



PERBEDAAN HASIL PENGUKURAN DATA FISIS DI LAPISAN ATMOSFER ATAS

Oleh Ir. J. Soegijo
Ka. Pusat Riset Dirgantara

RINGKASAN

Kecocokan data hasil pengukuran parameter temperatur atmosfer terutama pada lapisan stratosfer dengan menggunakan wahana balon, roket dan satelit masih belum terpecahkan.

Dua hal yang pertama disebabkan karena beberapa faktor antara lain ketelitian sensor/peralatan, laju kecepatan naik/turunnya balon maupun parasut dan pengaruh radiasi matahari serta parameter lainnya. Masalah ini akan lebih kompleks lagi bila dibandingkan dengan data pengamatan satelit yang bekerja secara remote.

Atas dasar kenyataan ini maka penggunaan data dari tiga macam wahana ini adalah suatu keharusan bila diinginkan suatu hasil penelitian yang baik.

1. PENDAHULUAN

Data base yang mantap diperlukan untuk menghasilkan analisa yang konsisten dari sirkulasi atmosfer. Aplikasi meteorologi harus mempergunakan data dari berbagai sumber (berbeda dalam sistem pengukuran) agar diperoleh data base yang mencukupi. Oleh karenanya diperlukan ketelitian data dari masing-masing sumber.

Sampai dengan 1950-an, alat pendata temperatur, tekanan dan angin di atmosfer sampai dengan 30 km hanyalah radiosonde. Kemudian sejak tahun 1960-an ditambah alat roket untuk deteksi data sampai dengan 50 - 60 km dan kemudian baru didapat data 70 km ke atas.

— Akhir tahun 1960-an satelit meteo mulai dipakai untuk melakukan

Kumpulan Kertas Kerja Kollokium 1986/1987

deteksi profil temperatur VTPR (Vertical Temperature Profile Radiometer). Perbedaan dan perbandingan data hasil pengamatan dengan radio, roketsonde dan satelit terus berjalan hingga sekarang, dan masih menjadikan masalah di dalam GARP (Global Atmospheric Research Program). Yang paling baik apabila pengguna terutama untuk keperluan sinopsis mengetahui/diberitahu kesalahan absolut dalam sistem pengamatan. Salah satu sebab utama kesalahan adalah kondisi laboratorium, yang tidak dapat melakukan simulasi secara tepat terhadap kondisi atmosfer.

Contoh suatu alat radiosonde, beberapa tipe instrumen mempunyai respon (reaksi) berbeda pada lapisan atmosfer yang berbeda, salah satu alasan perbedaan respon adalah pengaruh pada sensor temperatur radiosonde oleh radiasi, terutama solar radiasi.

Kesalahan-kesalahan akan bervariasi karena beberapa faktor termasuk antara lain tipe sensor temperatur, konfigurasi dari kotak sonde, sudut posisi matahari dan ukuran tingginya instrumen.

Beberapa hal perlu dipertimbangkan sebagai berikut

- i. Kecocokan/keserasian dari hasil pengamatan radiosonde dengan berbagai tipe instrumen.
- ii. Kecocokan dari hasil pengamatan roketsonde dengan berbagai instrumen seperti disarankan WMO (World Meteorology Organization).
- iii. Kecocokan dari hasil pengamatan dengan satelit, roketsonde dan radiosonde, tentang temperatur dan ketinggian geopotensial.
- iv. Kecocokan hasil pengamatan.
- v. Informasi pengaruh data tambahan yang dihasilkan oleh satelit (terutama pengaruh pada analisa cuaca numerik dan prediksinya).

ad. i. Kecocokan dari pengamatan radiosonde

Ada masalah dari ketidakcocokan, terutama pada level stratosfer antara temperatur dan ketinggian geopotensial pada siang hari dan malam hari dari berbagai tipe radiosonde.

Masalah umum ketidakcocokan data telah lama menjadi bahan diskusi (Badgley 1957) yaitu response sensor temperatur radiosonde di berbagai lingkungan, pengaruh nyata karena kesalahan operasional pada data stratosfer (Teweles & Pingen 1960). Lebih lanjut telah dilakukan penelitian oleh beberapa ilmuwan dengan hasil yang berbeda pada peluncuran waktu yang

bersamaan (1960) seperti telah diuraikan oleh Howson & Caton 1961, sedangkan variasi harian dari temperatur stratosfer di siang/malam hari dari radiosonde secara empiris telah dikerjakan oleh Finges & Mc Instruf 1968 dan secara teori oleh Chapnear 1970.

Suatu study Large Scale yang mempergunakan data dari 1964 - 1966 dari radio instrumen yang biasa dipakai pada saat itu di bagian bumi utara (Mc Instruf & Finger 1968), beberapa hasilnya yang telah didiskusikan dapat dilihat pada lampiran gambar 1.1.

Grafik yang mencocokkan beberapa perbedaan temperatur rata-rata bulanan Δt untuk tiap grup instrumen diperlihatkan untuk berbagai macam tekanan di permukaan sebagai fungsi rata-rata harian sudut elevasi matahari.

2. HASIL PERBANDINGAN DARI ROKETSONDE

Lebih dari 20 tahun yang lalu roket meteorologi telah digunakan sebagai wahana pengumpul data informasi yang memadai dari sirkulasi lapisan stratosfer atas dan mesosfer.

Karena program ini dimulai pada tahun 1960, banyak usaha telah dibuat untuk mengetahui karakteristik kesalahan dari berbagai tipe instrumen yang digunakan.

Kecocokan dari berbagai instrumen roket telah diuji melalui tes perbandingan, meskipun sejumlah studi empiris juga telah dilakukan.

Beberapa kemungkinan kesalahan disebabkan semacam faktor seperti yang terdapat pada radiosonde. Bagaimanapun juga masalah faktor utama dari alat adalah untuk memulai pengukuran, sonde dibawa ke ketinggian lebih dari 70 km. Dengan suatu awal kecepatan yang tinggi, bahkan pada/selama pengukuran sonde jatuh pada kondisi kecepatan yang tinggi meskipun sudah diatasi dengan parasut. Jadi kesalahan utama bersumber pada pemanasan aerodinamik. Kesalahan lain bersumber pada pengaruh radiasi, thermal lag, electrical heating.

Beberapa negara saat ini mempergunakan hasil pengembangan roketnya sendiri. Data diperoleh dari hasil peluncuran roket setidaknya-tidaknya paling sedikit satu kali dalam satu minggu, dari kira-kira 10 sampai 20

stasiun. Permasalahan timbul bagaimana melakukan koreksi di mana oleh pembuat merasa telah dikembangkan dengan baik. Cara yang paling baik dan cocok saat ini untuk pengujian kecocokan antara data yang dilaporkan dari berbagai penggunaan roket sonde dilakukan dengan pengetesan banding secara langsung. Seharusnya disamakan pada studi kesamaan (kecocokan) data roket sonde yang tidak menghasilkan hal sama seperti pengamatan dengan radiosonde. Alasan utama adalah secara relatif jumlah pengamatan dengan roket dengan faktor kebanyakan dilakukan siang hari.

Percobaan bersama roketsonde telah mengambil tempat Wallops Flight Centre dan Guyana Space Centre Kourou. Tabel 9 menggambarkan hasil dari Wallops exp. (15 - 21/3 1972), di mana diikuti oleh Perancis, Jepang dan USA. Perbedaan rata-rata sampai dengan 50 km dapat diterima dari hasil pengamatannya, hanya saja harus ada perubahan karena jumlah pengamatan kurang mencukupi. Dalam percobaan ini tidak disarankan bahwa adjusmen seharusnya diambil pada data dari berbagai instrumen agar diperoleh kecocokan yang general dengan instrumen lainnya.

Hasil dari Kourou (20/9 - 1/10 1973) dapat dilihat pada tabel 10. Perancis, Inggris, USSR dan USA turut dalam percobaan tersebut. Data dari hasil percobaan menunjukkan beberapa masalah pada suatu daerah seperti terlihat pada data tersebut. Sejak saat itu, meskipun data asli, mereka mau merevaluasi data tersebut. Beberapa data dicatat bahwa hasilnya dapat terlihat pada tabel 10 sebagai berikut.

a. Pengamatan siang hari

- i. Sampai dengan 55 km kelihatannya ada kecocokan antara alat, dengan catatan data dari Uni Soviet diadakan modifikasi terhadap yang lain.
- ii. Antara 55 - 65 km ada kecocokan antara Amerika, Inggris, Perancis dengan Uni Soviet temperatur menunjukkan lebih rendah.
- iii. Pada 70 km data temperatur dari peralatan Amerika lebih rendah daripada Perancis dan Uni Soviet lebih rendah daripada Amerika Serikat.

b. Pengamatan malam hari

- i. Sampai dengan 55 km ada kecocokan data kecuali Uni Soviet perlu memodifikasi.

- ii. Meskipun antara 55 dan 70 km kecocokan kurang mengesankan, secara keseluruhan cukup beralasan dapat disetujui antara dari Amerika, Inggris dan Perancis.
- iii. Uni Soviet temperatur antara 55 - 70 km pada umumnya lebih rendah daripada yang lainnya.

3. PERBANDINGAN ANTAR ROKETSONDE DAN RADIOSONDE

Pengamatan roketsonde sebagian tergantung pada data dari bawah yang dikumpulkan oleh radiosonde. Hal ini disebabkan pertama masalah batere yang terbatas kemampuannya dan juga memang diperlukan data dari pengamatan yang lain. Batas bawah pengamatan roketsonde antara 20 - 25 km. Pada ketinggian ini perhitungan roketsonde dengan ketinggian geopotensial harus digunakan sebagai level dasar untuk ketinggian lebih jauh dalam perhitungan hidrostatik dari ketinggian geopotensial roketsonde.

Jelas bila ada kesalahan pengamatan radiosonde yang berpengaruh pada perhitungan ketinggian geopotensial yang merambat ke perhitungan pada pengamatan roketsonde. Instrumentasi roketsonde telah dikembangkan dengan amat cermat dan cepat selama dua dekade terakhir ini. Perkembangan ini telah mengadakan pertimbangan yang amat mewarnai perbedaan dinamika pengamatan roketsonde dan radiosonde. Misalnya, roketsonde didasarkan pada percepatan dan tekanan yang amat besar, terutama selama masa meluncur. Jadi alat ini harus kuat. Alat meskipun terkait pada parasit, tetapi mempunyai kecepatan jatuh cepat, sambil mencatat data. Jadi sensor harus mempunyai respon yang cepat dan bila mungkin tak dipengaruhi oleh pengaruh peranan aerodinamika.

Tidak diragukan lagi bahwa roketsonde adalah yang terbaik dalam pengembangan untuk teknik pengukuran atmosfer. Meskipun alat dirancang belum mencapai pada taraf tanpa kesalahan, terutama pada lapisan yang lebih tinggi, nampaknya beralasan untuk mengklasifikasikan tipe alat ini sebagai standar umum untuk pengukuran temperatur di daerah stratosfer bawah dan menengah. Ini sebagai dasar kebenaran lebih lanjut, berdasarkan fakta bahwa dalam lapisan ini alat sedang mulai jatuh dengan kecepatan yang relatif lambat karena dikendalikan oleh parasut yang telah mengembang penuh.

Perbandingan pengukuran temperatur dari roketsonde dan radiosonde yang diambil pada siang hari antara lapisan 20 - 30 km umumnya menghasilkan data empiris yang menunjukkan perbedaan situasi lingkungan radiosonde selama siang hari dan malam hari. Perbandingan secara nyata ini menunjukkan bahwa radiosonde secara nyata dipengaruhi oleh radiasi matahari, dengan hasil lebih tinggi daripada temperatur ambien. Satu keterangan dari hasil penelitian Schmidlin & Guard (1973), yang melakukan pendataan perbedaan antara roketsonde US dan radiosonde US. Didapat bahwa rata-rata perbedaan temperatur pada ketinggian 25 km atau 2 - 3 C pada musim dingin dengan radiosonde temperatur lebih tinggi daripada roketsonde. Ini nampaknya dipengaruhi oleh musim, dengan perbedaan lebih kecil selama musim panas. Gambar 3.1 memberi gambaran perbedaan siang hari dan malam hari untuk peralatan US yang sama sebesar 2 C pada 10 mb (30 km).

4. PERBANDINGAN RADIOSONDE/ROKETSONDE - SATELIT

Masalah analisa sinoptis meteorologi terutama di lapisan stratosfer, masih menemui kesulitan besar terutama disebabkan perbedaan temperatur yang dihasilkan beberapa tipe radiosonde dan roketsonde, jelas perbedaan ini mempunyai pengaruh pada perhitungan ketinggian geopotensial.

Keadaan ini sedikit tertolong setelah ada satelit meteorologi yang mampu menyediakan profil data temperatur dan ketinggian geopotensial harian. Data pengamatan ini biasanya dari permukaan sampai dengan lapisan stratosfer (50 km) untuk daerah yang luas. Diharapkan kemampuan satelit cuaca ini terus dapat meningkat, meskipun kita masih sangat memerlukan data dari pengamatan cara lain sebagai data perbandingan. Tetapi masih harus diingat akan keterbatasan kemampuan satelit cuaca.

Keterbatasan ini sangat bervariasi untuk berbagai sistem, yang biasanya meliputi sebagai berikut

- a. Masih diperlukan data dari radiosonde dan roketsonde untuk mendapatkan kembali profil data temperatur dan ketinggian geopotensial dari data radiance.
- b. Masih terbatasnya data temperatur lautan.
- c. Masalah radiosonde yang terhalang oleh awan.

Ada 2 cara untuk dapat menggabungkan data roketsonde dan radiosonde terhadap satelit cuaca

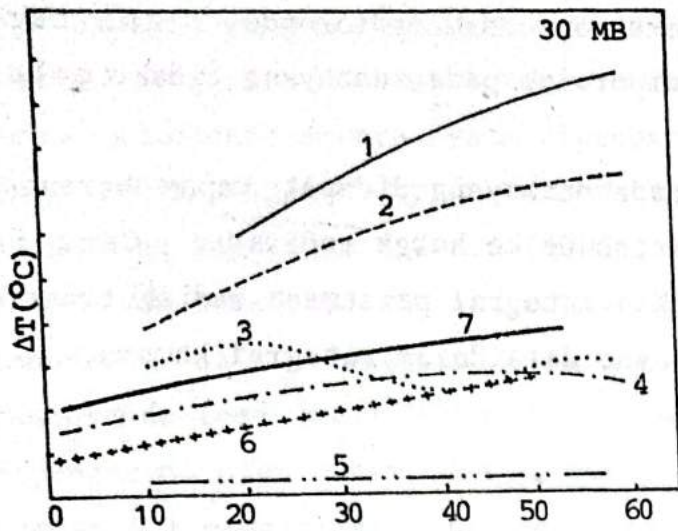
- i. Diperbandingkan langsung antara data yang didapat satelit cuaca dan profil yang diperoleh dari roketsonde dan radiosonde. Ini harus dilengkapi dengan data yang diperoleh pada saat yang tidak terlalu berbeda waktu dan tempat.
- ii. Cara kedua masih didasarkan pada data yang didapat kapan bersamaan dikonversikan radiosonde/roketsonde ke harga radiance. Cara ini dapat dilakukan dengan melakukan integral persamaan radiasi transfer menggunakan radiosonde/roketsonde data dalam integral khusus.

5. PENUTUP

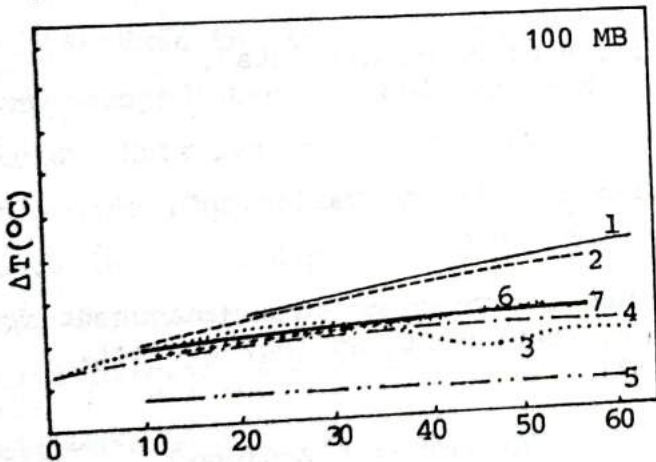
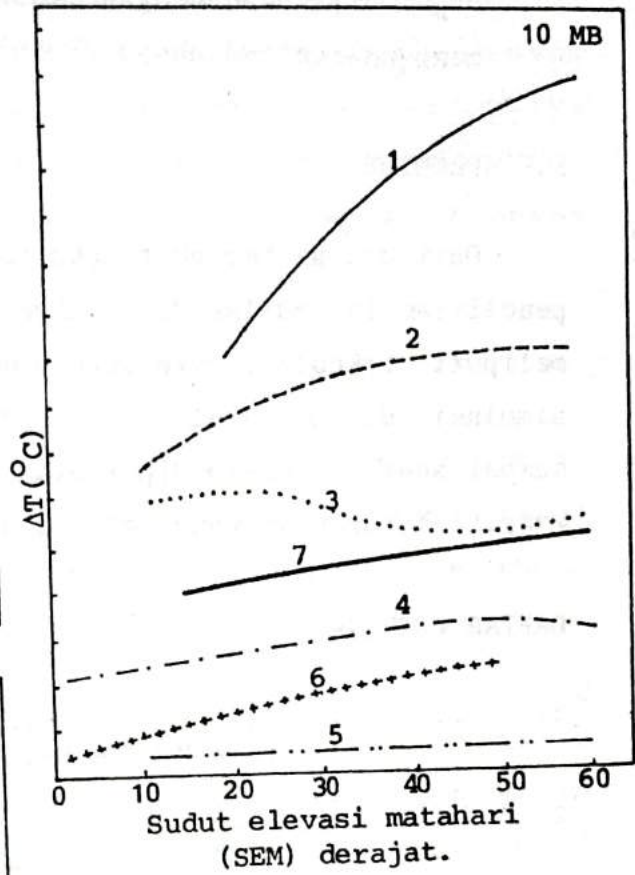
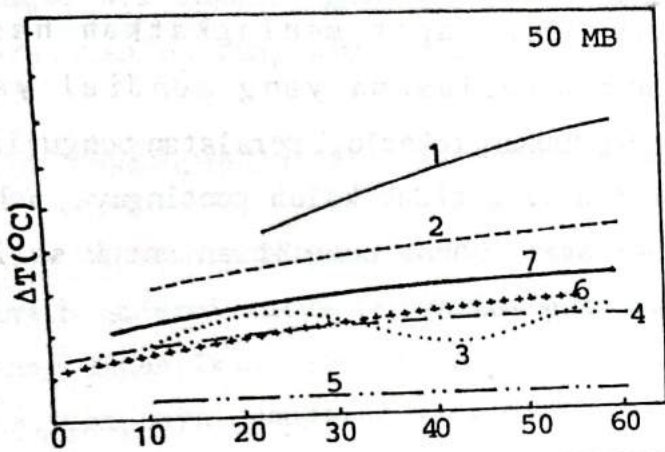
Dari uraian tersebut maka untuk lebih dapat meningkatkan hasil penelitian ini mutlak diperlukan adanya kerjasama yang mondial yang meliputi: teknologi peralatan yang digunakan, teknologi peralatan pengujian/simulasi, dan meteorologi. Kecuali itu yang tidak kalah pentingnya, bahwa sampai saat ini masih diperlukan berbagai wahana penelitian untuk saling mengisi kekurangan yang satu dengan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. : "The Compatibility of Upper-air data",
W.M.O Technical Note no. 163
2. JOSEPH SMAGORINSKY :
"Climate Problem and Climate Variation",
Princeton University USA.
3. : International Working Group on Data Managenent for
the Global Precipitation Climatology Project.
WMO/TD - no. 171.
4. : Reviews of Requirement for area Averaged
Precipitation data, Surface -Based and Space Based,
Estimation Techniques, Space and Time Sampling,
Accuracy and error, Data Exchange, WMO/TD - no. 115.



1. METOX
2. FREIBERG
3. KEW
4. USA AN/AMT 4 (1200 GMT)
5. GRAW
6. VAISALA
7. USSR A-22-III(IV)



Gambar 1.1 :

Grafik rata-rata bulanan perbedaan temperatur siang dan malam hari versus rata-rata harian sudut elevasi matahari untuk berbagai instrumen.

Tabel 1

Harga rata-rata $\bar{\Delta T}$ (a) dan rata-rata $\bar{\Delta H}$ (b) sebagai fungsi dari rata-rata sudut elevasi matahari rata-rata harian dan tekanan, untuk peralatan Kew Inggris. Unit derajat Celsius dan meter.

Sudut elevasi matahari (derajat)		Tekanan (mb)				
		100	50	30	20	10
20°	a	0,9	1,1	1,9	2,8	5,3
	b	11	31	54	82	162
40°	a	0,6	0,6	1,0	2,4	4,3
	b	5	16	29	59	129
60°	a	0,5	1,1	1,4	2,2	4,6
	b	10	26	45	67	137

Tabel 2

Harga rata-rata $\bar{\Delta T}$ (a) dan rata-rata $\bar{\Delta H}$ (b) sebagai fungsi dari rata-rata sudut elevasi matahari rata-rata harian dan tekanan, untuk instrument Feiberg Jerman Timur. Unit derajat Celsius dan meter.

Sudut elevasi matahari (derajat)		Tekanan (mb)			
		100	50	30	10
20°	a	1,1	1,9	3,3	6,8
	b	29	59	98	262
40°	a	1,7	2,5	4,7	7,9
	b	47	85	140	347
60°	a	2,3	2,9	5,4	8,1
	b	65	109	172	402

Tabel 3

Harga rata-rata $\bar{\Delta T}$ (a) dan rata-rata $\bar{\Delta H}$ (b) sebagai fungsi dari rata-rata sudut elevasi matahari rata-rata harian dan tekanan, untuk instrumen Graw Jerman Barat. Unit derajat Celsius dan meter.

Sudut elevasi matahari (derajat)		Tekanan (mb)				
		100	50	30	20	10
Semua sudut elevasi matahari 10 - 60°	a	-0,4	-0,7	-0,6	-0,6	-0,4
	b	7	-2	-12	-21	-21

Tabel 4

Harga rata-rata $\bar{\Delta T}$ (a) dan rata-rata $\bar{\Delta H}$ (b) sebagai fungsi dari rata-rata sudut elevasi matahari rata-rata harian dan tekanan, untuk peralatan Jepang. Unit derajat Celsius dan meter.

Sudut elevasi matahari (derajat)		Tekanan (mb)				
		100	50	30	20	10
20°	a	1,4	2,8	3,5	3,9	4,7
	b	38	81	130	172	260
40°	a	1,3	2,2	2,9	2,9	3,0
	b	37	73	111	147	205
60°	a	0,9	1,3	1,8	1,5	0,7
	b	35	58	80	101	133

Tabel 5

Harga rata-rata $\overline{\Delta T}$ (a) dan rata-rata $\overline{\Delta H}$ (b) sebagai fungsi dari rata-rata sudut elevasi matahari rata-rata harian dan tekanan, untuk peralatan USA NOAA. Unit derajat Celsius dan meter.

Sudut elevasi matahari (derajat)		Tekanan (mb)				
		100	50	30	20	10
0°	a	0,9	0,2	0,3	0,5	0,9
	b	-3	0	2	6	16
20°	a	0,6	0,8	1,1	1,3	2,0
	b	13	26	38	48	78
40°	a	0,9	1,1	1,4	1,7	2,3
	b	26	46	64	78	112
60°	a	0,9	1,2	1,5	1,7	2,3
	b	31	51	76	94	132
80°	a	0,7	0,9	1,1	1,2	1,8
	b	27	47	69	88	125

Tabel 6

Harga rata-rata $\overline{\Delta T}$ (a) dan rata-rata $\overline{\Delta H}$ (b) sebagai fungsi dari rata-rata sudut elevasi matahari rata-rata sore hari dan tekanan, untuk peralatan NOAA Amerika. Unit derajat Celsius dan meter

Sudut elevasi matahari (derajat)		Tekanan (mb)				
		100	50	30	20	10
0°	a	0,4	0,8	1,0	1,3	2,0
	b	23	36	50	65	106
20°	a	0,9	1,3	1,8	2,2	3,0
	b	45	67	90	117	170
40°	a	1,0	1,3	1,9	2,3	3,1
	b	50	74	99	126	181
60°	a	1,0	1,3	1,8	2,1	2,7
	b	42	65	92	116	163

Tabel 7

Harga rata-rata $\overline{\Delta T}$ (a) dan rata-rata $\overline{\Delta H}$ (b) sebagai fungsi dari rata-rata sudut elevasi matahari rata-rata sore hari dan tekanan, untuk peralatan A-22-III (IV) U S. S. R. Unit derajat Celsius dan meter.

Sudut elevasi matahari (derajat)		Tekanan (mb)				
		100	50	30	20	10
-5°	a	0,1	0,4	0,8	1,0	1,8
	b	8	16	36	40	66
10°	a	0,8	1,4	1,8	2,3	3,6
	b	40	62	84	110	168
30°	a	1,0	1,8	2,3	3,0	4,4
	b	53	80	114	146	214
50°	a	1,0	2,1	2,7	3,4	4,8
	b	56	91	125	160	235

Tabel 8

Harga rata-rata $\overline{\Delta T}$ (a) dan rata-rata $\overline{\Delta H}$ (b) sebagai fungsi dari rata-rata sudut elevasi matahari rata-rata sore hari dan tekanan, untuk instrument Vaisala. Unit derajat Celsius dan meter.

Sudut elevasi matahari (derajat)		Tekanan (mb)				
		100	50	30	20	10
10°	a	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0
	b	17	26	33	30	29
30°	a	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9
	b	27	45	60	68	82
50°	a	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3
	b	36	56	76	93	120

Tabel 9

Rata-rata temperatur dari hasil perbandingan
dari pengamatan dengan berbagai alat Maret 1972

Km	D a y						N ight					
	F	J	U	nF	nJ	nU	F	J	U	nF	nJ	nU
60	-29	--	-23	2	--	2	-30	<u>-23</u>	<u>-28</u>	2	1	1
55	-18	-12	-12	3	3	5	-20	<u>-15</u>	-12	2	1	2
50	- 6	- 4	- 4	3	4	5	-13	<u>- 7</u>	-10	2	1	2
45	- 7	- 4	- 5	3	5	5	-10	<u>- 5</u>	- 7	2	1	2
40	- 8	-12	-10	3	5	5	-14	-10	-11	2	2	3
35	-28	-31	-28	3	5	5	-29	-33	-32	2	2	3
30	-47	-50	-49	3	5	5	-52	-52	-50	2	2	3

Catatan

Yang diberi tanda garis bawahnya, hanya didasarkan pengamatan 1 kali

F = temperatur rata-rata alat buatan Perancis

J = temperatur rata-rata alat buatan Jepang

U = temperatur rata-rata alat buatan Amerika

nF = temperatur rata-rata dari jumlah pengamatan dengan alat buatan Perancis

nJ = temperatur rata-rata dari jumlah pengamatan dengan alat buatan Jepang

nU = temperatur rata-rata dari jumlah pengamatan dengan alat buatan Amerika

TABEL 10
Perbandingan yang dilakukan dari Kemros, September 1973

	Temperatur siang hari					Temperatur malam hari					Jumlah penguapan siang hari					Jumlah penguapan malam hari					
	US	UK	Fr.	USDR orig.	USDR reproj.	US	UK	Fr.	USDR orig.	USDR reproj.	US	UK	Fr.	USDR orig.	USDR reproj.	US	UK	Fr.	USDR orig.	USDR reproj.	
80	--	--	--	-86	-76	--	--	--	-79	-80.2	--	--	--	--	4	5	--	--	--	3	6
75	--	--	--	-76	-79	--	--	--	-63	-93	--	--	--	--	7	5	--	--	--	2	6
70	-6.3	--	-3.4	-70	-81	-3.4	--	-3.4	-75	-90	5	--	5	7	5	6	--	--	7	6	6
65	-29	-4.3	-36	-5.8	-60	-29	-4.2	-40	-5.8	-5.7	7	8	5	7	5	7	4	7	7	7	6
60	-21	-2.7	-16	-2.8	-28	-22	-2.5	-21	-3.8	-1.7	7	2	5	7	5	7	5	7	7	7	5
55	9	9	8	-1.7	-8	-10	-1.1	9	-10	-14	8	3	5	7	5	7	5	7	7	7	5
50	8	7	5	9	9	-1	-1	0	-8	-4	6	5	5	6	5	7	6	7	7	7	6
45	-6	-6	-3	-8	-8	-3	-4	-3	-8	-7	8	3	5	6	5	7	5	7	7	7	6
40	-14	-14	-13	-12	-16	-18	-20	-20	-17	-15	5	3	5	6	5	7	6	7	7	7	6
35	-28	-25	-2.7	-28	-33	-30	-31	-30	-29	-31	8	3	5	7	5	7	7	7	7	7	6
30	-44	-43	-43	-45	-45	-44	-45	-44	-44	-45	8	3	5	7	5	7	7	7	7	7	6
25	-55	-56	-56	-58	-56	-55	-55	-56	-5.7	-5.7	5	3	4	6	5	6	7	7	7	7	5

Tabel 11

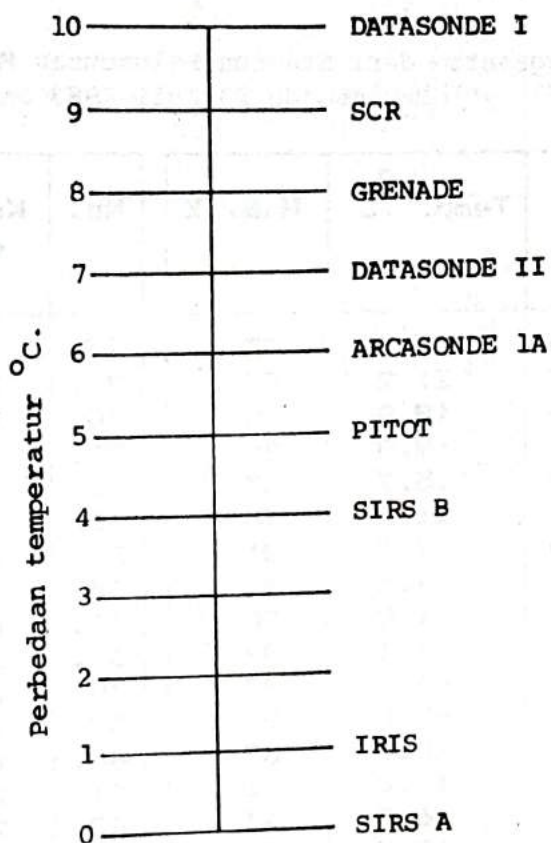
Perbedaan data temperatur hasil pengamatan dengan roket buatan antara Rusia dan Amerika/Perancis

km	U. S. S R	Perancis
70	+ 18	- 10
65	+ 18	- 5
60	+ 15	- 4
55	+ 8	- 3
50	+ 7	- 2
45	+ 3	- 1
40	+ 1	- 0

Tabel 12

Mb	18 S-18 N	18-30 N	30-40 N	40-50 N	50-60 N	60-70 N
10 LM*	0.22	-2.00	-0.17	0.86	0.37	-2.10
SD**	2.11	1.50	1.88	2.80	2.95	1.49
SS***	6	2	3	5	10	3
30 LM	0.43	-1.32	-0.59	-0.04	1.03	-0.25
SD	3.10	2.19	1.13	1.90	2.17	1.47
SS	19	26	9	15	19	11
50 LM	-1.67	-1.14	-1.27	-1.53	-0.64	-2.06
SD	4.02	2.05	1.61	1.85	1.88	2.49
SS	23	27	12	15	25	13
70 LM	-2.27	-0.40	-1.47	-1.43	-0.01	-1.46
SD	3.67	2.32	1.68	2.31	2.47	1.26
SS	24	31	11	17	26	13
100 LM	-0.03	-0.88	-0.45	-0.37	-0.19	-1.23
SD	3.36	2.93	2.74	2.44	2.15	1.51
SS	21	33	13	18	29	13
200 LM	1.03	1.01	0.69	1.01	1.29	2.08
SD	1.35	1.65	2.09	2.50	2.57	2.29
SS	24	37	13	19	29	13
300 LM	-0.42	-0.43	-0.44	0.20	-0.94	0.09
SD	1.26	1.50	1.99	2.38	3.20	2.36
SS	27	41	14	19	29	13
500 LM	-0.13	0.53	-1.05	0.75	-0.15	-0.74
SD	1.28	1.41	1.45	1.92	1.65	1.59
SS	30	44	17	21	30	12
700 LM	-0.04	-0.48	-0.31	0.15	1.09	0.67
SD	1.83	1.24	1.63	2.23	2.02	1.50
SS	28	42	15	23	29	12
850 LM	0.26	0.23	0.60	0.62	2.97	2.07
SD	2.12	1.73	1.87	2.15	2.44	2.72
SS	30	43	15	22	28	10
1000 LM	0.02	0.15	0.94	0.92	0.64	-0.28
SD	1.78	1.42	2.41	2.53	2.92	3.90
SS	30	42	10	20	25	11

(10 - 1 MB)



Gambar 3.1 :

Hasil pengukuran temperatur antara
Satelit cuaca dan Roketsonde/Radiosonde.

Pengamatan dari Stasiun Peluncuran Roket LAPAN Pameungpeuk
Rawinsonde 20 Juli 1983 Jam 04.00 WIB.

No.	Ketinggian m	Temp. °C	Hum. %	No.	Ketinggian m	Temp. °C	Hum. %
1.	448	23.38	83	28.	13910	-62.3	15
2.	909	21.2	80	29.	14467	-66.4	16
3.	1404	18.8	85	30.	15032	-72.8	17
4.	1931	19.8	50	31.	15450	-73.8	16
5.	2410	15.7	63	32.	16061	-75.1	16
6.	2979	11.2	75	33.	16552	-76.5	17
7.	3560	7.3	81	34.	16983	-71.1	15
8.	3999	4.5	99	35.	17444	-62.6	16
9.	4484	1.8	98	36.	17905	-65.2	17
10.	4954	-1.1	98	37.	18481	-63.9	16
11.	5560	-4.5	97	38.	18942	-60.0	16
12.	6055	-7.8	90	39.	19518	-59.7	16
13.	6574	-10.3	82	40.	19980	-60.2	16
14.	7056	-13.0	71	41.	20556	-57.3	16
15.	7530	-16.9	63	42.	21017	-53.8	16
16.	7945	-18.9	54	43.	21477	-55.5	16
17.	8445	-23.1	56	44.	21939	-56.3	15
18.	8993	-25.8	61	45.	22054	-56.3	15
19.	9529	-30.2	42	46.	22515	-49.6	13
20.	10025	-34.6	26	47.	22976	-52.7	15
21.	10584	-36.9	15	48.	23552	-51.5	15
22.	11054	-46.0	11	49.	24013	-50.6	12
23.	11470	-46.0	14	50.	24474	-59.9	15
24.	11954	-47.2	14	51.	25051	-57.3	
25.	12568	-54.4	14	52.	25511	-55.5	
26.	12964	-57.0	15	53.	25973	-55.3	
27.	13486	-57.0	15	54.	26159	-55.4	

Pengamatan dari Stasiun Peluncuran Roket LAPAN Pameungpeuk
Roketsonde 20 Juli 1983 Jam 06.30 WIB.

No.	Ketinggian m	Temp. o	No.	Ketinggian m	Temp. o	No.	Ketinggian m	Temp. o
1.	22678	-50.27	33.	27447	-42.41	63.	34861	-26.06
2.	22830	-51.10	34.	27606	-40.95	64.	35111	-26.93
3.	22930	-57.07	35.	27765	-41.12	65.	35656	-26.16
4.	23198	-52.31	36.	27959	-40.00	66.	35807	-25.10
5.	23352	-53.12	37.	28145	-38.54	67.	36532	-22.76
6.	23544	-52.31	38.	28343	-37.32	68.	36737	-25.20
7.	23620	-52.23	39.	28509	-36.99	69.	36941	-25.20
8.	23741	-52.07	40.	28673	-36.23	70.	37340	-27.02
9.	23807	-52.07	41.	28874	-36.75	71.	37754	-23.05
10.	23993	-51.06	42.	29088	-37.07	72.	38178	-18.78
11.	24046	-49.66	43.	29281	-37.32	73.	38501	-13.12
12.	24232	-49.13	44.	29499	-37.56	74.	39066	-12.26
13.	24355	-49.60	45.	29216	-36.75	75.	39530	-12.26
14.	24504	-49.59	46.	30050	-36.68	76.	40940	-12.63
15.	24661	-50.04	47.	30299	-36.91	77.	40948	-10.75
16.	24800	-50.80	48.	30394	-36.38	78.	41043	- 8.24
17.	24981	-50.88	49.	30695	-36.75	79.	41592	- 2.73
18.	25097	-49.97	50.	30832	-34.87	80.	42113	- 3.15
19.	25245	-49.97	51.	31045	-34.64	81.	42702	- 2.73
20.	25389	-49.66	52.	31351	-33.19	82.	43335	- 2.73
21.	25482	-49.82	53.	31631	-32.26	84.	43980	- 3.15
22.	25641	-50.42	54.	31864	-32.03	85.	44624	- 2.94
23.	25849	-49.44	55.	32103	-32.41	86.	45332	- 2.73
24.	26081	-47.51	56.	32103	-32.41	87.	46089	- 2.31
25.	26152	-48.13	57.	32621	-30.40	88.	46879	- 3.26
26.	26303	-47.28	58.	32992	-30.22	89.	47653	- 0.22
27.	36454	-48.28	59.	33267	-29.01	90.	48527	- 3.57
28.	26618	-47.04	60.	33561	-29.57	91.	49437	- 3.57
29.	26757	-46.18	61.	33854	-27.50	92.	51465	- 3.57
30.	26912	-45.79	62.	34148	-26.64	93.	52303	- 2.94
31.	27129	-44.92	63.	34406	-26.16	94.	53065	- 5.52
32.	27288	-43.72	64.			95.	55012	- 0.22

Pengamatan dari Stasiun Peluncuran Roket LAPAN Pameungpeuk
Rawinsonde 20 Juli 1983 Jam 08.30 WIB.

No.	Ketinggian m	Temp. C	Hum. %
0	0	24.8	81
1.	470	26.5	73
2.	970	23.8	74
3.	1470	22.0	65
4.	1974	18.9	71
5.	2467	17.0	39
6.	2949	13.5	79
7.	3537	10.3	78
8.	4028	7.2	64
9.	4502	6.0	78
10.	5006	2.2	64
11.	5522	- 2.4	51
12.	6071	- 3.3	21
13.	6516	- 3.9	21
14.	6910	- 8.5	23
15.	7500	-12.0	24
16.	7942	-14.2	20
17.	8457	-16.5	22
18.	9491	-24.8	30

No.	Ketinggian m	Temp. C	Hum. %
19.	9972	-29.7	28
20.	10426	-32.7	32
21.	11013	-35.5	32
22.	11451	-40.7	32
23.	11964	-41.1	32
24.	12534	-47.8	32
25.	13017	-53.3	32
26.	13528	-57.8	33
27.	13964	-58.8	33
28.	14493	-67.7	33
29.	15020	-68.5	33
30.	15464	-70.6	34
31.	15962	-78.0	34
32.	16454	-76.6	34
33.	16914	-68.9	34
34.	17473	-68.4	34
35.	17967	-65.6	34
36.	18413	-59.2	33
37.	18750	-62.5	33

Pengamatan dari Stasiun Peluncuran Roket LAPAN Pameungpeuk
Roketsonde 3 Agustus 1983 Jam 06.30 WIB.

No.	Ketinggian m	Temp. o	No.	Ketinggian m	Temp. o	No.	Ketinggian m	Temp. o
1.	22061	-64.30	36.	27859	-50.75	70.	34742	-34.85
2.	22091	-64.52	37.	28083	-50.59	71.	35045	-34.78
3.	22120	-63.86	38.	28264	-51.16	72.	35302	-34.78
4.	22206	-63.75	39.	28368	-57.24	73.	35534	-33.88
5.	22421	-63.86	40.	28559	-57.88	74.	35826	-33.65
6.	23600	-61.10	41.	28772	-52.04	75.	36032	-34.56
7.	23828	-61.19	42.	28914	-52.12	76.	36335	-33.95
8.	23935	-60.63	43.	29072	-51.56	77.	38724	-34.56
9.	24033	-58.61	44.	29168	-50.91	78.	36987	-35.00
10.	24150	-57.83	45.	29378	-49.78	79.	37282	-33.88
11.	24206	-57.48	46.	29621	-49.23	80.	37603	-33.50
12.	24444	-56.87	47.	29741	-48.93	81.	37879	-34.03
13.	24534	-57.57	48.	30007	-48.40	82.	38224	-32.44
14.	24605	-57.57	49.	30223	-48.63	83.	38533	-31.67
15.	24800	-58.00	50.	30396	-47.79	84.	39801	-31.36
16.	24973	-57.13	51.	30581	-48.02	85.	39273	-32.44
17.	25090	-56.78	52.	30757	-47.41	86.	39663	-30.67
18.	25224	-55.99	53.	30997	-45.09	87.	40035	-29.42
19.	25374	-54.83	54.	31144	-47.64	88.	40297	-31.67
20.	25518	-55.10	55.	31302	-46.49	89.	40664	-30.59
21.	25621	-54.83	56.	31573	-46.41	90.	41023	-25.83
22.	25767	-53.78	57.	31771	-45.95	91.	41492	-20.61
23.	25992	-55.99	58.	31996	-46.10	92.	41823	-16.27
24.	26182	-57.78	59.	32187	-43.04	93.	42197	-31.77
25.	26182	-53.78	60.	32449	-43.20	94.	42593	-15.09
26.	26312	-54.01	61.	32664	-43.20	95.	43029	-15.51
27.	26491	-54.83	62.	32896	-43.04	96.	43512	-15.20
28.	26645	-53.78	63.	33087	-40.92	97.	43984	-15.80
29.	26869	-53.93	64.	33322	-35.47	98.	44464	-12.19
30.	26975	-53.62	65.	33544	-35.96	99.	44925	-12.07
31.	27049	-53.62	66.	33884	-39.04	100.	45387	-12.56
32.	27254	-53.54	67.	34035	-42.17	101.	46000	-10.60
33.	27341	-52.12	68.	34282	-37.18	102.	46530	- 8.43
34.	27589	-57.56	69.	34505	-33.80	103.	47089	- 6.55
35.	27778	-50.83						

Pengamatan dari Stasiun Peluncuran Roket LAPAN Pamungpeuk
Radiosonde 3 Agustus 1983 Jam 08.50 WIB.

No.	Ketinggian m	Temp. C	Hum %
0	0	27.9	69
1.	487	24.9	71
2.	1013	21.1	73
3.	1499	20.8	46
4.	1903	19.0	32
5.	2447	14.5	42
6.	3006	10.3	61
7.	3487	8.7	34
8.	4016	6.0	18
9.	4465	3.6	15
10.	4971	0.0	15
11.	5447	- 1.9	15
12.	6184	- 4.0	15
13.	6647	- 7.4	16
14.	6990	- 9.1	16
15.	7489	-13.2	16
16.	8068	-18.9	16
17.	8483	-22.0	17
18.	9046	-25.3	17
19.	9552	-28.8	18
20.	10057	-27.9	18
21.	10427	-36.6	19
22.	10986	-39.5	19
23.	11554	-43.1	19
24.	12085	-46.4	20
25.	12489	-49.9	20
26.	13104	-54.1	21
27.	13526	-56.5	21
28.	14080	-60.1	22
29.	14457	-65.2	23
30.	14907	-68.6	23

No.	Ketinggian m	Temp. C	Hum, %
32.	15611	-72.9	24
33.	16032	-74.6	25
34.	16513	-70.5	25
35.	16860	-69.6	24
36.	17503	-63.3	23
37.	17941	-66.2	23
38.	18428	-63.5	23
39.	19031	-64.1	23
40.	19535	-63.3	22
41.	19998	-63.1	22
42.	20472	-56.5	21
43.	20975	-58.4	21
44.	21425	-56.6	21
45.	21949	-51.9	20
46.	22503	-50.5	20
47.	22967	-51.9	20
48.	23462	-49.0	20
49.	24026	-48.9	20
50.	24502	-47.3	20
51.	24893	-45.4	19
52.	25505	-45.4	19
53.	26050	-47.5	19
54.	26590	-36.2	19
55.	27100	-38.3	18
56.	27580	-38.8	18
57.	28090	-37.7	18
58.	28600	-28.8	18
59.	29100	-24.6	17
60.	29600	-24.6	17
61.	30100	-27.3	17

DISKUSI

1. TARAM PURWITA

Tanya : Pengukuran data meteo dengan wahana balon dan roket super loki (MSS) pada saat yang sama menurut pembicara ada perbedaan.

Mengapa digunakan dua wahana yaitu balon dan roket ?
Mengapa tidak dari wahana roket saja mulai ketinggian 80 sampai dengan 0 km. (walaupun buatan pabrik MSS)

Jawab : MSS dirancang sedemikian rupa sehingga hasil pengamatan yang optimal adalah dengan cara menggabungkan dari hasil wahana balon dan wahana roket, meskipun tetap masih ada perbedaan hasil akhir.

2. RUSTAM EFFENDI

Tanya : Apakah spesifikasi suatu alat tidak menjamin tingkat ketelitian data yang diperoleh ?

Jawab : Seperti diuraikan dalam makalah, bahwa kesempurnaan alat memang sulit dicapai. Kecuali itu tingkat ketelitian/sensitivitas masing-masing alat yang sejenis tidak selalu sama. Jadi spesifikasi alat yang dimiliki adalah hanya menjamin optimisasi kemampuan alat tersebut.

Tanya : Disamping tingkat ketelitian yang sudah ada dari pabriknya, apakah tidak ada faktor koreksi terhadap kondisi fisis lingkungan.

Jawab : Faktor koreksi yang diberikan untuk memperkecil kesalahan, tapi tidak menghilangkannya, yang masing-masing mempunyai dasar/pangkal kesalahan yang berbeda.

Tanya : Apakah masalah kalibrasi (penentuan titik zero adjustment) tidak mempengaruhi hasil pengukuran ?

Jawab : Kalibrasi/penentuan titik zero adjustment, memang mempengaruhi hasil pengukuran, tetapi untuk alat yang berbeda (satu produksi dalam pabrik), tetap akan memberikan hasil yang tidak sama.

Tanya : Apakah pengaruh life time alat ini tidak mempengaruhi p.t.o. ketelitian hasil pengamatan. Mohon tanggapan !

Jawab : Life time dengan cara penyimpanan alat jelas akan memberi pengaruh negatif terhadap tingkat ketelitian/kemampuan alat.

3. THOMAS DJAMALUDIN

Tanya : Perbedaan hasil dari alat yang berbeda (mungkin sistem sensornya berbeda) memang tidak dapat dihindarkan. Tetapi perbedaan hasil dari alat yang sama tipenya (dengan sistem sensor yang sama) biasanya selalu disertai penentuan "zero point" untuk kalibrasinya.
Apakah perbedaan hasil yang disajikan oleh alat yang sama tipenya telah dikoreksi berdasar "zero point"-nya (dikalibrasi) ?

Jawab : Sudah dan selalu dikoreksi setiap akan dipakai.

Tanya : Laju jatuh "payload" berpengaruh pada hasil pengukuran karena faktor sensitivitas sensor.
Adakah telaah yang pernah dilakukan tentang kombinasi laju jatuh dan sensitivitas sensor sehingga ada rentang (range) laju yang disarankan untuk suatu sensor ?

Jawab : Telah dilakukan telaah, dengan salah satu usaha ialah mencoba mengurangi laju kecepatan jatuh, sehingga sesuai dengan kemampuan sensor dan juga meningkatkan kemampuan sensor.

Tanya : Atas dasar kenyataan ini, maka penggunaan data dari berbagai wahana adalah suatu keharusan.
Apakah hasil yang berbeda-beda itu akan dirata-ratakan atau diambil salah satu/beberapa yang dianggap reliable ?

Jawab : Biasanya hasil data dari berbagai wahana pengukuran tidak dirata-ratakan, mengingat sulit menentukan mana yang terbaik. Tetapi kadang-kadang untuk tujuan tertentu bisa juga diambil rata-ratanya dengan catatan hal itu tanggung jawab ada pada pengolah data.

4. CHUNAENI LATIEF

Tanya : Sejauh mana perbedaan hasil pengukuran dari berbagai alat masih bisa ditolerir (diandalkan) datanya secara internasional ?

Jawab : Dari pertemuan Cospar tahun 1978 diperoleh kesimpulan perbedaan tidak boleh melebihi 10 %.