.4	1.6	1.8	2.7	1.7
06	4.0	3.5	3.2	2.2	2.2	3.2	1.7
07	4.3	4.8	4.3	3.4	3.1	3.5	2.8
08	5.0	5.0	4.8	4.1	3.8	3.8	3.7
09	4.2	5.0	5.1	4.8	4.5	3.8	3.9
10	4.7	4.9	5.0	5.0	4.8	4.1	4.2
11	4.7	5.0	5.1	5.3	5.0	4.0	4.3
12	5.0	4.9	5.0	5.2	4.8	4.0	4.3 EB
13	4.3	4.9	4.8	5.0	4.6	4.0 EG	4.3 EB
14	4.2	4.2	4.8	5.4	4.8	4.0	4.4
15	4.0	4.1	4.4	4.5	4.8	3.7 G	4.2
16	3.7	4.0	4.3	4.5	4.5	3.5 EG	4.0
17	3.8	3.6	4.2	3.8	4.4	3.4	3.8
18	4.7	4.0	4.0	3.6	3.4	3.3	3.1
19	4.7	2.5	3.1	3.3	3.4	2.9	2.5
20	3.0	2.2	2.6	2.4	2.4	2.0	2.3
21	1.6	2.7	2.3	2.0	2.5	1.8 EB	2.3
22	E	3.0	2.3	1.8	2.5	1.6 EB	1.7
23	E	2.0	2.2	2.0	2.3	1.7 EB	1.8

TABEL V : FREKUENSI KRITIS LAPISAN ESPORADIS - f_oE_s (Hz)

PUKUL	WAKKANAI	AKITA	KOKOBUNJI	YAMAGAWA	OKINAWA	DEBILT	PAMEUNG- PEUK
00	3.1	3.6 JA	4.5 JA	4.6 JA	3.6 JA	1.8 EB	1.3 JA
01	3.2	3.2 JA	3.9 JA	4.5 JA	3.6 JA	1.7 EB	1.7 JA
02	3.1	3.0 JA	3.6 JA	3.5 JA	3.2 JA	1.7 EB	1.7 JA
03	3.2	2.4 JA	3.0 JA	3.0 JA	3.0 JA	2.2	1.7 EB
04	3.0	2.4 JA	3.0 JA	2.5 JA	2.6 JA	2.1	1.7 JA
05	3.1	2.6	2.6	2.4 JA	2.5 JA	2.0	1.7 JA
06	5.1	4.2 JA	3.5	2.7	2.7 JA	3.4	1.8 JA
07	5.8	6.4 JA	4.8	4.1 JA	3.6 JA	3.8	3.1
08	7.0	6.5 JA	6.6	5.0 JA	4.3 JA	4.0	4.2
09	6.4	7.2 JA	7.5	6.2 JA	5.2 JA	4.4	4.6
10	7.0	6.0 JA	5.8	6.5 JA	6.3 JA	4.5	4.4
11	6.3	6.6 JA	6.0	5.9 JA	6.0 JA	4.2	4.4
12	6.3	6.8 JA	6.6	5.9 JA	5.6 JA	4.3	4.6
13	5.8	6.0 JA	5.8	7.5 JA	5.0 JA	4.0	4.4
14	5.4	5.2 JA	5.6	6.3 JA	5.7 JA	4.0	4.8
15	5.2	5.9 JA	5.4 JA	5.1 JA	5.0 JA	4.0	4.6
16	6.0	4.9 JA	5.0	5.5 JA	5.6 JA	3.6 EG	4.9
17	5.2	4.9 JA	4.9	5.4 JA	5.3 JA	3.7	4.0 JA
18	6.0	4.6 JA	4.8	4.9 JA	4.8 JA	3.6	2.6 JA
19	6.2	4.1 JA	4.3 JA	4.1 JA	4.1 JA	3.3	2.5 JA
20	4.3	5.1 JA	3.5 JA	3.4 JA	4.0 JA	2.7	2.6 JA
21	4.1	5.3 JA	4.3 JA	3.7 JA	3.7 JA	2.6 B	1.3 JA
22	4.1	5.1 JA	5.0 JA	3.6 JA	3.3 JA	2.5	1.7 JA
23	4.2	4.0 JA	5.1 JA	3.5 JA	3.8 JA	2.0 EB	1.8 JA

