

# ANALISIS VARIABILITAS SUHU PERMUKAAN BULANAN DI ATAS KEPULAUAN INDONESIA SELAMA SATU ABAD TERAKHIR

Dadang Subarna

Pusat pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, IAPAN  
Jl.Dr.Junjunan 133 Bandung, Tel:022-6037445  
Email:dangsub@yahoo.com

## Abstract

Temperature plays a major role in detecting climatic change brought about by urbanization and industrialization. This paper attempts to study the spatial and temporal variations in surface temperature over Indonesia archipelago during the last century in the period 1901–2002. The long-term change in temperature has been evaluated by Mann-Kendall trend test method and linear trend statistic. An investigation and validation were carried out to identify temperature trends in several cities by using  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$  global grid data and climatology station data sets. The result of validation in station data sets show the coefficient correlation,  $r=0.71$  for Jakarta station,  $r=0.84$  for Ampenan station,  $r=0.80$  for Denpasar station,  $r=0.83$  for Palembang station,  $r=0.80$  for Surabaya station,  $r=0.50$  for Tabing station,  $r=0.22$  for Ternate station,  $r=0.69$  for Cilacap station,  $r=0.83$  for Medan station and  $r=0.40$  for Manado station. The analysis reveals significant increase in mean monthly surface temperature in 8 climatology stations (Medan, Palembang, Jakarta, Cilacap, Surabaya, Denpasar, Ampenan, Ternate) and 2 stations (Tabing, Manado) show the decreasing trend. The results of the Mann-Kendall trend test agree with the statistical- linear trend test.

Keywords: Variability, Surface Temperature, Trend, Mann-Kendall, Coefficient Correlation.

## Abstrak

Temperatur memainkan peranan penting dalam mendeteksi perubahan iklim yang disebabkan oleh urbanisasi dan industrialisasi. Makalah ini disajikan untuk mempelajari variasi temperatur permukaan baik secara spasial dan temporal di atas kepulauan Indonesia selama kurun waktu 100 tahun terakhir dari 1901-2002. Perubahan jangka panjang dalam temperatur telah dievaluasi dengan metoda uji kecenderungan Mann-Kendall dan statistik kecenderungan linear. Penelitian dan validasi telah dilakukan untuk mengidentifikasi kecenderungan temperatur di beberapa stasiun klimatologi kota besar dengan menggunakan data grid global ukuran  $0.5 \times 0.5$  derajat dan kumpulan data pada stasiun klimatologi tersebut. Hasil validasi data grid global terhadap kumpulan data di stasiun didapat koefisien korelasi  $r=0.71$  untuk stasiun Jakarta,  $r=0.84$  untuk stasiun Ampenan,  $r=0.80$  untuk stasiun Denpasar,  $r=0.83$  untuk stasiun Palembang,  $r=0.80$  untuk stasiun Surabaya,  $r=0.50$  untuk stasiun Tabing,  $r=0.22$  untuk stasiun Ternate,  $r=0.69$  untuk stasiun Cilacap,  $r=0.83$  untuk stasiun Medan dan  $r=0.40$  untuk stasiun Manado. Hasil analisis menunjukkan telah terjadi kecenderungan (trend) peningkatan yang signifikan pada temperatur permukaan bulanan rata-rata di 8 stasiun klimatologi (Medan, Palembang, Jakarta, Cilacap, Surabaya, Denpasar, Ampenan, Ternate) dan 2 (Tabing, Manado) mengalami kecenderungan penurunan. Hasil uji kecenderungan dengan metoda Mann-Kendall menunjukkan kecocokan dengan kecenderungan statistik linear.

