

# INDEKS BIAS LAPISAN IONOSFER DI ATAS TANGERANG UNTUK TAHUN 1981

Oleh Slamet Syamsudin, Koeswadi \*)

## RINGKASAN

*Dalam rangka peningkatan komunikasi radio melalui media ionosfer maka perlu diuraikan parameter fisis yang dominan antara lain adalah indeks bias. Antara frekuensi plasma  $f_p$  dan ketinggian semu  $h'$  dari data ionosonda variabel di Tangerang kita asumsikan berbentuk parabola.*

*Untuk mendapatkan ketinggian yang sebenarnya  $h$ , kita gunakan metoda numerik dari tiap elemen ketinggian sebenarnya, hal ini karena kita tinjau di tiap tingkat dari elemen ketinggian sebenarnya. Karena indeks bias merupakan fungsi dari frekuensi yang dipancarkan oleh suatu pemancar, maka untuk tahun 1981 diambil frekuensi maksimum dari data ionosonda variabel Tangerang sebesar 16 MHz.*

*Berdasarkan hal tersebut di atas kita dapat menentukan hubungan antara indeks bias dengan ketinggian sebenarnya untuk frekuensi 16 MHz.*

## 1. PENDAHULUAN

Dari hasil pengamatan data ionosonda variabel di Tangerang didapatkan kurva-kurva yang menunjukkan frekuensi plasma  $f_p$  yang dipantulkan oleh lapisan ionosfer pada ketinggian semu. Frekuensi plasma adalah frekuensi dari getaran partikel di ionosfer. Apabila frekuensi yang dipancarkan oleh ionosonda sama dengan frekuensi yang dipantulkan oleh ionosfer maka frekuensi pemancar sama dengan frekuensi plasma.

Dari pengetahuan ini memungkinkan kita untuk menentukan besarnya indeks bias lapisan ionosfer pada frekuensi tertentu dari suatu pemancar. Indeks bias lapisan ionosfer merupakan fungsi dari frekuensi plasma dan frekuensi tertentu dari suatu pemancar yang digunakan, dalam program ini kita gunakan 16 MHz yang merupakan frekuensi maksimum dari data

\*) Kelompok Penelitian Ionosfer.

ionosonda Tangerang 1981, hal yang demikian untuk menghindari terjadinya indeks bias yang imajiner. Sedangkan ketinggian semu adalah ketinggian yang dicapai oleh frekuensi pemancar dengan asumsi bahwa kecepatan jalar gelombang elektro magnetik sama dengan kecepatan cahaya  $3,10^8 \text{ m/detik}$ .

## 2.) TINJAUAN TEORI

Besarnya frekuensi plasma ( $f_p$ ) tergantung pada kerapatan partikel bermuatan lapisan ionosfer yang ditulis

$$f_p = \sqrt{\frac{N e^2}{\epsilon_0 m}} \quad (2-1)$$

di mana  $N$  = kerapatan partikel bermuatan  
 $e$  = muatan elektron  
 $m$  = massa elektron  
 $\epsilon_0$  = konstanta dielektrikum

Sedangkan ketinggian sebenarnya lapisan ionosfer tergantung pada ketinggian semu yang dinyatakan dengan rumus

$$h' = \int \frac{dh}{n} \rightarrow \text{diturunkan } \Delta h = n \Delta h' \quad (2-2)$$

di mana  $h'$  = ketinggian semu  
 $h$  = ketinggian sebenarnya

Untuk indeks bias lapisan ionosfer tergantung pada frekuensi plasma dan frekuensi pemancar yang digunakan yang ditulis sebagai berikut