TABEL VI : TINGGI SEMU LAPISAN E SPORADIS - $H'E_s$ (km)

PUKUL	WAKKANAI	AKITA	KOKOBUNJI	YAMAGAWA	OKINAWA	DEBILT	PAMEUNG- PEUK
00	105	105	105	110	100	110	100
01	105	105	105	110	100	110	100
02	105	100	105	105	100	120	100
03	102	105	100	105	100	110	100
04	110	105	115	105	100	115	105
05	120	125	124	110	105	120	105
06	120	120	120	120	105	115	110
07	115	112	115	125	115	115	140
08	115	110	115	120	115	115	125
09	112	110	115	120	115	110	110
10	110	110	115	120	110	110	108
11	110	110	115	115	110	110	105
12	110	110	115	118	120	110	100
13	110	112	120	120	122	110	108
14	110	115	120	115	121	105	108
15	120	115	120	125	115	120	105
16	120	118	120	125	115	120	105
17	115	115	118	120	110	120	103
18	115	112	115	115	110	115	100
19	112	110	110	110	100	110	100
20	110	110	110	110	100	110	100
21	110	110	110	110	100	110	105
22	110	110	110	110	100	105	100
23	105	110	110	110	100	120	100

TABEL VII : FREKUENSI KRITIS LAPISAN $F_1 - f_o F_1$ (Hz)

PUKUL	WAKKANAI	AKITA	KOKOBUNJI	YAMAGAWA	OKINAWA	DEBILT	PAMEUNG- PEUK
04	2.65	2.2 F				3.0	
05	3.6	3.2	3.2			3.9	
06	4.2	4.3	4.2	3.6		4.1	
07	4.5	4.6	4.6 L	4.2	3.8	4.3	4.7
08	4.9	4.7	4.8	5.2	5.2 L	4.7	5.0
09	5.0	5.1	4.9	5.0 L	U 5.3 L	4.8	5.4
10	5.0	5.0	5.2	5.4 L	U 5.0 L	5.0	5.7
11	5.0	5.2	5.4	5.0 L	U 5.6 L	4.9	5.5
12	5.0	5.0	5.1	5.2	U 5.8 L	5.0	5.7
13	5.0	5.0	5.2	5.1 L	5.4 L	5.1	5.7
14	5.0	5.1	5.1	5.2 L	5.3 L	5.1	6.0
15	4.8	4.9	5.0	5.3	5.3	4.8	5.7
16	4.6	4.8	4.8	5.0 L	U 5.1 L	4.6	5.7
17	4.3	4.2	4.6	4.7 L	U 4.8 L	4.3	4.8
18	3.9 L	4.0	U 3.8 L	4.3 L	U 4.6 L	3.7	
19						3.3 UN	

TABEL VIII : TINGGI SEMU LAPISAN F - H'F (km)

PUKUL	WAKKANAI	AKITA	KOKOBUNJI	YAMAGAWA	OKINAWA	DEBILT	PAMEUNG- PEUK
00	290	285	294 U	308	320	300	222.5
01	290	292	292	295	295	300	240
02	285	275	280 U	275	280	300	250
03	290	285	282	280	285	295	250
04	280	290	284	268	280	270	270
05	260	255	265	284	278	245	268
06	250.	248	242	252	260	240	275
07	238	225	235	236	240	230	250
08	230	235	224	230	235 H	220	243
09	225	220	216 U	220	236	210	230
10	215	200	219	222	220	215	220
11	212	212	232	220	222 U	205	213
12	220	220	210	220	220	220	245
13	218	225	235	221	220	220	240 EB
14	235	230	220	222	219	215	245 EB
15	225	230	234	230	226	225	250
16	232	238	225 U	228	240	230	250
17	250	240	239	240	239	230	250
18	265	250	255	245	252	245	240
19	270	260	265	268	260	245	235
20	265	255	258 U	260	262	255	220
21	278	280	283 U	268 U	300	245	242.5
22	275	280	290 U	276 U	322	248	250
23	285	282	288 U	308 U	330	295	240