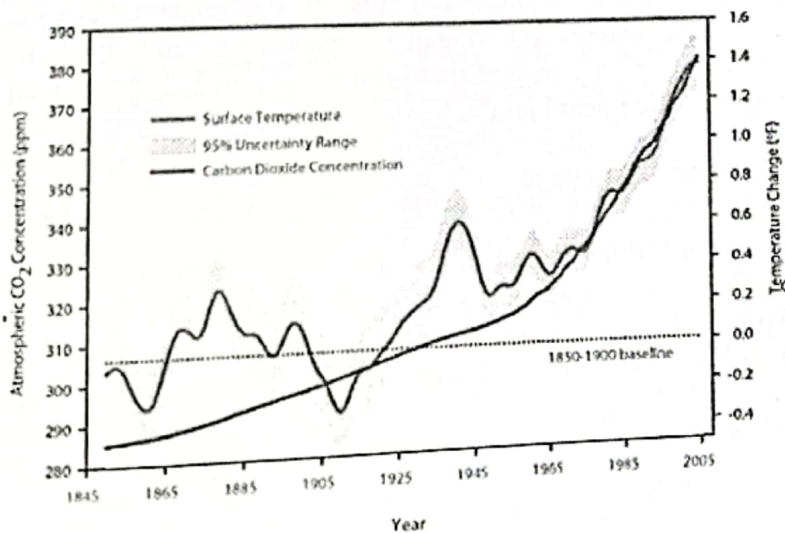
Kata kunci: Variabilitas, Temperatur permukaan, Tren, Mann-Kendall, Koefisien korelasi.

## 1. PENDAHULUAN

Temperatur udara yang diukur dengan termometer merupakan elemen cuaca dan iklim yang sangat penting. Temperatur merupakan salah satu unsur iklim yang sangat mempengaruhi kehidupan biosfer. Pengukuran Temperatur udara hanya memperoleh satu nilai yang menyatakan nilai rata-rata temperatur atmosfer. Secara fisis temperatur dapat

didefinisikan sebagai tingkat gerakan molekul benda, makin cepat gerakan molekul makin tinggi temperaturnya. Temperatur dapat juga didefinisikan sebagai tingkat panas suatu benda. Panas bergerak dari suatu benda yang mempunyai temperatur tinggi ke benda yang mempunyai temperatur rendah. Temperatur udara berubah sesuai dengan tempat dan waktu. Pada umumnya temperatur maksimum terjadi sesudah tengah hari, biasanya antara jam 12.00 dan jam 14.00 dan temperatur minimum terjadi pada jam 06.00 atau sekitar matahari terbit. Temperatur udara harian rata-rata didefinisikan sebagai rata-rata pengamatan selama 24 jam (satu hari) yang dilakukan tiap jam. Temperatur bulanan rata-rata ialah jumlah dari Temperatur harian rata-rata dalam 1 bulan dibagi dengan jumlah hari dalam bulan tersebut.

Perubahan iklim yang paling nampak dan sangat terasa dicirikan dengan kecenderungan pemanasan global. Pengukuran Temperatur yang diambil dengan instrumen di seluruh dunia, baik di daratan maupun di lautan telah menunjukkan bahwa selama 100 tahun terakhir, permukaan Bumi dan bagian paling bawah dari atmosfer telah memanas rata-rata sekitar 0.6 derajat Celcius (Buchdahl, 2002). Selama perioda tersebut di atas, emisi gas rumah kaca yang dibuat manusia seperti karbondioksida, metan, dan oksida nitrogen telah meningkat, tiga gas utama yang paling besar sebagai hasil dari pembakaran bahan bakar fosil untuk keperluan energi dan transportasi serta perubahan pemanfaatan lahan untuk keperluan sumber makanan dan keperluan lain-lainnya. Dalam 20 tahun terakhir, berkenaan telah munculnya dua fenomena tersebut, setidaknya satu sama lain saling terkait. Dengan kata lain bahwa, penyebab dari meningkatnya Temperatur rata-rata global yang teramati kemungkinan dapat dipandang sebagai sebab dari meningkatnya emisi gas rumah kaca dan terjadi berbarengan dengan meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, seperti pada gambar 1.1. Temperatur permukaan rata-rata global memperlihatkan kecenderungan naik, namun apakah hal ini diikuti pula oleh temperatur permukaan regional maupun lokal.



Gambar 1.1. Kecenderungan kenaikan temperatur permukaan global dan kenaikan konsentrasi gas karbondioksida di atmosfer (sumber: Brohan., P *at al* 2006)

Dengan kenampakan yang sangat jelas saat ini dan dengan memperhitungkan ketidaktentuan yang lainnya maka kebanyakan pemanasan yang teramati dalam 50 tahun terakhir kemungkinan disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Peningkatan Temperatur ini diperkirakan akan memicu juga perubahan dalam

banyak aspek dari cuaca seperti pola angin, energi potensial konvektif, jumlah, tipe dan frekuensi hujan serta frekuensi kejadian cuaca ekstrim (Ratag, et al, 2002).

