

# PERBANDINGAN CURAH HUJAN BULANAN DARI DATA PENGAMATAN PERMUKAAN, SATELIT TRMM DAN MODEL PERMUKAAN NOAH

Dodo Gunawan

*Pusat Penelitian dan Pengembangan, Badan Meteorologi dan Geofisika  
Jl. Angkasa I No.2 Jakarta 10720  
emal : dgunawan@bmg.go.id*

## **Abstrak**

*Membandingkan data curah hujan bulanan antara hasil pengamatan di permukaan (OBS) dengan data dari pengukuran melalui satelit TRMM dan hasil keluaran model permukaan NOAH telah dilakukan terhadap beberapa lokasi yaitu Medan, Indramayu, Karang Ploso dan Makassar. Data yang dibandingkan adalah curah hujan bulanan dari periode 1998 sampai 2007. Hasil perbandingan ini menunjukkan bahwa curah hujan yang diukur melalui satelit maupun hasil keluaran model NOAH memperlihatkan pola curah hujan bulanan yang sesuai dengan pengamatan di permukaan. Namun besarnya setiap lokasi yang dianalisa menunjukkan adanya variasi perbedaan curah hujan bulanan. Hal ini terlihat melalui korelasi dari ketiga data set tersebut yang tertinggi adalah curah hujan observasi dengan satelit TRMM dilokasi Hasanuddin (Makassar), Karang Ploso dan Medan. Di Indramayu korelasi tertinggi adalah antara data model NOAH dengan TRMM. Di Stasiun Hasanuddin, korelasi tinggi selain pasangan data observasi-TRMM juga pada pasangan data model NOAH dengan observasi. Memperhatikan besarnya korelasi, yaitu antara 0.7-0.9 data curah hujan dari TRMM berpotensi untuk digunakan mengisi data-data pengamatan di darat yang kosong baik secara temporal untuk series data suatu lokasi, maupun mengisi kekosongan spasial untuk suatu wilayah yang kurang memiliki kerapatan pengamatan curah hujan di permukaan.*

**Kata kunci :** TRMM, Model permukaan NOAH, Stasion Cuaca Otomatis, penakar hujan

## **Abstract**

*Comparing monthly rainfall data between the surface observation (OBS) with satellite data (TRMM) measurement and output result of model surface (NOAH) have been conducted to some location that is Medan, Indramayu, Karang Ploso and Hasanuddin (Makassar). The compared data is monthly rainfall of period 1998 until 2007. Result of this comparison shows that measured rainfall by satellite and also output of model show monthly rainfall pattern matching with the surface observation in term of monthly rainfall pattern. However, every analyzed location shows an existence of difference variation of monthly rainfall. This matter seen through correlation from the three data set. The highest correlation is observation rainfall with satellite ordered by location in Hasanuddin (Makassar), Karang Ploso and Medan respectively. In Indramayu the highest correlation is between data model NOAH with TRMM. In Station of Hasanuddin, the high correlation besides data set of observation-TRMM also at data set of model NOAH with observation. Considering to the level of correlation, with the range from 0.7-0.9 the rainfall data of TRMM have potency to be used in fill data empty either through temporal for the series of data in a location, and also to fill blankness of spatial data in a region having sparse rain gauge station distribution.*

**Key words:** TRMM, Land Surface Model NOAH, Automatic Weather Station (AWS), rain gauge.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Curah hujan di wilayah tropik seperti Indonesia merupakan unsur meteorologi yang penting dibandingkan dengan unsur lainnya. Variasi curah hujan di wilayah Indonesia sangat besar baik secara spasial maupun temporal. Pola curah hujan di Indonesia umumnya didominasi oleh monsun yang dicirikan dengan adanya perbedaan yang tegas antara musim hujan dan kemarau. Secara keseluruhan pola hujan yang ada di wilayah Indonesia dibagi menjadi tiga yaitu pola monsun dengan ciri puncak musim hujan di sekitar bulan Desember, Januari, Februari dan musim kemarau di sekitar bulan Juni-Juli-Agustus. Pola equatorial dicirikan dengan adanya dua puncak musim hujan dalam setahun dan pola lokal dicirikan dengan adanya musim hujan dan kemarau seperti pola monsun, hanya waktu terjadinya musim tersebut berbalik waktunya (Aldrian, 2003 ; BMG,2006).

Pengamatan curah hujan dilakukan dengan alat pencatat curah hujan (*rain gauge*) baik secara manual maupun otomatis. Alat manual yang mengukur volume curah hujan dalam waktu 24 jam adalah yang paling umum digunakan dikenal dengan alat pengukur hujan tipe observatory. Sedangkan alat pengukur yang mencatat intensitas dalam satuan waktu lebih kecil dari 24 jam (mm/jam) diantaranya adalah tipe Hilmann. Pencatatan curah hujan atau beberapa unsur meteorologi yang lain secara otomatis yang dimaksud adalah secara elektro-mekanik yaitu unsur yang diamati oleh berbagai sensor dirubah kedalam bentuk sinyal elektronik yang dikonversi sesuai besaran dari unsur-unsur yang diamati. Secara umum alat ini dikenal dengan *Automatic Weather Station* (AWS).

Sesuai perkembangan teknologi terutama penginderaan jarak jauh seperti satelit dan radar, pengukuran curah hujan sekarang telah menggunakan teknologi tersebut sehingga memungkinkan pemantauan curah hujan pada wilayah yang luas bahkan tempat yang tidak dapat dijangkau oleh peralatan konvensional.

Khusus untuk wilayah tropik, saat ini telah tersedia sebuah perangkat remote sensing yang melakukan misi pengukuran curah hujan di wilayah tropik menggunakan satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*).

Dengan semakin meningkatnya kemampuan komputasi dan teknologi komputer telah mendorong pemodelan atmosfer berkembang pesat, sehingga menghasilkan model-model dengan resolusi tinggi. Model atmosfer yang digunakan baik untuk NWP (*Numerical Weather Prediction*) maupun model iklim dibentuk dari pengkopelan beberapa bagian sistem interaksi atmosfer-bumi. Diantara bagian sistem yang membentuk model numerik atmosfer adalah model permukaan, LSM, (*Land Surface Model*). Salah satu model LSM yang digunakan dalam sistem prediksi musim dari model iklim NCEP CFS (*Climate Forecast System*) adalah **NOAH**, yaitu model permukaan yang dikembangkan oleh NCEP, OSU, Air Force dan Office of Hydrology (Mitchell, 2005). (NCEP=National Center for Environmental Prediction,Amerika Serikat, OSU=Oregon State University).

### 1.2. Tujuan

Tujuan dari makalah ini adalah membandingkan data curah hujan bulanan dari pengamatan di permukaan dengan pengukuran curah hujan yang diperoleh secara remote sensing yaitu menggunakan satelit TRMM. Kedua moda pengamatan curah hujan tersebut selanjutnya dibandingkan dengan curah hujan keluaran model permukaan NOAH NCEP.

## 2. DATA DAN METODE ANALISIS

### 2.1. Data

Data yang digunakan untuk membuat studi perbandingan curah hujan ini adalah data curah hujan pengamatan dari beberapa stasiun. Data curah hujan tersebut ada yang dioperasikan oleh BMG (Medan, Karang Ploso dan Hasanuddin) dan stasiun/pos pengamatan hujan dari instansi di luar BMG (Indramayu). Pemilihan lokasi pengkajian

ditentukan dengan mempertimbangkan posisi geografis agar dapat mewakili beberapa wilayah di Indonesia dengan harapan dapat dilihat perbandingan data dari TRMM dan model NOAH diberbagai kondisi yang berbeda di seluruh Indonesia. Lokasi yang dipilih sebagai tempat kajian pada studi ini adalah Medan (Sumatera Utara), Indramayu (Jawa Barat), Karang Ploso (Jawa Timur) dan Hasanuddin (Sulawesi Selatan). Untuk melihat distribusi curah hujan observasi secara spasial terdapat data set curah hujan observasi yang telah diinterpolasi menjadi data grib beresolusi lintang bujur  $0.5^\circ$  dari GPCP (Beck et al, 2005) yang tersedia dan dapat diakses pada <http://user.uni-frankfurt.de/~grieser/downloads/VASCLimO/vasclimo.htm>

Data curah hujan hasil pengukuran menggunakan satelite TRMM tersedia dari Januari 1998 sampai Juli 2008. Data ini dapat diakses pada : [http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/data/datapool/TRMM\\_DP/01\\_Data\\_Products/02\\_Gridded/07\\_Monthly\\_Other\\_Data\\_Source\\_3B\\_43/index.html](http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/data/datapool/TRMM_DP/01_Data_Products/02_Gridded/07_Monthly_Other_Data_Source_3B_43/index.html) (Huffman et al, 2007).

Data model NOAH tersedia pada periode Maret 2000 sampai dengan April 2008 (Mitchell, 2005). Data tersedia pada [http://agdisc.gsfc.nasa.gov:80/dods/GLDAS\\_NOAH025\\_M](http://agdisc.gsfc.nasa.gov:80/dods/GLDAS_NOAH025_M).

Karena periode data yang berbeda ini, maka pengolahan dan analisa data disesuaikan dengan periode data yang ada untuk ketiga sumber tersebut.

## 2.2. Metode Analisis

Data model NOAH dan TRMM adalah data grib dengan resolusi  $0.25^\circ$  lintang dan bujur. Untuk perbandingan dengan data curah hujan dari stasiun, maka diambil grid terdekat dimana posisi stasiun berada di dalam grid

tersebut. Pengolahan series data NOAH dan TRMM dari bentuk grib dilakukan dengan bantuan software GrADS dengan skrip seperti tertera pada lampiran 1. Metode pengolahan data setelah menjadi time series adalah membuat rata-rata bulanan dan menghitung selisih rata-rata hujan bulanan antara ketiga set data tersebut. Setiap pasang data dikorelasikan untuk melihat tingkat hubungan keeratan data. Data selanjutnya diplot kedalam grafik baik time series bulanan, grafik perbedaan rata-rata bulanan maupun grafik rata-rata bulanan dari seluruh series data.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum menyampaikan hasil analisa perbandingan series data setiap lokasi, terlebih dahulu disampaikan data rata-rata curah hujan bulanan yang disajikan secara spasial untuk seluruh wilayah Indonesia dari set data observasi, TRMM dan model NOAH. Gambar curah hujan bulanan rata-rata selama periode untuk setiap periode set data disajikan pada **Gambar 1**. Gambar hanya menyajikan dua bulan untuk setiap set data yaitu bulan Desember dan bulan Juli untuk mewakili sirkulasi monsun Asia dan Australia. Dari Gambar tersebut tampak bahwa pola curah hujan bulanan dari data TRMM mengikuti pola umum distribusi temporal, dimana bulan-bulan dengan curah hujan tinggi terjadi pada periode Desember-Januari-Februari dan bulan-bulan dengan curah hujan rendah terjadi pada periode Juni-Juli-Agustus. Secara spasial juga menunjukkan bahwa curah hujan di wilayah barat Indonesia lebih tinggi dibandingkan dengan bagian timur. Demikian juga distribusi curah hujan spasial dan temporan data dari keluaran model numeric NOAH menunjukkan pola yang sama dengan pengamatan baik dari permukaan maupun satelit.

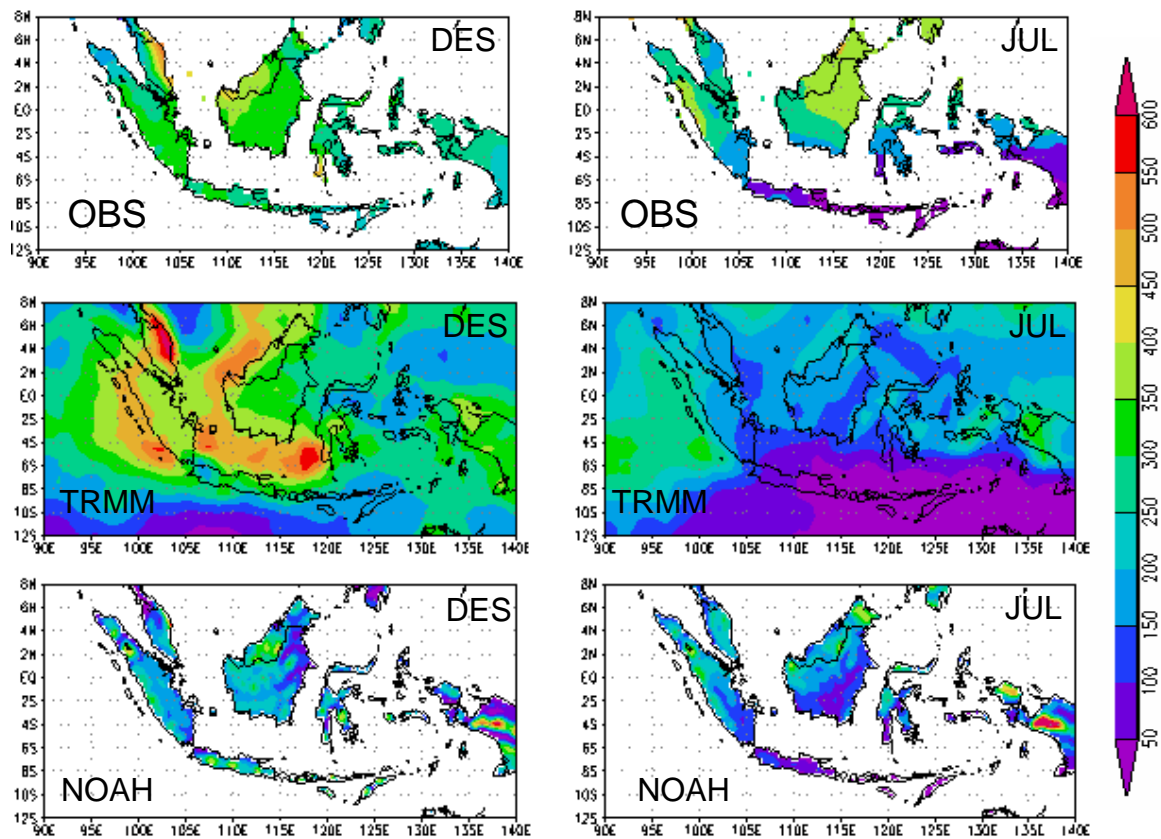
Hasil analisa korelasi dari tiga set data untuk empat stasiun yang digunakan pada kajian ini disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Korelasi antara data observasi, satelit dan model NOAH dari lokasi Medan, Indramayu, Karang Ploso dan Hasanuddin

	TRMM-OBS	NOAH-OBS	NOAH-TRMM
Medan	0.743	0.510	0.653
Indramayu	0.676	0.550	0.772
Karang Ploso	0.817	0.675	0.784
Hasanuddin	0.931	0.707	0.630

Dari Tabel 1 tersebut tampak bahwa korelasi terbesar terdapat pada pasangan data OBS-TRMM pada lokasi berturut-turut Hasanuddin, Karang Ploso dan Medan, sedangkan Indramayu korelasi terbesar adalah

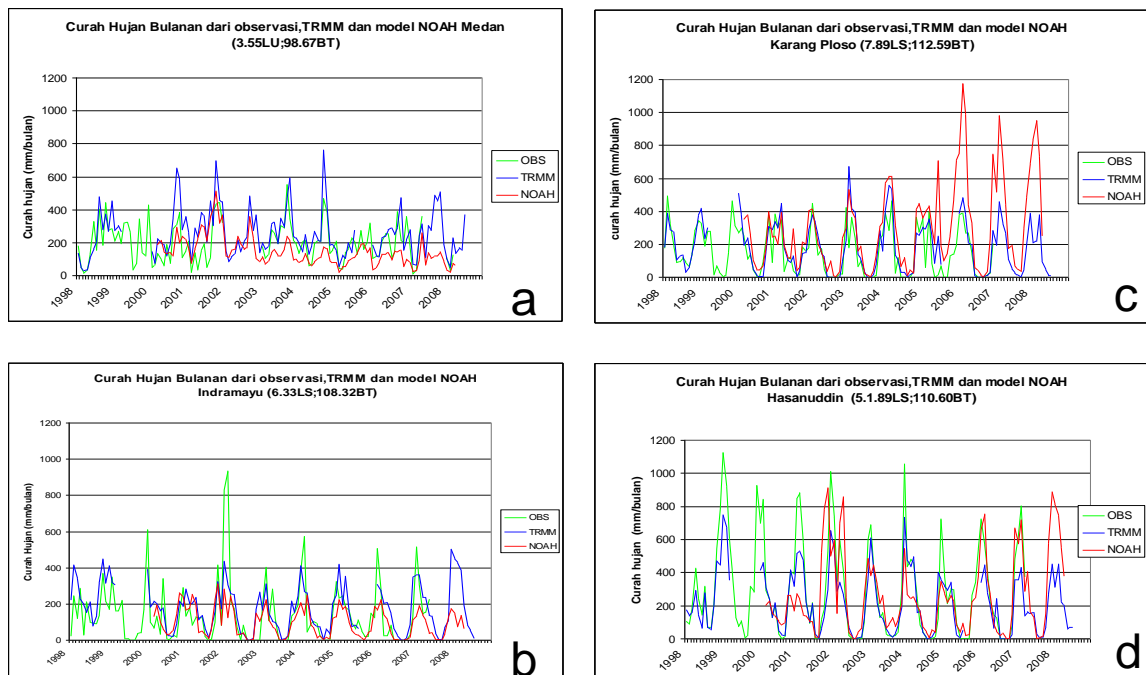
pada pasangan data NOAH-TRMM. Di stasiun Hasanuddin korelasi model NOAH dengan observasi juga tertinggi diantara empat lokasi.



Gambar 1. Distribusi rata-rata curah hujan bulan Desember (kiri) dan Juli (kanan) untuk data set Observasi (atas), TRMM (tengah) dan data model NOAH (bawah) dalam mm/bulan. Nilai rata-rata data observasi (GPCP) dihitung pada periode 1951-2000, TRMM pada periode 1998-2007 dan NOAH pada periode 2000-2007.

Grafik curah hujan bulanan dari seluruh periode yang dianalisa untuk ketiga set data ditampilkan pada **Gambar 2**. Dari gambar tersebut tampak bahwa setiap data set keempat lokasi tersebut memperlihatkan pola

distribusi curah hujan bulanan yang memiliki kesesuaian. Variasi antar tahunan menunjukkan bahwa tahun 2003 ketiga data set memiliki distribusi bulanan yang tinggi kesesuaiannya untuk empat stasiun tersebut.

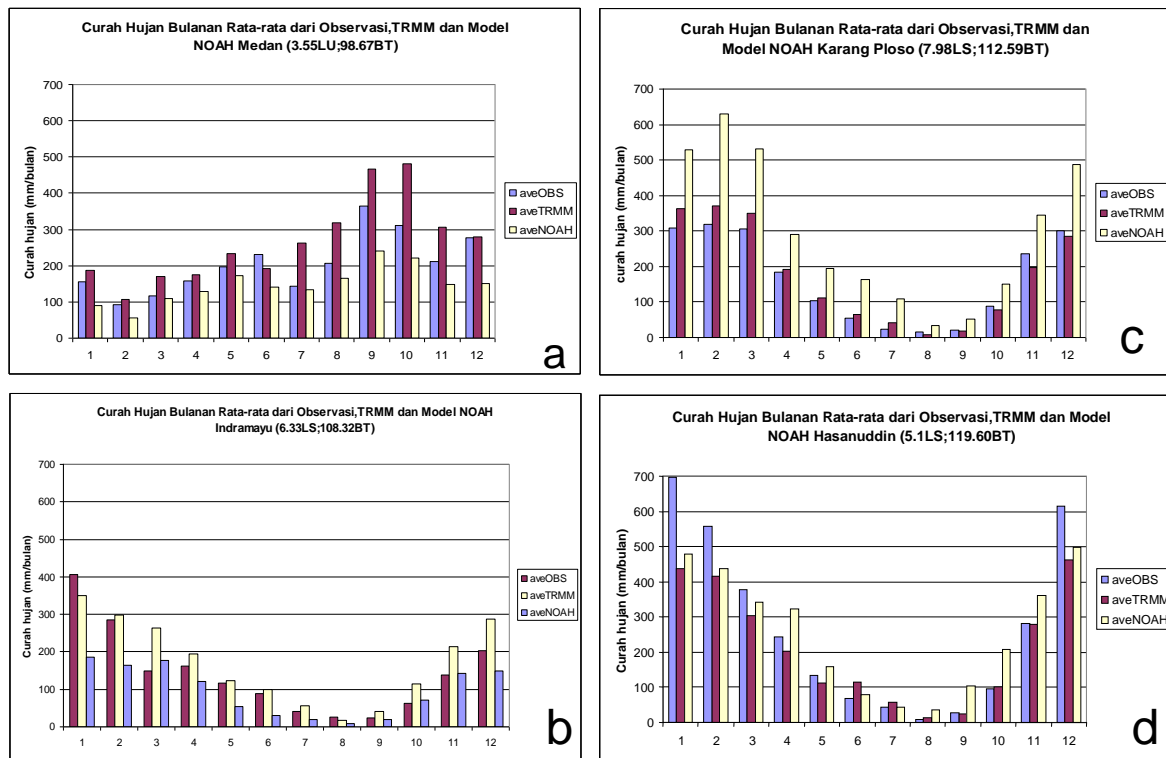


Gambar 2. Curah hujan bulanan dari data observasi permukaan, satelit TRMM dan model NOAH untuk lokasi a) Medan, b) Indramayu, c) Karang Ploso dan d) Hasanuddin

Series data bulanan dari setiap stasiun tersebut dirata-ratakan dan disajikan pada **Gambar 3**. Untuk stasiun Hasanuddin, rata-rata bulanan pada bulan Desember, Januari Februari dan Maret nilai observasi lebih tinggi dari TRMM dan NOAH. Sedangkan di bulan lainnya NOAH lebih tinggi dari set data TRMM dan observasi. Secara keseluruhan data keluaran model NOAH mendekati nilai observasi. Di stasiun Indramayu data TRMM mendekati data observasi sementara data keluaran model NOAH perbedaannya tinggi terutama pada bulan-bulan musim hujan. Disini data TRMM lebih tinggi dibanding data observasi. Di stasiun Medan data TRMM juga menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari pada observasi dan NOAH. Data TRMM mendekati nilai data observasi. Di stasiun Karang Ploso model NOAH lebih tinggi dari kedua data TRMM dan observasi. Data

TRMM lebih tinggi dibandingkan observasi untuk bulan Januari sampai Juli. Sedangkan bulan Agustus, Oktober sampai Desember nilai observasi lebih tinggi dari TRMM. Secara keseluruhan nilai TRMM mendekati nilai observasi.

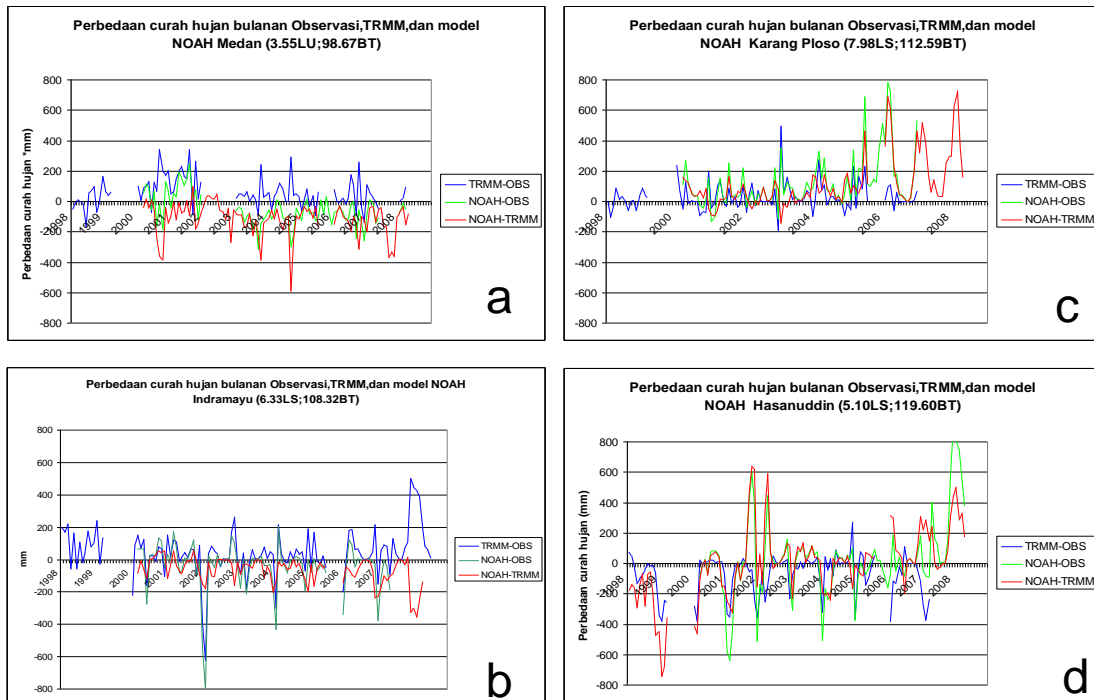
Untuk melihat seberapa besar variasi perbedaan nilai bulanan antara ketiga data set untuk empat stasiun tersebut, maka perbedaan nilai ketiga data set sepanjang series data yang bersesuaian diplot seperti yang disajikan pada **Gambar 4**. Dari Gambar tersebut tampak bahwa perbedaan data TRMM dan observasi memiliki selisih yang kecil untuk lokasi Indramayu, Karang Ploso. Di stasiun Hasanudin selisih yang kecil adalah antara NOAH dan TRMM, sedangkan di Medan selisih antara model NOAH dan observasi memiliki nilai yang lebih kecil.



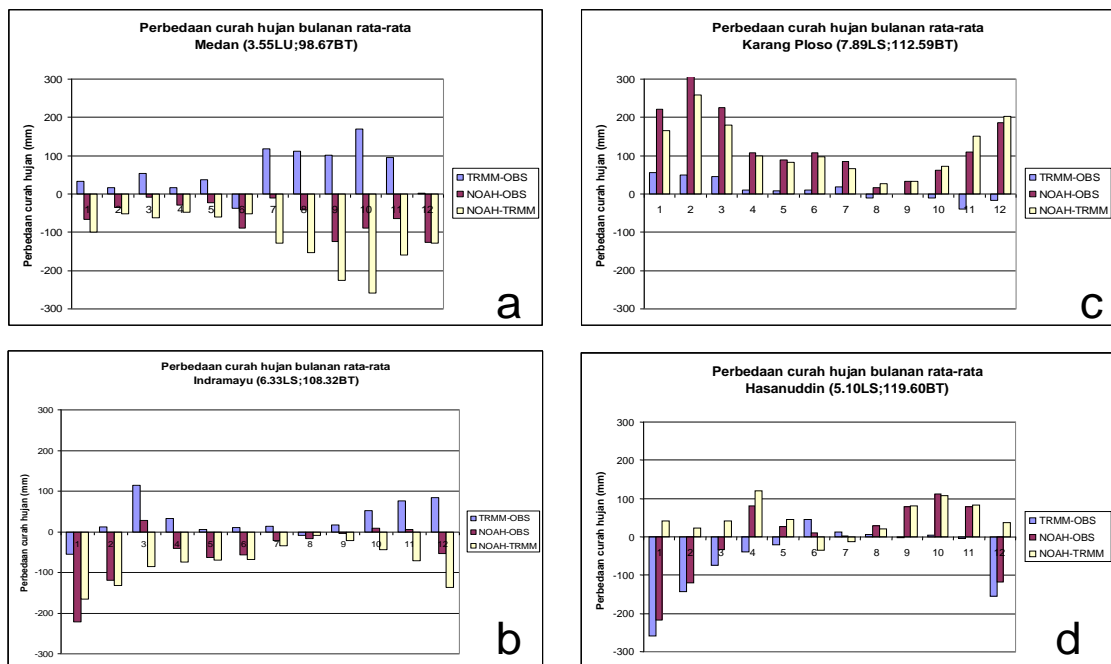
Gambar 3. Curah hujan bulanan rata-rata dari data observasi permukaan, satelit TRMM dan model NOAH untuk lokasi a) Medan, b) Indramayu, c) Karang Ploso dan d) Hasanuddin.

Selisih dari time series untuk setiap data set tersebut telah dirata-ratakan untuk setiap bulan sebagaimana tercantum pada **Gambar 5**. Tampak dari gambar tersebut bahwa perbedaan TRMM dan Observasi untuk tiga lokasi yaitu Medan, Karang Ploso dan Indramayu sebagian besar bulan nilai selisihnya adalah positif, sedangkan stasiun Hasanuddin selisih negatif. Perbedaan NOAH dan Observasi adalah negatif di Medan dan Indramayu, positif di Karang Ploso sedangkan

di Hasanudin negatif pada bulan Desember-Maret dan positif pada bulan April-November. Perbedaan NOAH dan TRMM di Medan dan Indramayu selisihnya negatif dan di Karang Ploso dan Hasanuddin selisihnya positif. Secara keseluruhan selisih terkecil adalah antara TRMM dan Observasi. Variasi yang cukup besar selisih untuk TRMM-Observasi ada di stasiun Haanuddin, sedangkan stasiun yang keseluruhan bulan selisihnya kecil adalah Karang Ploso.



Gambar 4. Perbedaan curah hujan bulanan untuk stasiun a) Medan, b) Indramayu, c) Karang Ploso dan d) Hasanuddin.



Gambar 5. Perbedaan curah hujan bulanan rata-rata stasiun untuk a) Medan, b) Indramayu, c) Karang Ploso dan d) Hasanuddin.

Dari hasil perbandingan tiga set data untuk empat lokasi yang telah dipilih mewakili beberapa wilayah Indonesia menunjukkan bahwa pengukuran curah hujan secara remote sensing menggunakan satelit TRMM mendekati hasil dari observasi di permukaan

sebagai acuan dalam perbandingan ini. Pada kondisi ekstrim seperti curah hujan tinggi sebagaimana yang terjadi pada bulan Februari 2002, pengukuran curah hujan melalui satelit tidak dapat mencapai keadaan yang ekstrim seperti yang terukur di permukaan. Hal ini

disebabkan pengukuran curah hujan secara remote sensing dilakukan tidak secara langsung terhadap air hujan yang terukur alat penakar hujan seperti di permukaan tapi menggunakan suatu gelombang yang dikonversi ke dalam satuan curah hujan. Sementara itu penggunaan model numerik untuk estimasi curah hujan di daerah tropik tingkat keakuratannya masih berada dibawah hasil pengukuran secara remote sensing. Keadaan yang menyebabkan masih rendahnya hasil model numerik salah satunya dapat disebabkan oleh skema parametrisasi yang diterapkan pada model tersebut masih kurang optimal untuk wilayah tropik.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa data curah hujan bulanan tiga sumber data yang telah dianalisa dapat ditarik kesimpulan bahwa data pengamatan jarak jauh dari satelit TRMM memiliki korelasi yang tinggi dengan data pengamatan di permukaan. Dari aspek aplikasi data satelit sebagai pelengkap data observasi dipermukaan dapat dipertimbangkan untuk dipergunakan.

Model NOAH masih memerlukan pengkajian lebih lanjut agar keluaran datanya dapat digunakan untk keperluan operasional. Hal ini didasarkan pada korelasi yang masih rendah untuk tiga lokasi dari empat lokasi kajian.

Saran untuk penelitian lebih lanjut adalah perlu dilakukan pengkajian untuk lokasi yang lebih banyak dan juga panjang data yang lebih banyak untuk dapat melihat kemungkinan aplikasi data TRMM dalam mengisi data kosong baik secara spasial dan temporal.

#### 6. LAMPIRAN

##### Lampiran 1

\*Script GrADS untuk mengambil dan merubah data dari format grib ke \*format teks (ASCII)

```
function fprintf(args)
```

```
* Command line argumets
```

```
* -----
```

```
  expr = subwrđ(args,1)
```

```
  file = subwrđ(args,2)
```

Resolusi waktu dapat dilakukan perbandingan untuk data harian ataupun pentad (5 hari) dan dekad (10 hari).

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Aldrian, E., 2003: Simulations of Indonesian rainfall with a Hierarchy of Climate Models. Examensarbeit Nr. 92, [Available from Max-Planck - Institut für Meteorologie, Bundesstrasse 55, D-20146, Hamburg, Germany.], 159 pp.

BMG.2006. Prakiraan Musim Kemarau 2006. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.

Beck, C., J. Grieser and B. Rudolf, 2005: A New Monthly Precipitation Climatology for the Global Land Areas for the Period 1951 to 2000. Published in Climate Status Report 2004, pp. 181 - 190, German Weather Service, Offenbach, Germany

Huffman, G.J., R.F. Adler, D.T. Bolvin, G. Gu, E.J. Nelkin, K.P. Bowman, Y. Hong, E.F. Stocker, D.B. Wolff, 2007: The TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis: Quasi-Global, Multi-Year, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scale. *J. Hydrometeor.*,8(1), 38-55.

Mitchell, K. 2005. The Community NOAA Land-Surface Model (LSM). User's Guide Public Release Version 2.7.1. Available online at [ftp://ftp.emc.ncep.noaa.gov/mmb/gcp/ldas/noa\\_hlsm/ver\\_2.7.1](ftp://ftp.emc.ncep.noaa.gov/mmb/gcp/ldas/noa_hlsm/ver_2.7.1)



```

format = subwrd(args,3)
numl = subwrd(args,4)
numb = subwrd(args,5)
u = subwrd(args,6)

if ( file="" )
  say ""
  say 'NAME'
  say 'fprintf - print GrADS variables to a text file'
  say ""
  say 'SYNOPSIS'
  say 'fprintf expr txtFile [format numl numb [u]]'
  say ""
  say 'DESCRIPTION'
  say 'Evaluates the contents of the GrADS expression *expr* writing'
  say 'its values to a formatted text file *txtFile*. On output, the'
  say 'number of values and the undef values are returned;a negative'
  say 'number of values signals an error condition.'
  say ""
  say 'Unlike the output of *set gxout print*, the resulting ASCII'
  say 'file has only the data values and *no header*.'
  say ""
  say 'OPTIONS'
  say 'The optional parameters are the same as the ones required by'
  say 'the GrADS command *set prnopts*, namely'
  say 'format  a C language template for formatting ASCII output.'
  say '      Default is %g.'
  say 'numl number of values to print per record. Default is 8.'
  say 'numb number of blanks to insert between values. Default is 1.'
  say 'u      print "Undef" instead of the numerical value for'
  say '      missing data.'
  say 'BUGS'
  say '  The GrADS expression cannot have spaces in it.'
  say ""
  say 'COPYRIGHT'
  say 'This script has been placed in the public domain'
  say ""
  return
endif

```

\* Set the display environment and produce buffered ASCII output

\* -----

```

'set gxout print'
if ( format != "" )
  'set prnopts ' format ' ' numl ' ' numb ' ' u ' '
endif
'display ' expr
if ( rc!=0 ); return -1; endif

```

\* Get rid of header line: Printing Grid -- 3358 Values -- Undef = 1e+20

\* but record number of values and undef values for later reference

\* -----

```

buffer = result

```

```

i = 1; line = sublin(buffer,i)
n = subwrđ(line,4)
undef = subwrđ(line,9)

* Now write the data values to text file: first line...
* -----
i = 2; line = sublin(buffer,i)
if ( write_(file,line) > 0 ); return -2; endif

* Append subsequent lines
* -----
i = i + 1; line = sublin(buffer,i)
while ( line != '' )
  if ( write_(file,line,append) != 0 ); return -3; endif
  i = i + 1; line = sublin(buffer,i)
endwhile
if ( close(file) != 0 ); return -4; endif

* All done
* -----
say 'wrote ' n ' values to file "' file '"'
return n ' ' undef ' '

function write_(file,line)
rc = write(file,line)
return subwrđ(rc,1)

```