TABEL IX : FREKUENSI KRITIS LAPISAN P₂ - f_oF₂ (Hz)

PUKUL	WAKKANAI	AKITA	KOKOBUNJI	YAMAGAWA	OKINAWA	DEBILT	PAMEUNG- PEUK
00	6.8	6.9	7.1-S	7.9	8.5	5.9	5.9
01	6.5	6.8	6.9-S	7.8	8.4	5.4	5.6
02	6.3	6.6	6.6-S	7.4	7.7	4.8	4.5
03	6.0	6.0	6.2-S	7.0	7.6	4.5	3.0
04	5.4	5.8	6.0-S	7.0	7.1	4.6	3.8
05	6.1	6.2	6.2	6.5	6.2	5.0	2.6
06	7.0	6.9	7.4	6.6	6.5	5.3	4.9
07	6.8	8.0	8.0	7.5	7.2	5.8	8.6
08	7.0	8.2	8.3	7.7	7.6	6.0	11.0 UR
09	7.2	7.8	7.8	7.6	7.7	6.3	11.4
10	6.8	7.2	7.9	8.1	8.0	6.3	11.8
11	6.9	7.2	7.6	7.8	8.2	6.4	12.3
12	6.8	7.2	7.8	8.4	9.2	6.5	13.0
13	6.8	7.5	8.0	8.8	9.8	6.5	13.5
14	6.7	7.6	8.5	9.8	10.3	6.5	13.7
15	6.8	7.6	8.5	10.0	10.9	6.4	13.0
16	7.0	7.6	8.4	9.9	11.3	6.3	11.8
17	7.0	7.7	8.4	10.0	11.4	6.5	13.0
18	7.4	7.9	8.8	10.0	11.1	6.8	11.8
19	7.6	8.2	8.3	9.4	10.5	7.0	10.8
20	7.7	7.8	7.7-S	8.3	9.0	7.0	9.3
21	7.8	7.7	7.4-S	7.8	8.4	6.9	8.7
22	7.3	7.4	7.4-S	7.4	8.3	6.8	7.7
23	7.0	7.2	7.5-S	7.6	8.2	6.4	8.0

TABEL X : TINGGI SEMU LAPISAN F₂ - H'F₂ (km)

PUKUL	WAKKANAI	AKITA	KOKOBUNJI	YAMAGAWA	OKINAWA	DEBILT	PAMEUNG- PEUK
04	430	555-F				400	
05	350	375	365			380	
06	330	330	308	280	500	400	
07	325	302	297-U	275	450	375	250
08	312	310	311	295	330	420	255
09	410	345	335	330	345	365	265
10	365	340	325	320	335	370	277.5
11	360	352	365	385	385	350	297.5
12	378	350	375	380	392	380	300
13	378	355	355	380	376	435	300
14	405	360	350	360	376	360	300
15	350	352	340	350	352	360	300
16	335	335	325	345	348	350	300
17	320	318	325	325	320	330	260
18	320	298	292	302	298	335	
19				272			

TABEL XI : HARGA MEDIAN (Maret 1982)