## 2. DATA DAN METODA

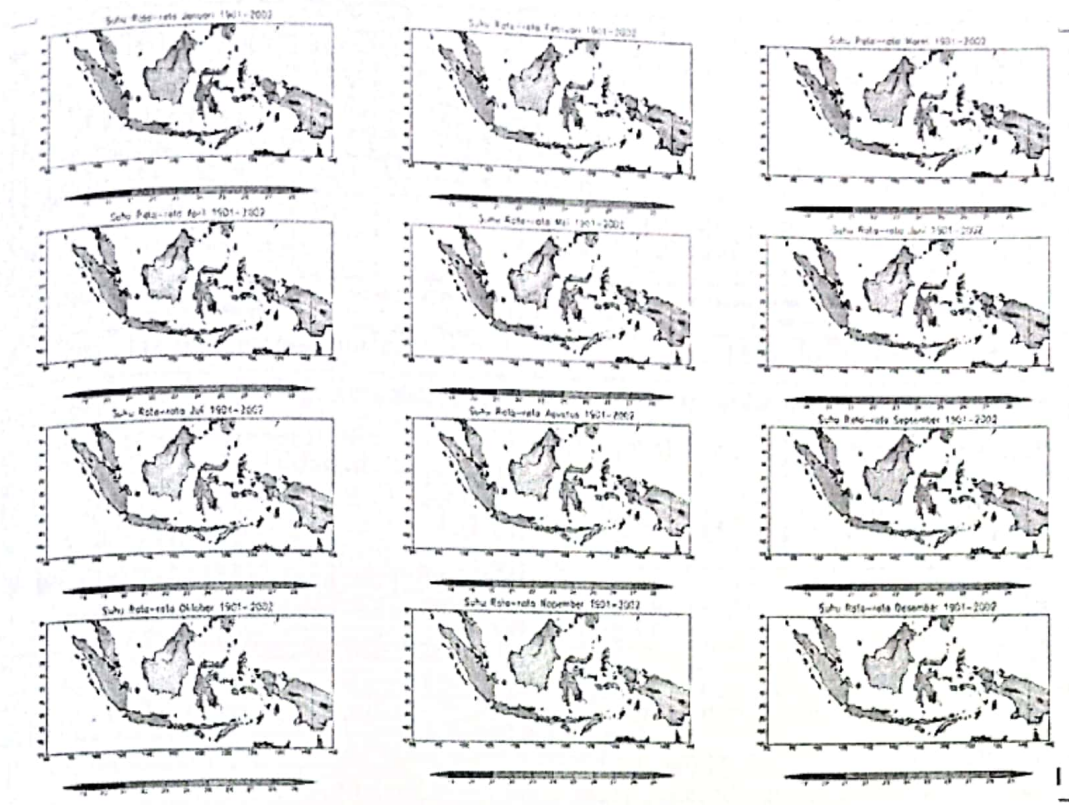
Data Temperatur permukaan grid global ukuran 0.5x0.5 derajat tahun 1901-2002 diperoleh dari Climate Research Unit (CRU) melalui program kolasi data dimana data stasiun klimatologi dari World Meteorological Organization (WMO) digunakan untuk mengkonstruksi data grid melalui metoda interpolasi thin-plane smoothing splines (ANUSPLIN) (New, et al, 2002). Sedangkan data temperatur permukaan dengan selang tahun yang bervariasi dari 10 stasiun klimatologi di Indonesia diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan perangkat lunak Grads dan Microsoft Excell. Untuk menguji adanya kecenderungan (trend) dari data tersebut digunakan uji statistik non-parametrik Mann-Kendall (Onoz et al, 2002). Uji Mann-Kendall didasarkan pada S statistik. Masing-masing pasangan nilai data yang diamati  $y_i, y_j$  ( $i > j$ ) dari variabel acak diperiksa untuk menemukan apakah  $y_i > y_j$  atau  $y_i < y_j$ . Bila bilangan dari tipe pasangan sebelumnya berupa P dan bilangan tipe pasangan sesudahnya M, maka S didefinisikan sebagai  $S = P - M$ . Untuk  $n > 10$  maka distribusi sampel dari S adalah:  
Z mengikuti distribusi normal standar dimana