$$n = \sqrt{1 - \frac{f_p^2}{f^2}} \quad (2-3)$$

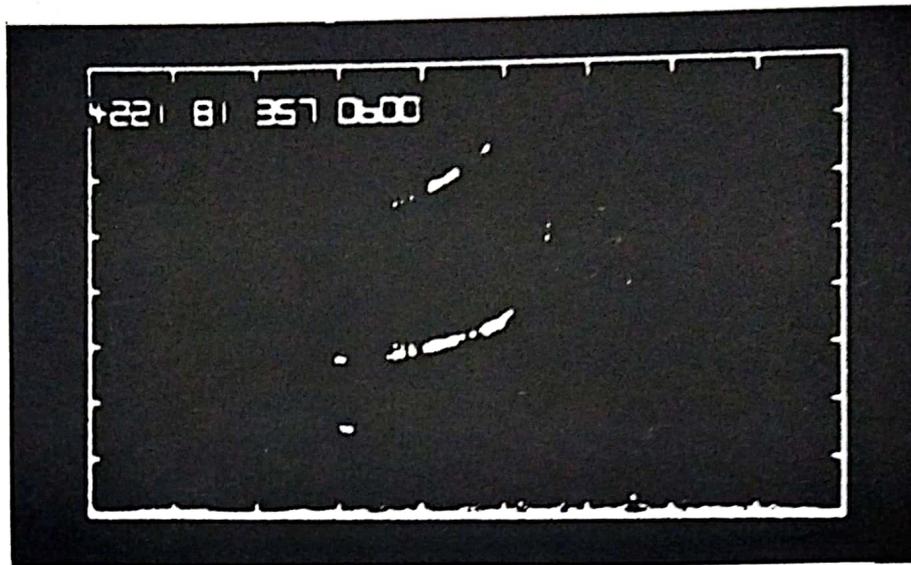
di mana  $f_p$  = frekuensi plasma  
 $f$  = frekuensi pemancar

Dari model di atas indeks bias bisa terjadi

- i.  $n < 1$  jika  $f > f_p$  artinya gelombang elektromagnetik yang dipancarkan akan dibiaskan oleh lapisan ionosfer.
- ii.  $n = \text{imajiner}$  jika  $f < f_p$  artinya gelombang elektromagnetik yang dipancarkan akan diserap oleh lapisan ionosfer.
- iii.  $n = 0$  jika  $f = f_p$  artinya gelombang elektromagnetik yang dipancarkan akan dipantulkan oleh lapisan ionosfer.

### 3. PENGOLAHAN DATA

Bentuk ionogram dari data ionosonda variabel tertera seperti di bawah



Menurut Appleton-Hartree; maka hubungan antara frekuensi plasma dan ketinggian semu diasumsikan sebagai bentuk parabola yang disajikan dengan fungsi

$$f_p = a h'^2 + b h' + c \quad (2-4)$$

di mana  $f_p$  = frekuensi plasma  
 $h'$  = ketinggian semu lapisan ionosfer  
 $a, b, c$  = konstanta

Untuk menentukan harga  $a, b, c$  minimal kita mempunyai tiga titik dari  $(f_p, h')$  yang diambil dari hasil pembacaan film (data Tangerang tahun 1981) yang dibaca tiap jam 00.00 sampai dengan jam 23.00 yaitu dengan menyelesaikan sistem persamaan linier dengan tiga buah variabel.

Kalau terdapat lebih dari tiga titik data  $(f_p, h')$  maka digunakan metoda least square.

$$f_{p_i} = a h_i^2 + b h_i + c$$

$$\delta_i = a h_i^2 + b h_i + c - f_{p_i}$$

$$\Sigma (\delta_i)^2 = \Sigma [(a h_i^2 + b h_i + c) - f_{p_i}]^2$$

Harga-harga a, b dan c didapat dari tiga buah persamaan

$$\frac{\partial}{\partial a} \Sigma (\delta_i)^2 = 0 ; \frac{\partial}{\partial b} \Sigma (\delta_i)^2 = 0 ; \frac{\partial}{\partial c} \Sigma (\delta_i)^2 = 0 \quad (2-5)$$

Jika harga a, b dan c tertentu maka kita dapat menentukan harga  $f_p$ . Dari sini didapatkan kurva hubungan antara ketinggian semu  $h'$  dengan frekuensi plasma  $f_p$  dan besarnya indeks bias untuk tiap tingkat ditulis

$$n_i = \sqrt{1 - \frac{f_{pi}^2}{f^2}} \quad (2-6)$$

Untuk mencari ketinggian sebenarnya lapisan ionosfer perlu dicari terlebih dahulu harga ketinggian dasar  $h_0$ , yang didapat untuk harga  $f_p = 0$  artinya ketinggian semu sama dengan ketinggian sebenarnya  $h'_0 = h_0$ .

Jadi harga  $h_0$  dicari dengan menyelesaikan persamaan

$$a h_0^2 + b h_0 + c = 0$$

Karena penambahan ketinggian sebenarnya kita gunakan rumus

$$\Delta h_i = \bar{n}_i \Delta h'_i \quad \text{dan} \quad \bar{n}_i = \frac{n_{i+1} + n_i}{2} \quad (2-7)$$

di mana  $n_i$  = indeks bias pada tingkat ke i  
 $h'_i$  = ketinggian pada tingkat ke i

Maka ketinggian sebenarnya kita gunakan penurunan

$$h_i = h_0 + \sum_{i=1}^n \bar{n}_i \Delta h'_i \quad (2-8)$$

Sedangkan indeks bias dan ketinggian sebenarnya dirumuskan dengan

$$n = 1 - e^{-k(h-h_{maks})} \quad (2-9)$$

di mana  $h_{maks}$  = ketinggian maksimum pada tiap grup  
 $k$  = konstanta

Jika  $c = \frac{1}{q}$  dan  $\frac{h_{maks}}{c} = p$  maka bentuk di atas dapat ditulis

$$n = 1 - e^{-\left(\frac{h-p}{q}\right)} \quad (2-10)$$

Kita tinggal mencari harga p dan q dicari dengan metode Least Square.

Dari persamaan (2-10) didapat

$$\ln (1-n) = \frac{h-p}{q}$$

kalau  $z = \ln(1-n)$

maka  $h_i = q z_i + p$

$$\epsilon_i = q z_i + p - h_i$$

$$\epsilon_i^2 = (q z_i + p - h_i)^2 \quad (2-11)$$

Dari  $\frac{\partial(\epsilon_i)^2}{\partial q} = 0$  dan  $\frac{\partial(\epsilon_i)^2}{\partial p} = 0$  didapat harga p dan q seperti dalam tabel di bawah ini

NO.	BULAN	GRUP	I	II	III	IV
1.	JANUARI	p	352,60	375,62	420,28	474,93
		q	15,79	36,22	53,67	54,02
2.	PEBRUARI	p		401,06		412,11
		q		36,45		28,84
3.	MARET	p	310,07	451,88	500,71	635,37
		q	13,41	53,06	73,15	89,31
4.	APRIL	p	281,69	346,87	432,66	341,64
		q	5,37	23,75	6,01	16,16
5.	MEI	p				
		q				
6.	JUNI	p				
		q				
7.	JULI	p		237,77	376,46	185,36
		q		12,61	30,76	94,49
8.	AGUSTUS	p	336,91		508,15	373,82
		q	17,33		62,10	7,58
9.	SEPTEMBER	p	300,24	332,83	535,55	326,24
		q	10,72	26,10	59,01	10,82
10.	OKTOBER	p	346,22		305,84	320,92
		q	9,72		41,11	9,28
11.	NOPEMBER	p		288,82	415,99	369,49
		q		7,76	47,16	19,50
12.	DESEMBER	p	345,58	437,30	343,42	563,39
		q	23,11	50,54	39,96	78,25

Hasil pengolahan data berupa karakteristik hubungan antara ketinggian sebenarnya dengan indeks bias pada frekuensi 16 MHz. Karakteristik ionosfer yang dimaksud adalah karakteristik pagi; siang; sore dan malam hari untuk setiap bulan dalam tahun 1981.

Maka data kita dikelompokkan menjadi 4 grup

- grup I : jam 22.00 sampai dengan jam 03.00
- grup II : jam 04.00 sampai dengan jam 09.00
- grup III : jam 10.00 sampai dengan jam 15.00
- grup IV : jam 16.00 sampai dengan jam 21.00

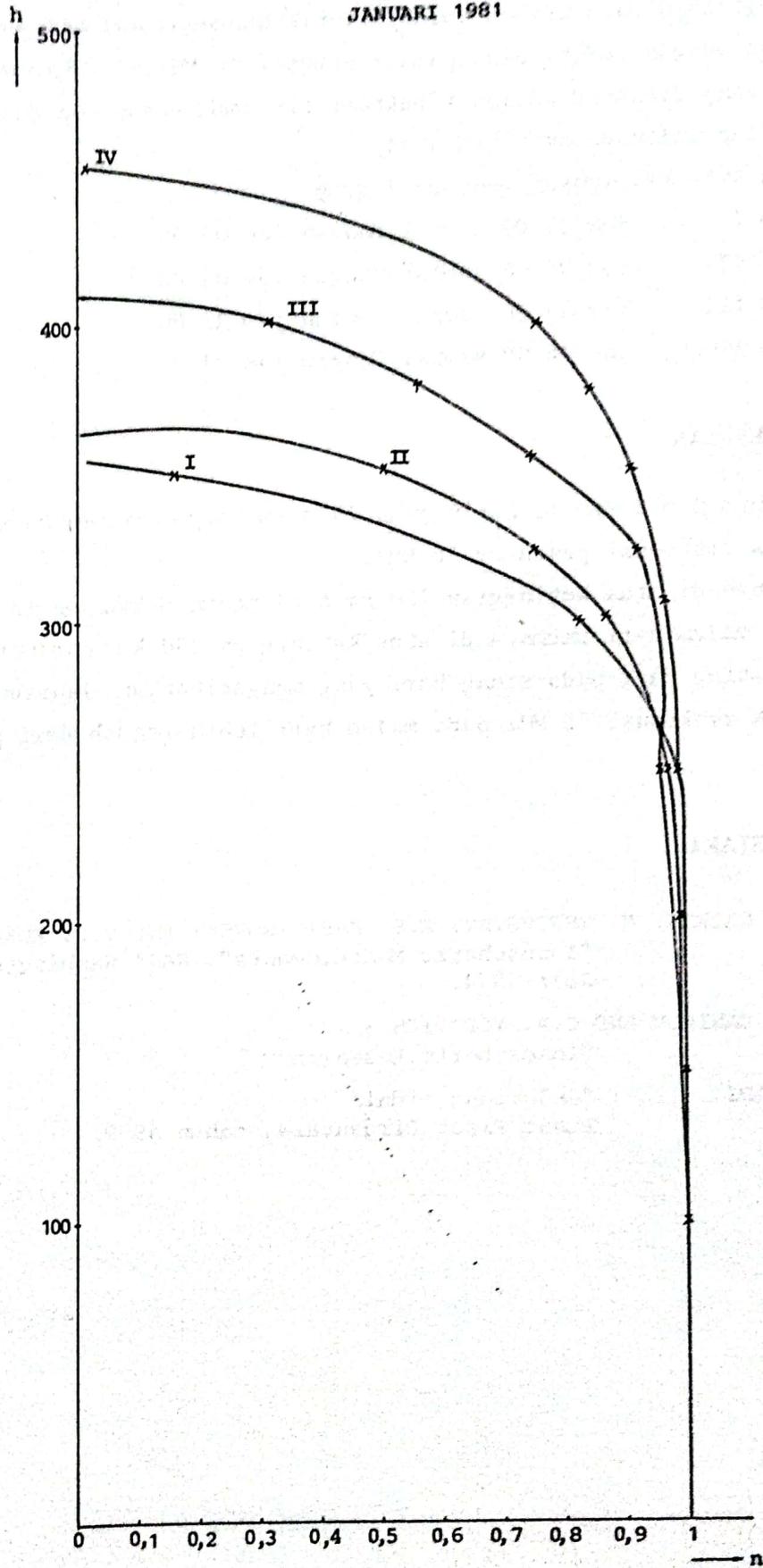
#### 4. KESIMPULAN

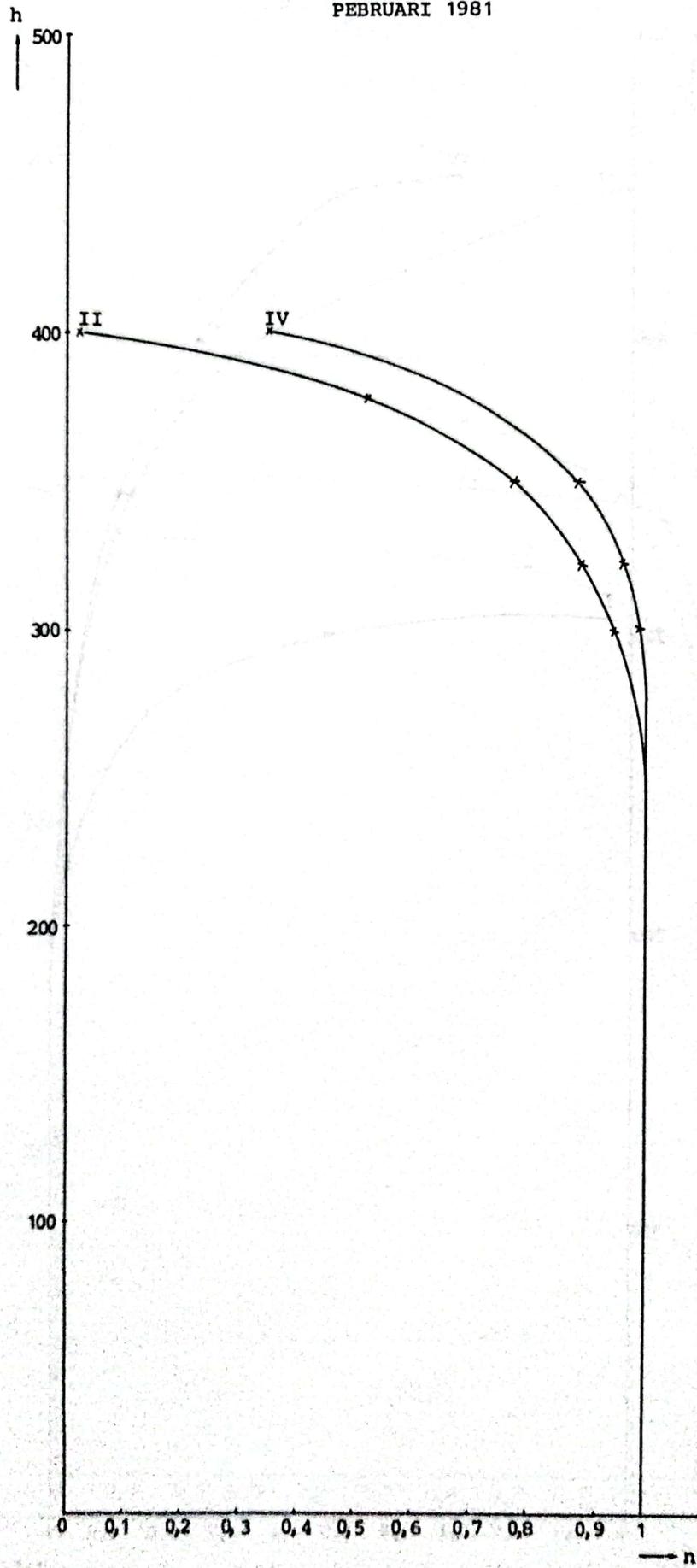
- i. Umumnya  $n \sim 1$  sampai ketinggian 250 km menunjukkan daerah non deviating untuk frekuensi pemancar 16 MHz.
- ii. Umumnya di atas ketinggian 250 km  $n < 1$  menunjukkan daerah deviating
- iii. Pada malam hari umumnya di atas ketinggian 250 km ionosfer lebih deviating dari pada siang hari yang mengakibatkan lapisan pemantul untuk frekuensi 16 MHz pada malam hari lebih rendah dari pada siang hari.

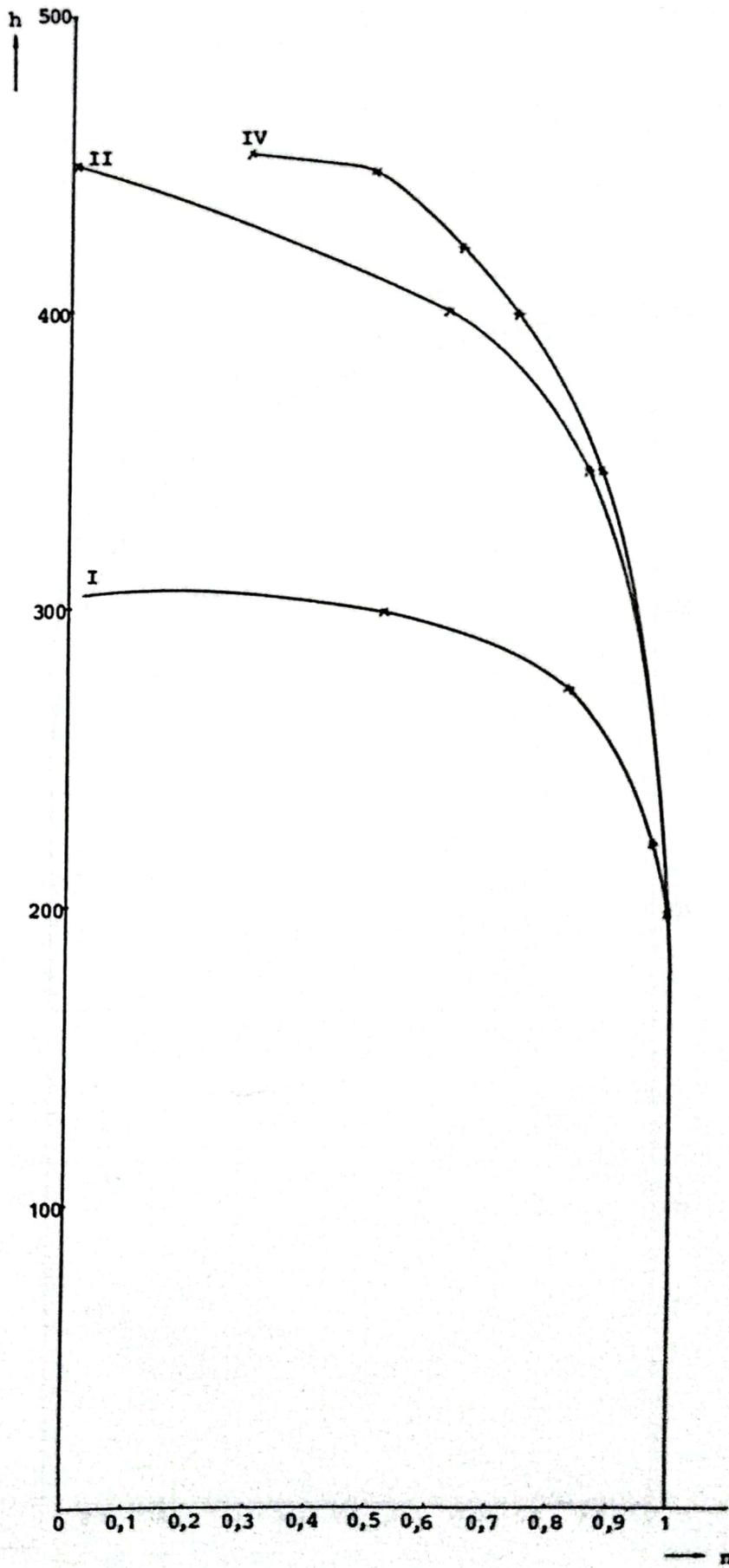
#### DAFTAR PUSTAKA

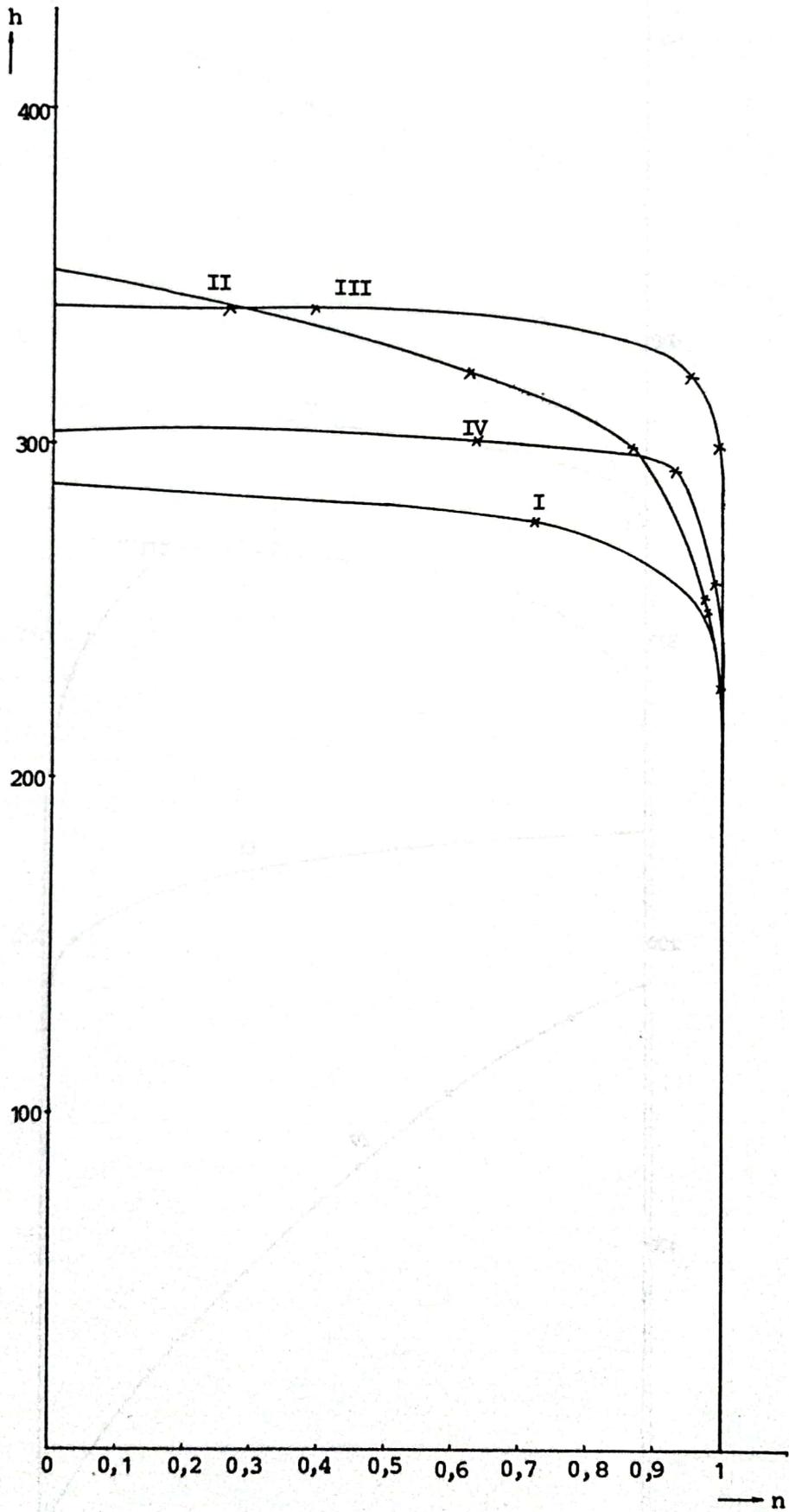
- 1. A.F. GALKIN; M. YEROVEYEV; E.S. KASIMIROVSKY AND V.D. KOKOUROV :  
"Ionospheric Measurements", NASA Washington D.C  
Juli 1974.
- 2. A.D. DANILOV AND L.A. YODOVICH :  
"Ionospheric Research"
- 3. KUSWADI : "Gelombang tidal"  
Pusat Riset Dirgantara, tahun 1979.

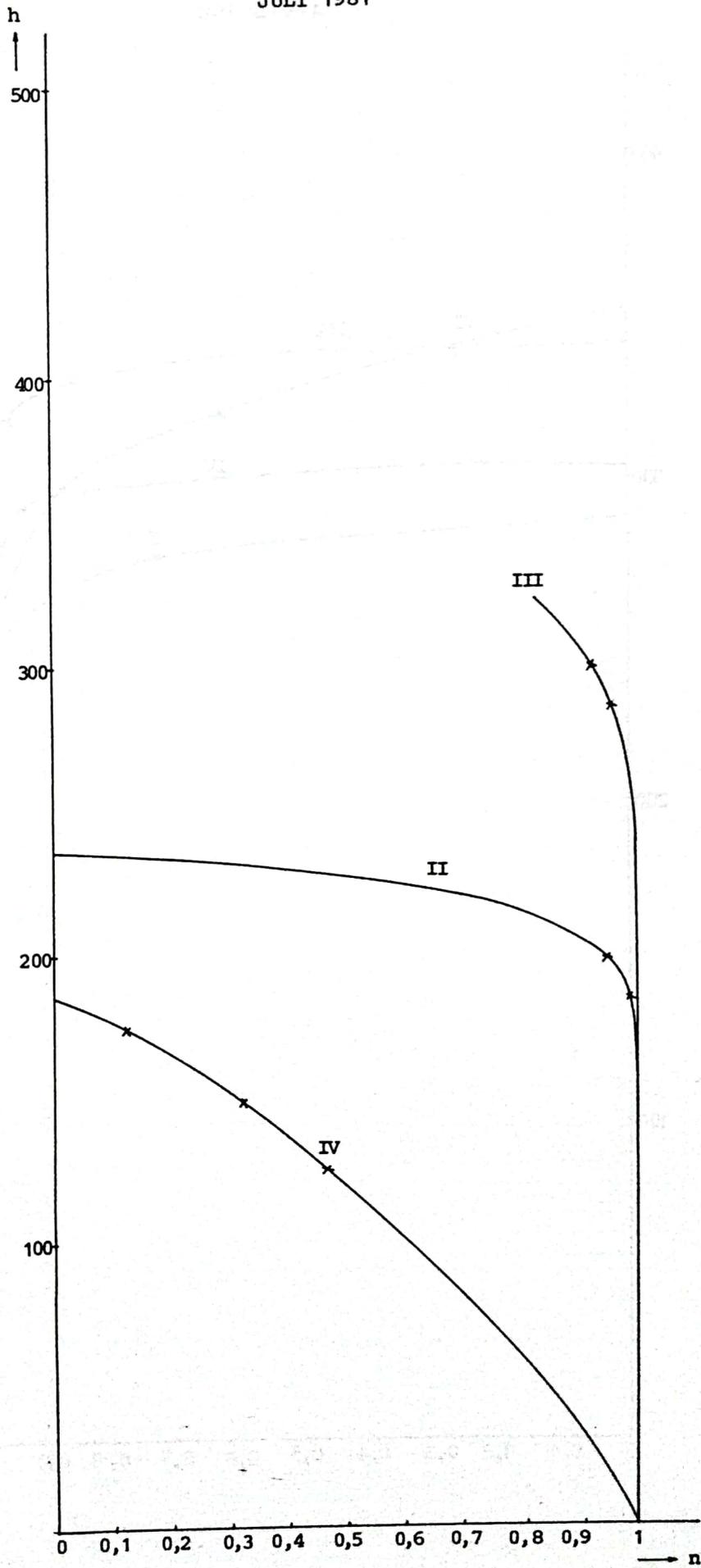
JANUARI 1981











AGUSTUS 1981