PUKUL	IMin	FoE	H'E	FoEs	H'ES	FBES	FoF1	H'F	FoF2	H'F2
00	1.8			1.9EB	100	1.8		243	11.9	
01	1.7			1.7EB	B	1.7EB		223	10.4	
02	1.7			1.7EB	B	1.7		230	9.5	
03	1.7			1.7EB	B	1.7		235	8.8	
04	1.6			1.6EB	B	1.6		215	5.0	
05	1.9			1.9EB	B	1.9		240	5.0	
06	2.1	2.7	100	2.1	135	2.4		270	6.6	
07	2.1	2.7	105	3.2	115	3.2		235	10.4	
08	2.1	3.5	103	3.7	125	3.8		225	10.8	
09	2.7	3.9	100	4.2	145	4.2UY	4.9	223	11.6	255
10	3.9	3.9UB	100	4.8	125	4.6	8.9	228	13.5	380
11	4.8	4.6	105	5.2	120	5.2EB	9.0	238	14.7	413
12	4.9	5.2EB	B	5.1EB	B	5.1EB	8.0	228	15.0	413
13	4.9	5.0	100	4.9EB	B	4.9EB	6.7	223	14.9	380
14	4.6	4.7EB	100	4.7EB	B	4.7EB	7.5	240	14.8	389
15	4.2	4.2EB	B	4.3EB	120	4.3EB	7.4	225	14.8	343
16	2.8	3.5	103	3.8	100	3.9	7.5	240	14.2	358
17	3.0	2.3	105EB	3.5EB	103	3.5EB	5.9	250	14.5	311
18	2.5			2.7EC	100	2.7		255	11.3	
19	2.2			2.2EC	100	2.2EC		253	11.3	
20	2.3			2.3EC	B	2.3EC		255	11.2	
21	2.4			2.4	B	2.4EC		243	11.2	
22	2.4			2.1	B	2.1EC		235	11.4	
23	2.0			2.0	B	2.0EC		248	11.2	

TABEL XII : HARGA MEDIAN (April 1982)

PUKUL	IMin	FoE	H'E	FoEs	H'Es	FBES	FoF1	H'F	FoF2	H'F2
00	1.6			1.6ES	B	1.6EC		240	11.6	
01	1.6			1.6ES	B	1.6EC		220	11.2	
02	1.6			1.6ES	B	1.6EC		210	9.0	
03	1.6			1.6ES	B	1.6EC		235	8.6	
04	1.6	2.2	100	2.2EG	G	2.2EG		235	8.0	
05	1.6	2.2	100	2.2EG	G	2.2EG		220	5.8	
06	1.7	3.1	105	C	G			240	9.4	
07	1.8	2.8	110	3.1	125	3.0		230	9.1	
08	1.9	3.1	105	C	G	C	7.0	235	11.8	
09	C	C	C	C	C	C	C	C	15.2	
10	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
11	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
12	2.1	3.9UR	100	C	B	C	10.8	300	C	310
13	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14	1.8	2.4	100	2.5	210	2.5UY	8.4	240EB	15.2	400
15	1.8	2.1	110	2.4	105	2.4UY	10.4	220EB	16.0	380
16	1.6	3.1UR	100		G		10.2	260EB	15.2	375
17	3.7	3.7EB	100	3.7EB	B	3.7EB	7.6	260EB	15.6	300
18	2.5			2.5ES	B	2.5ES		290EB	15.2	
19	2.0			2.0ES	B	2.0EC		295	11.6	
20	2.0			2.0ES	B	2.0EC		255	10.6	
21	1.9			1.9ES	B	1.9EC		215	14.2	
22	1.9			1.9ES	B	1.9EC		210	11.6	
23	1.6			1.6	B	1.6EC		235	14.4	

TABEL XIII : HARGA MEDIAN (Mei 1982)

PUKUL	I Min	FoE	H'E	FoEs	H'Es	FBES	FoF1	H'F	FoF2	H'F2
00	1.6			1.6EB	95	1.6EB		240	6.4	
01	1.6			1.6EB	103	1.6EB		225	6.2	
02	1.6			1.6EB	113	1.6EB		220	4.8UR	
03	1.6			1.6EB	110	1.6EB		255	3.1UR	
04	1.6			1.8EB	120	1.6EB		300	2.1UR	
05	1.6	2.7	130	1.6EB	103	1.6EB		275	2.3UR	
06	1.6	2.1	130	2.2	105	1.9EG		250	6.0	
07	1.6	2.8	105	3.2	115	2.9	5.1	250	9.5	250
08	1.8	3.2	103	3.4	107	3.2EG	5.7	230	11.0	250
09	2.2	3.8	100	4.6	115	3.0	5.7	205	11.8	260
10	2.7	4.0	100	4.5	110	4.0EG	6.0	205	13.3	295
11	2.8	4.0	103	4.5	108	4.2	5.9	205	14.0	300
12	2.7	4.0	103	4.6	120	4.2	6.3	213	14.7	300
13	2.7	4.0	100	4.8	130	4.2	6.0	240	14.7	293
14	2.7	3.8	100	4.8	100	4.0	6.2	205	14.0	297
15	2.0	3.5	100	4.8	110	3.9EG	6.3	240	14.0	275
16	1.7	3.2	100	4.6	100	3.8	5.4	240	13.5	260
17	1.7	2.6	100	3.2	103	3.2	6.2	245	12.4	250
18	1.7	2.6	100	2.8JA	100	2.9		243	12.6	
19	1.6			2.6JA	100	2.4		227	12.7	
20	1.7			2.5JA	100	2.0		205	9.8	
21	1.7			1.8JA	100	1.8		220	9.1	
22	1.7			1.7JA	100	1.7		250	8.5	
23	1.7			1.7JA	100	1.7		245	7.3	

TABEL XIV : HARGA MEDIAN (Juni 1982)

PUKUL	I Min	FoE	H'E	FoEs	H'Es	FBES	FoF1	H'F	FoF2	H'F2
00	1.6			1.7JA	105	1.7		240	5.8	
01	1.6			1.7JA	107.5	1.6		230	5.1	
02	1.6			1.6EB	100	1.6		235	3.8	
03	1.6			1.7JA	100	1.7		265	3.0	
04	1.6			1.6EB	97.5	1.6		305	3.4	
05	1.6			1.65JA	100	1.6		295	4.0	
06	1.6	2.3	100	2.0JA	100	1.8		270	5.6	
07	1.6	2.6	105	3.05	125	3.15UY	4.7	245	9.1	255
08	1.9	3.3	105	3.6	112.5	3.7	5.2	240	11.4	250
09	2.1	3.55	105	3.9	102.5	3.9	5.7	235	11.3	275
10	3.1	3.9	105	4.1EB	107.5	4.2EG	5.7	225	12.2	280
11	3.8	3.9	100	4.4EB	115	4.6	5.9	235	13.2	292.5
12	3.8	4.0	100	4.45	110	4.35	6.0	240	13.0	305
13	2.8	4.0	100	5.1	102.5	4.6	5.85	250	14.0	300
14	2.8	3.75	105	5.25	105	4.8	6.15	250	14.0	300
15	2.0	3.35	100	5.5	100	4.15	6.05	250	14.5	300
16	1.7	2.7	100	4.85	105	3.9	5.7	250	14.0	285
17	1.6	2.4	100	4.0	100	3.75	5.45	245	14.0	237.5
18	1.6			2.6JA	95	2.8		240	11.8	
19	1.6			2.2JA	100	2.1		210	10.0	
20	1.6			1.7JA	100	1.75		205	7.6	
21	1.6			1.7JA	100	1.7		217.5	6.7	
22	1.7			1.7JA	100	1.7		247.5	6.0	
23	1.6			1.65	100	1.6		247.5	5.8	

TABEL XV : HARGA MEDIAN (Juli 1982)

PUKUL	I Min	FoE	H'E	FoEs	H'Es	FBES	FoF1	H'F	FoF2	H'F2
00	1.6			1.8JA	100	1.7		222.5	5.85	
01	1.6			1.7JA	100	1.7		240	5.6	
02	1.6			1.7JA	100	1.7		250	4.45	
03	1.6			1.7EB	100	1.7		250	3.0	
04	1.6			1.7JA	105	1.7		170	3.0	
05	1.6	2.4UR	100	1.7JA	105	1.7		267.5	2.6	
06	1.7	2.3	100	1.8JA	110	1.7		275	4.9	
07	1.7	2.6	105	3.1	140		4.7	250	8.6	250
08	1.7	3.05	105	4.2	125	3.65	5.0	242.5	11.0UR	255
09	2.0	3.2	105	4.6	110	3.9	5.4	230	11.4	265
10	2.5	3.7	100	4.4	107.5	4.2	5.7	220	11.8	277.5
11	2.9	3.9	100	4.35	105	4.25	5.45	212.5	12.3	297.5
12	3.8	4.0	100	4.6	100	4.3EB	5.7	245	13.0	300
13	3.7	4.0	102.5	4.4	107.5	4.3EB	5.7	240EB	13.5	300
14	2.3	3.9	100	4.8	108	4.35	6.0	245EB	13.7	300
15	2.1	3.7	100	4.6	105	4.2	5.7	250	13.0	300
16	1.8	2.85	100	4.9	105	4.0	5.7	250	11.8	300
17	1.7	2.9	105	4.0JA	102.5	3.8	4.8	250	13.0	260
18	1.6	2.5	105	2.6JA	100	3.1		240	11.8	
19	1.7			2.5JA	100	2.5		235	10.85	
20	1.7			2.6JA	100	2.3		220	9.3	
21	1.7			1.8JA	105	2.25		242.5	8.7	
22	1.7			1.7JA	100	1.7		250	7.65	
23	1.65			1.8JA	100	1.8		240	8.0	

TABEL XVI : HARGA MEDIAN (Agustus 1982)

PUKUL	I Min	FoE	H'E	FoEs	H'Es	FBES	FoF1	H'F	FoF2	H'F2
00	1.6			1.6JA	115	1.7		240	8.9	
01	1.6			1.7JA	110	1.6EB		205	6.7	
02	1.6			1.6EB	113	1.6EB		223	5.5	
03	1.6			1.6EB	125	1.6EB		265	3.6JR	
04	1.6			1.65EB	125	1.7EB		290	3.6	
05	1.6			1.6EB	105	1.6EB		300	3.1	
06	1.6	1.8	112.5	1.7JA	110	1.7EB		275	5.7	
07	1.7	2.7	105	3.1	110	3.0	5.0	250	8.9	265
08	1.8	2.9	100	3.3	110	3.3UY	5.7	220	11.0	271.5
09	2.6	3.7	102.5	4.25	110	4.0	5.7	210	13.0	290
10	3.7	4.0	105	4.2	115	4.2	5.5	205	13.5	295
11	3.8	4.2	110	4.4EB	110	4.4EB	5.7	200	13.8	305
12	3.8	4.2	105	4.3EB	100	4.3EB	5.7	210	14.5	300
13	3.8	4.2	105	4.6	105	4.2EB	6.1	205	14.4	315
14	3.85	4.0	110	4.3EB	110	4.0EB	6.2	215	14.7	345
15	2.7	3.6	105	4.3	105	4.1	5.7	235	14.6	317.5
16	1.95	3.1	105	4.45	107	3.9	5.7	250	14.25	300
17	1.7	2.5	105	4.1	105	3.7	5.8	255	14.0	300
18	1.7	2.1	100	1.8JA	103	2.0		200	13.5	
19	1.7			1.7	100	2.0		260	14.0	
20	1.7			1.9JA	100	2.0		250	14.0	
21	1.7			1.7	100	1.7		250	13.5	
22	1.7			1.7	100	1.7EB		205	11.3	
23	1.7			1.6EB	100	1.7EB		225	9.3	

TABEL XVII : HARGA MEDIAN (September 1982)

PUKUL	I Min	FoE	H'E	FoEs	H'Es	FBFS	FoF1	H'F	FoF2	H'F2
00	1.6			1.6EB	102.5	1.6EB		223	9.8	
01	1.4			1.5EB	100	1.5EB		215	8.0	
02	1.5			1.5EB	102.5	1.6EB		255	5.8	
03	1.5			1.6EB	97.5	1.5EB		253	5.6	
04	1.4			1.5EB	97.5	1.6EB		250	5.4	
05	1.6			1.6JA	110	1.6		255	4.2	
06	1.7	2.0	100	2.3	100	2.2	4.5	250	7.3	250
07	1.7	2.7	110	3.2	122.5	3.2UY	5.0	248	10.7	260
08	2.1	3.5	105	5.1	120	4.1	5.5	230	11.4	265
09	3.7	3.8	105	4.6	125	4.3	5.7	220	12.2	280
10	3.8	4.0	115	4.6	125	4.5	5.7	205	13.0	300
11	4.0	4.3	125	4.6	115	4.6	6.7	210	13.5	335
12	3.8	4.3	120	4.8	125	4.5	7.1	218	14.7	368
13	3.8	4.1	110	5.0	110	4.7	6.7	250	14.9	355
14	3.8	4.0	110	4.5	115	4.2EB	6.8	150	15.2	350
15	2.1	3.5	105	4.4	105	4.2	7.0	250	15.1	355
16	1.9	3.1	105	5.3	100	4.0	6.3	250	14.7	335
17	1.8	2.6	110	4.8	105	4.0	6.1	255	14.7	305
18	1.6	3.2	105	2.6	100	2.8		260	14.7	
19	1.6	1.8	110	1.8JA	100	2.2		273	14.3	
20	1.7			1.8EB	100	1.9		245	14.6	
21	1.6			1.7EB	103	1.7EB		220	13.5	
22	1.7			1.7EB	105	1.7EB		225	11.3	
23	1.6			1.7EB	115	1.6EB		230	11.3	

TABEL XVIII : HARGA MEDIAN (Oktober 1982)

PUKUL	I Min	FoE	H'E	FoEs	H'Es	FBFS	FoF1	H'F	FoF2	H'F2
00	1.6			1.7EB	105	1.7EB		250	9.1	
01	1.6			1.6EB	105	1.6EB		258	8.3	
02	1.5			1.5EB	105	1.6EB		280	7.4	
03	1.5			1.5EB	100	1.5		250	7.3	
04	1.5			1.6	100	1.6EB		275	6.6	
05	1.6	1.8	130	1.6EB	128	1.6		260	6.8	
06	1.7	2.3UR	120	2.5	140	2.6UY		250	8.7	
07	1.7	2.8	110	3.5	120	3.4	5.1	250	10.8	280
08	2.0	3.8	107	4.5	135	4.0EB	5.4	220	11.3	250
09	2.8	4.0	105	4.5	135	4.2	6.3	220	11.3	300
10	3.8	4.2	120	4.6	135	4.6	6.0	220	12.3	300
11	3.9	4.2	113	5.1	125	4.8	7.0	275	13.5	310
12	3.8	4.2	115	4.9EB	120	4.8	7.8	258	14.4	400
13	3.9	4.1	110	5.0	115	4.7	7.0	260	15.5	400
14	3.9	4.0	110	4.4	110	4.2	6.7	245	15.5	370
15	2.2	3.2	108	4.5	117	4.3	6.2	250	15.5	350
16	1.7	2.8	105	4.4	107	3.9EB	5.7	250	14.7	370
17	1.7	2.5	105	3.2	105	3.8	5.7	280	14.7	313
18	1.7			1.9EB	105	2.1EB		300	14.7	
19	1.7			1.8EB	113	1.8EB		300	14.7	
20	1.7			1.8EB	110	1.7EB		270	14.7	
21	1.7			1.7EB	105	1.7EB		270	14.7	
22	1.6			1.6EB	105	1.7EB		250	14.0	
23	1.7			1.7EB	103	1.7EB		250	11.3	

TABEL XIX : HARGA MEDIAN (Nopember 1982)

PUKUL	I Min	FoE	H'E	FoEs	H'Es	FBFS	FoF1	H'F	FoF2	H'F2
00	1.6			1.6EB	105	1.6EB		250	10.4	
01	1.6			1.6EB	108	1.6EB		290	8.7	
02	1.5			1.6EB	105	1.5EB		260	8.7	
03	1.6			1.6EB	100	1.6EB		250	8.0	
04	1.6			1.6JA	108	1.6		290	7.3	
05	C			C	C	C		C	C	
06	1.7	2.4	120	3.1	130	2.8	4.0	250	8.1	260
07	1.7	3.1	110	4.2	123	3.4	5.2	250	8.7	270
08	2.1	3.5	110	4.4	120	4.0	5.7	245	10.0	300
09	2.7	4.0	110	4.7	128	4.3	5.7	240	10.8	300
10	3.7	4.1	120	5.2	130	4.4	5.9	250	11.8	350
11	3.8	4.2	118	5.1	130	5.0	6.3	258	13.0	400
12	3.7	4.2	120	5.3	130	4.9	6.4	250	14.0	400
13	3.7	4.1	120	4.9	120	4.6	6.4	290	14.7	360
14	2.4	3.9	120	5.0	125	4.8	6.4	270	14.4	375
15	2.3	3.8	110	4.8	110	4.2	6.4	250	14.7	370
16	1.8	3.1	105	4.9	105	4.3	6.0	250	14.4	350
17	1.7	2.7	110	4.3	110	3.7	5.7	290	14.0	348
18	1.6	2.1	110	2.6JA	105	2.5		300	13.5	
19	1.7			1.8EB	105	1.8EB		303	13.3	
20	1.7			1.7EB	100	1.7EB		300	13.5	
21	1.7			1.7EB	100	1.7EB		270	14.0	
22	1.6			1.6EB	105	1.6		258	14.2	
23	1.6			1.6EB	105	1.6		250	12.3	

TABEL XX : HARGA MEDIAN (Desember 1982)

PUKUL	I Min	FoE	H'E	FoEs	H'Es	FBFS	FoF1	H'F	FoF2	H'F2
00	1.6			1.7EB	100	1.7EB		295	10.0	
01	1.6			1.6EB	95	1.6EB		275	9.1	
02	1.5			1.6EB	100	1.5EB		275	8.0	
03	1.4			1.6EB	100	1.6EB		275	8.0	
04	1.4			1.6JA	100	1.6EB		275	6.7	
05	1.6			1.8JA	105	1.7		300	6.7	
06	1.6	2.4	110	3.0	125	2.5	5.7	260	7.6	513
07	1.7	3.1	100	3.6	110	3.4	5.3	250	8.3	295
08	1.9	3.5	100	4.7	105	3.4	6.0	230	9.1	300
09	2.1	4.0	100	4.8	120	4.1	6.2	225	10.8	350
10	2.8	4.1	100	4.8	125	4.6	6.4	225	11.3	375
11	2.8	4.2	105	5.0	125	4.7	6.9	230	12.3	405
12	2.8	4.4	100	5.2	105	4.8	6.7	245	13.5	410
13	3.05	4.3	100	4.8	110	4.5	6.2	225	14.4	398
14	2.6	4.0	100	4.7	115	4.3	6.2	230	14.7	375
15	2.0	3.7	100	4.7	105	4.0	6.4	240	14.0	360
16	1.7	3.4	100	4.8	100	3.9	6.3	250	14.0	375
17	1.7	2.8	100	3.4	105	2.8	6.2	260	14.0	350
18	1.7			2.9JA	100	2.8		300	13.5	
19	1.6			1.9JA	100	1.8		320	13.5	
20	1.7			1.8JA	95	1.7		325	13.5	
21	1.7			1.7JA	100	1.7		298	13.5	
22	1.6			1.7JA	95	1.7		270	11.3	
23	1.7			1.7JA	98	1.7		275	10.6	