$$Z = \begin{cases} (S - 1) / \sigma_s, & \text{jika } S > 0 \\ 0, & \text{jika } S = 0 \\ (S + 1) / \sigma_s, & \text{jika } S < 0 \end{cases} \quad \sigma_s = \sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5)}{18}} \quad (2.1)$$

Hipotesa null ditolak ketika nilai Z yang dihitung lebih besar dari  $Z_{\alpha/2}$  nilai mutlak. Uji Mann-Kendall sering digunakan untuk tes nonparametrik yang mempunyai kemampuan untuk mendeteksi kemiringan kecenderungan (trend), ukuran sample, level signifikan, koefisien variasi dan tipe distribusi peluangnya. Kemampuan ini yang tidak dipunyai oleh uji statistic linear biasa.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara spasial terlihat pada Gambar 3.1 sebaran temperatur rata-rata selama 100 tahun (1901-2002) setiap bulannya di atas kepulauan Indonesia, terlihat pada gambar 3.2. Pada bulan April/Mei mayoritas pulau-pulau mempunyai temperatur di atas 27 derajat, sedangkan bulan November dan Desember mayoritas mempunyai temperatur dibawah 27 derajat.



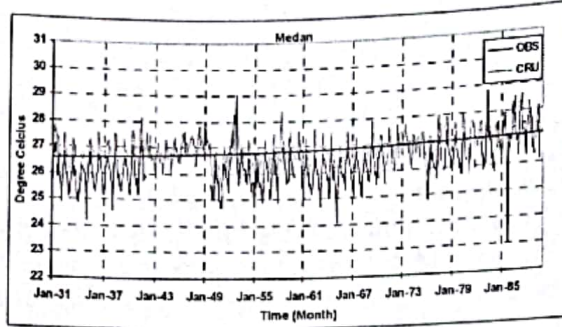
Gambar 3.1. Temperatur rata-rata selama 100 tahun (1901-2002) setiap bulannya di atas kepulauan Indonesia

Pada Tabel 3.1 dapat dilihat nilai korelasi dari data grid dengan 10 data stasiun klimatologi serta beberapa parameter uji kecenderungan Mann-Kendall. Terdapat dua nilai S yang penting dalam uji tersebut. S berharga negatif besar berarti kecenderungan turun dan S berharga positif besar berarti kecenderungan naik, sedangkan nol berarti tidak ada kecenderungan.

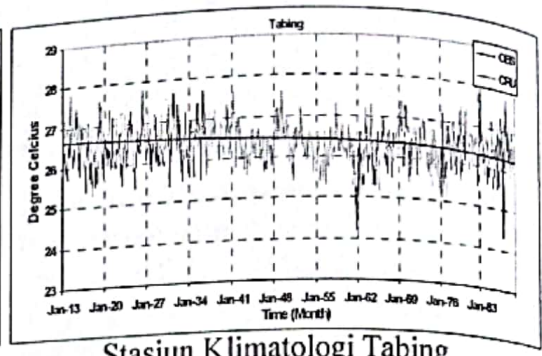
Tabel 3.1. Berapa parameter Uji kecenderungan metoda Mann-Kendall

Parameter Uji	Medan	Tabing	Pelembang	Jakarta	Cilacap	Surabaya	Denpasar	Ampenan	Ternate	Menado
Kendall's tau	0.088	-0.019	0.171	0.461	0.193	0.267	0.043	0.076	0.459	-0.038
S	238.000	-2460.000	5938.000	337549.000	2922.000	18762.000	814.000	2109.000	3137.000	-5427.000
p-value (Two-tailed)	0.281	0.531	< 0.0001	< 0.0001	0.000	< 0.0001	0.379	0.087	< 0.0001	0.198
alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coefficient Correlation	0.83	0.83	0.83	0.71	0.69	0.80	0.80	0.84	0.22	0.40

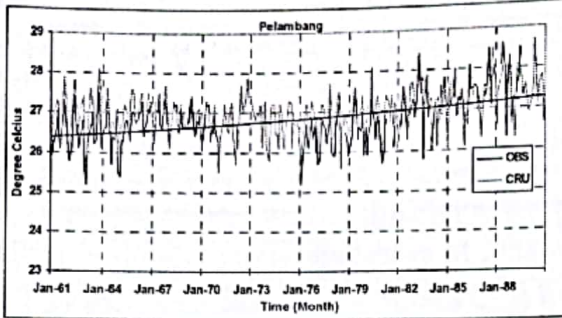
Dari 10 stasiun yang diuji kecenderungan (trend), terdapat dua stasiun (Tabing dan Menado) dengan nilai S negatif yang berarti terdapat kecenderungan turun. Hasil uji Mann-Kendall sesuai dengan statistik linear untuk delapan stasiun klimatologi lainnya yang mempunyai nilai S positif yaitu Medan, Palembang, Jakarta, Cilacap, Surabaya, Denpasar, Ampenan, Ternate yang berarti mempunyai kecenderungan naik.



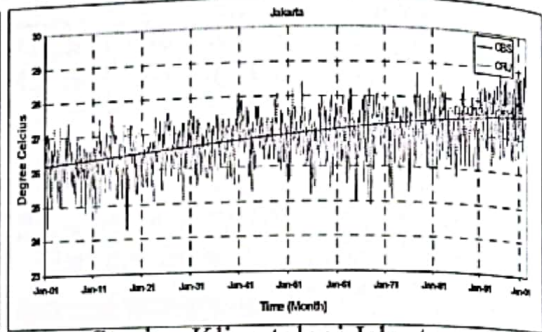
Stasiun Klimatologi Medan



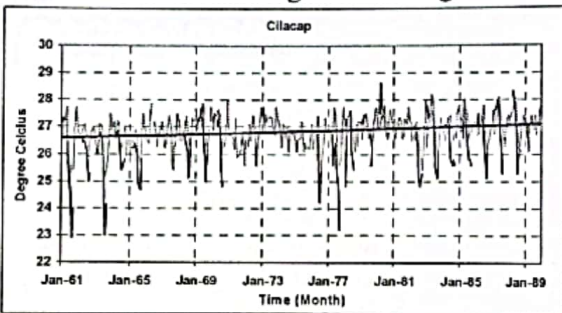
Stasiun Klimatologi Tabing



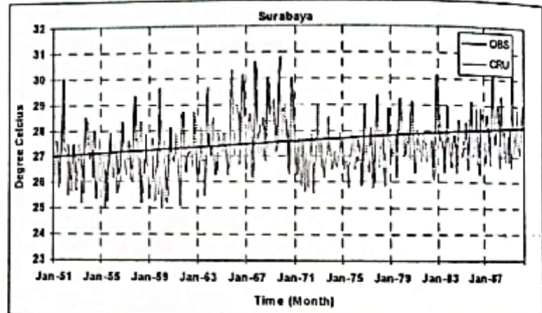
Stasiun Klimatologi Palembang



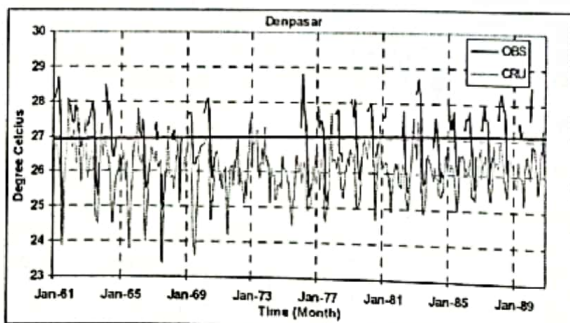
Stasiun Klimatologi Jakarta



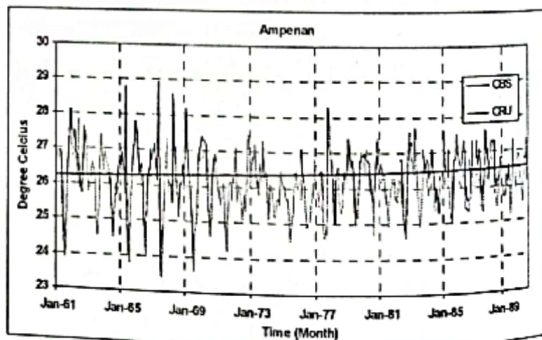
Stasiun Klimatologi Cilacap



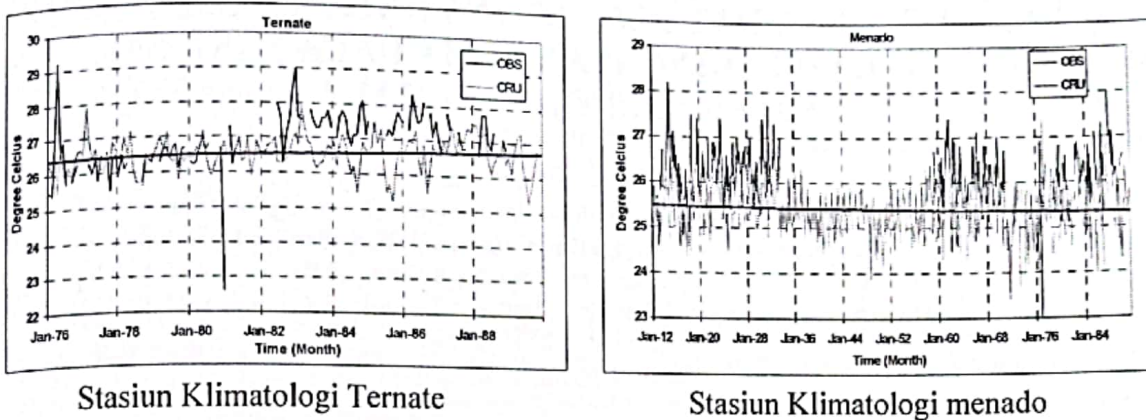
Stasiun Klimatologi Surabaya



Stasiun Klimatologi Denpasar



Stasiun Klimatologi Ampanan



Gambar 3.2. Hasil validasi data CRU dengan data 10 stasiun klimatologi di Indonesia beserta statistik kecenderungan (trend) linear.

#### 4. KESIMPULAN

Telah dilakukan analisis temperatur permukaan baik secara spasial dan temporal di atas kepulauan Indonesia selama kurun waktu 100 tahun terakhir dari 1901-2002. Bulan April/Mei merupakan spasial mayoritas panas, sedangkan November/Desember spasial mayoritas dingin. Perubahan jangka panjang dalam temperatur telah dievaluasi dengan metoda uji kecenderungan Mann-Kendall dan statistik kecenderungan linear. Penelitian dan validasi telah dilakukan untuk mengidentifikasi kecenderungan temperatur di beberapa stasiun klimatologi kota besar dengan menggunakan data grid global ukuran 0.5x0.5 derajat dan kumpulan data pada stasiun klimatologi tersebut. Hasil analisis menunjukkan telah terjadi kecenderungan (trend) peningkatan yang signifikan pada temperatur permukaan bulanan rata-rata di 8 stasiun klimatologi (Medan, Palembang, Jakarta, Cilacap, Surabaya, Denpasar, Ampenan, Ternate) dan 2 (Tabing, Manado) mengalami kecenderungan penurunan. Hasil uji kecenderungan dengan metoda Mann-Kendall menunjukkan kecocokan dengan kecenderungan statistik linear.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Buchdahl, J., 2002, Weather and Climate Teaching Pack, [www.ace.mmu.ac.uk](http://www.ace.mmu.ac.uk)
- Bihret ONOZ, Mehmetcik BAYAZIT., 2003, The Power of Statistical Tests for Trend Detection, J.Eng. Env.Sci Vol.27, 247-251, TUBITAK Turkish
- Brohan., P *at al.*, 2006, Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: A new data set from 1850, J. G. R., Vol. 111, D12106
- New M, *et al.*, 2002 A High Data Resolution Set of Surface Climate Over global Land Areas: Climate Research., Vol.21, 1-25
- Ratag, M.A., 2002: Perubahan Iklim, Basis Ilmiah dan Dampaknya, Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional