

# HOMOGENISASI SEBAGAI TAHAP PRA-PEMROSESAN KAJIAN PERUBAHAN IKLIM DENGAN METODE ACMANT

## HOMOGENIZATION AS STAGE OF PRE-PROCESSING RESEARCH OF CLIMATE CHANGE WITH ACMANT METHOD

Putri Juanita Wahab<sup>1</sup>, Sutikno<sup>1\*</sup>, Ardhasena Sopaheluwakan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Statistika FMIPA ITS, Kampus ITS Sukolilo Surabaya, Jawa Timur 60111

<sup>2</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG, Jl. Angkasa 1 No. 2 Kemayoran Jakarta 10720

\*E-mail: sutikno@statistika.its.ac.id

Naskah masuk: 15 Oktober 2016; Naskah diperbaiki: 20 November 2017; Naskah diterima: 22 Desember 2017

### ABSTRAK

Kesalahan interpretasi hasil kajian perubahan iklim rentan terjadi pada runtun data yang tidak kontinu atau tidak homogen. Oleh karena itu, homogenitas data menjadi syarat utama dalam kajian tersebut. Homogenitas data adalah kondisi data yang nilai variansinya disebabkan oleh variansi dalam cuaca dan iklim, sehingga apabila selama perekaman data terjadi kalibrasi alat, perpindahan lokasi alat/stasiun, dan perbedaan teknik pengambilan data oleh pengamat, dapat menyebabkan data mengandung variasi non-alamiah lainnya selain karena faktor iklim dan cuaca. Tahap awal dalam kajian perubahan iklim diperlukan tahap pra-pemrosesan berupa pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas terdiri atas pengendalian kualitas *basic* dan pengendalian lanjutan, yaitu homogenisasi runtun data. Pengendalian kualitas *basic*, seperti: kasus pengulangan data yang mengindikasikan adanya kesalahan dalam perekaman data atau kesalahan pengamat saat melakukan pencatatan data, sedangkan homogenisasi data dilakukan dengan mengidentifikasi pola data. Penelitian ini menggunakan prosedur ACMANT dalam melakukan homogenisasi. Unsur cuaca yang dilakukan homogenisasi adalah temperatur di Kota Surabaya dan sekitarnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata *mean* temperatur hasil homogenisasi sebesar 0,1 lebih kecil daripada rata-rata *mean* data asli.

**Kata Kunci:** homogenitas, homogenisasi, pengendalian kualitas *basic*, temperatur, ACMANT

### ABSTRACT

Misinterpretation for climate change studies is vulnerable occur from time series data that is not continuous or inhomogeneous. Therefore, the homogeneity of data is an essential requirements for the study for such studies. Homogeneity of data is a condition of data which the variance value is a result of the natural variation of weather and climate, so that if during the recording of data occurs instruments calibration, shifting of the location of instrument / station, and differences in techniques of data collection by observers may cause data to have unnatural variations. An essential stage in the study of climate change is pre-processing data in the form of quality control. Comprehensive quality control consist of basic quality control and homogenization procedure. Basic quality control, includes various checks of the time series for errors stemming from observation practices of data recording, while homogenization of data is done through identification of the pattern of the data. This study used ACMANT procedures to conduct the homogenization. The weather element which is considered for homogenization is the temperature in the surrounding area of the city of Surabaya. The results show that there is a difference in the average mean temperature data from the homogenization result as much as 0.1 degree, smaller than the average mean of the original data.

**Keywords:** homogeneity, homogenization, basic quality control, temperature, ACMANT

## 1. Pendahuluan

Kegiatan rekonstruksi iklim atau kajian perubahan iklim membutuhkan rekaman data lebih dari 30 tahun [1]. Hal tersebut dikarenakan dalam kajian perubahan iklim diperlukan penilaian terhadap *trend* dan analisis pola musiman. Selama kurun waktu perekaman atau pengumpulan data, rentan muncul kejadian-kejadian yang berasal dari faktor non-iklim yang menyebabkan data menjadi tidak teratur (*irregular*) [2]. Beberapa kejadian tersebut adalah pergantian pengamat, pergantian alat, dan pergantian lokasi alat/stasiun [3]. Kejadian pergantian pengamat didasarkan pada perbedaan persepsi prosedur pengambilan data oleh pengamat, sehingga memungkinkan data yang tercatat mengandung pembulatan angka yang berbeda. Kejadian pergantian alat didasarkan pada kalibrasi alat, yaitu kemampuan alat baru untuk mengukur lebih akurat daripada alat yang sebelumnya. Kejadian pergantian lokasi didasarkan pada berubahnya kondisi lingkungan lokasi perekaman data, sehingga dimungkinkan ukuran dasar lokasi awal dan akhir yang berbeda.

Data yang tidak teratur menyebabkan suatu runtun data menjadi tidak kontinu atau tidak homogen, sehingga kurang akurat jika dijadikan bahan kajian atau studi lanjutan [4]. Oleh karena itu, diperlukan tahapan pra-pemrosesan untuk mengatasi ketidak-homogenan data tersebut melalui pengendalian kualitas data.

Pengendalian kualitas digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi kesalahan yang terjadi pada proses perekaman, pembulatan angka, pengaturan, dan penyimpanan data [3]. Pengendalian kualitas data merupakan komponen utama dalam bidang manajemen mutu, terdiri atas tahapan pemeriksaan yang bertujuan untuk mendeteksi kesalahan (*error*). Data hasil dari berbagai proses pengumpulan data memiliki prosedur pengendalian kualitas yang berbeda-beda [5]. *World Meteorological Organization* (WMO) mendeskripsikan prosedur pemeriksaan dan algoritma yang komprehensif untuk pengendalian kualitas untuk data iklim. Tahapan pengendalian kualitas data terdiri atas lima tahap, yaitu: *gross error check*, *tolerance test*, *internal consistency*, *temporal coherency*, dan *spatial coherency* [3]. *Gross error checking* adalah tahap mendeteksi nilai-nilai yang tampak jelas merupakan nilai *error* menggunakan beberapa nilai *threshold* yang sudah ditentukan. *Tolerance tests* adalah tahap mendeteksi adanya nilai *outlier* dengan menentukan batas toleransi untuk setiap data. *Internal consistency check* adalah tahap mendeteksi data yang memiliki keterkaitan antar elemen data rekaman yang terkait. *Temporal coherency* adalah tahap mendeteksi konsistensi nilai-nilai data amatan, sesuai dengan pengulangan waktu. *Spatial coherency* adalah tahap mendeteksi konsistensi nilai-nilai data amatan, sesuai dengan nilai-nilai data amatan pada stasiun lain pada waktu yang sama.

Dalam *Climate Monitoring Principles* yang tercantum pada *Global Climate Observing Systems*, direkomendasikan untuk melakukan pengendalian kualitas secara berkala dan memastikan homogenitas data [6]. Dari kelima tahap pengendalian kualitas data, terdapat beberapa tahapan yang dapat dilakukan dengan otomatis atau disebut dengan pengendalian kualitas *basic* dan terdapat beberapa tahapan yang dikemas menjadi pengendalian kualitas lanjutan atau disebut dengan metode homogenisasi. Pengendalian kualitas *basic* terdiri dari *Gross Error Check*, *Temporal Consistency*, *Internal Consistency*, dan *Temporal Coherency* [5]. Homogenisasi mengatasi dua permasalahan tahap pengendalian kualitas, yaitu *Temporal Coherency* dan *Spatial Coherency* [2].

Homogenitas data adalah kondisi data yang nilai variansinya berasal dari variansi alamiah dalam cuaca dan iklim [7]. Variansi yang homogen dalam cuaca dan iklim pada suatu runtun data hampir tidak mungkin ditemukan, hal tersebut dikarenakan pada runtun data yang panjang rentan dipengaruhi oleh kejadian-kejadian bukan faktor iklim. Homogenisasi adalah metode untuk mengatasi ketidakhomogenan data tersebut [8]. Hasil data yang dihomogenisasi lebih konsisten dan mencerminkan variasi iklim yang mendekati kebenaran.

Ketidakhomogenan data (*data inhomogeneity*) dapat menyebabkan kesalahan dalam menginterpretasikan hasil analisis iklim [9]. Metode-metode homogenisasi adalah penemuan yang bermanfaat karena mampu menghasilkan hasil analisis yang lebih baik dan mampu memahami kondisi iklim [2]. Homogenisasi harus dilakukan, terutama jika data tersebut digunakan untuk mengkaji perubahan iklim yang berkaitan dengan pengaruh lingkungan dan kehidupan sosial-ekonomi masyarakat [8].

WMO telah mempublikasikan sembilan prosedur homogenisasi otomatis yang dapat diakses oleh masyarakat umum [9]. Masing-masing prosedur homogenisasi mengandung algoritma berbeda untuk prosedur homogenisasi data, diantaranya terdapat prosedur yang mengaplikasikan algoritma *single break point* atau *multiple break point* untuk mendeteksi pergeseran *mean* dan *varian*. Terdapat prosedur yang dapat melakukan homogenisasi runtun data tunggal stasiun dan ada pula yang dapat melakukan homogenisasi beberapa runtun data di stasiun-stasiun terdekat. Selain itu pada prosedur tertentu diperlukan metadata dalam proses homogenisasi. Terdapat prosedur yang hanya dapat digunakan untuk menghomogenkan data harian atau data bulanan untuk data temperatur atau data curah hujan, dll.

Penilaian prosedur terbaik dari semua prosedur yang telah terpublikasi menunjukkan bahwa prosedur dengan kemampuan mendeteksi *multiple break point* memiliki performa yang lebih baik dari pada prosedur yang mendeteksi *single break point* [2, 7]. Penilaian

tersebut didasarkan pada penilaian secara matematik, penilaian ahli di bidang klimatologi, dan perbandingan ukuran.

Unsur yang sering digunakan untuk menganalisis kondisi iklim adalah data temperatur dan curah hujan [7]. Secara khusus Venema [7] dan Ribeiro [2] menyatakan bahwa prosedur ACMANT (*Adapted Caussian-Mestre Algorithm for homoge-nising Networks of Temperature series*) versi terbaru memiliki kemampuan menghomogenkan data temperatur paling baik. Metode ACMANT mengaplikasikan metode relatif, dimana stasiun kandidat yang akan dihomogenkan membutuhkan referensi data dari stasiun lain di sekitarnya [10].

Pada penelitian ini dilakukan pengendalian kualitas data temperatur dengan menerapkan dua tahap pengendalian, yaitu pengendalian kualitas *basic* dan pengendalian kualitas lanjutan (homogenisasi) dengan metode ACMANT.

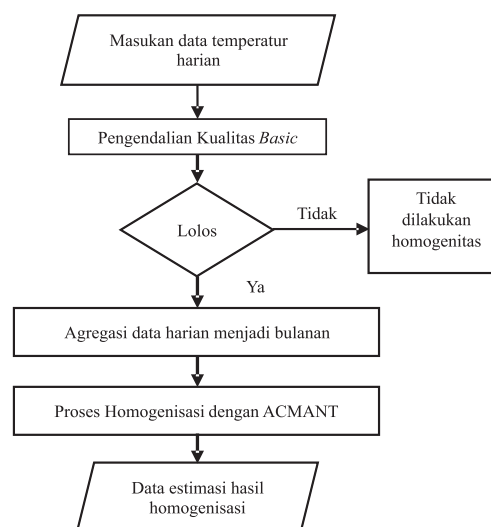
## 2. Metode Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data temperatur yang diperoleh dari pusat *database* BMKG Jakarta Pusat, dengan periode waktu antara bulan Januari 1972 sampai Desember 2012. Lokasi observasi yang digunakan adalah empat stasiun meteorologi (Stamet) di wilayah Surabaya dan sekitarnya, yaitu: Stamet Juanda, Stamet Perak I, Stamet Perak II, dan Stamet Kalianget Madura. Parameter yang digunakan adalah temperatur rata-rata (*Trata*), temperatur maksimum (*Tmaks*), dan temperatur minimum (*Tmin*) dengan basis skala waktu harian dan bulanan.

Pengendalian kualitas *basic* yang dilakukan terdiri dari 5 tahap yaitu:

- Gross Error Checking* terdiri atas eliminasi nilai *abberant value* (berada diluar batas *trashhold* yaitu lebih kecil dari  $5^{\circ}\text{C}$  dan lebih besar dari  $40^{\circ}\text{C}$  untuk data temperatur) dan pemeriksaan *consistency of calendar dates* (jumlah data sesuai dengan jumlah hari per bulan dan per tahun).
- Tolerance Test* terdiri atas eliminasi nilai temperatur yang berada di luar batas interval dan eliminasi data berulang selama empat hari atau lebih.
- Internal Consistency* adalah eliminasi nilai *Tmaks* yang kurang dari nilai *Tmin* atau sebaliknya.
- Temporal Coherency* adalah eliminasi nilai yang berselisih  $10^{\circ}\text{C}$  antara dua data pada hari yang berurutan.

Setelah melakukan pengendalian kualitas *basic* selanjutnya memastikan apakah data temperatur memenuhi syarat ketersediaan data untuk dilakukan analisis selanjutnya, yaitu dengan menghitung persentase *missing value* dari setiap runtun data. Apabila persentase *missing value* lebih dari 20 persen, maka runtun data tersebut tidak dapat digunakan untuk analisis studi lanjutan.



Gambar 1. Diagram Alir Analisis Data

Selain melalui nilai *missing value*, syarat data dapat digunakan untuk analisis lanjutan adalah tidak menunjukkan adanya perilaku runtun data yang kontradiksi terhadap pemahaman fisis dari perilaku parameter tersebut (pembulatan pada angka tertentu, dan *trend* menurun yang menunjukkan degradasi kualitas alat ukur). Gejala seperti ini dapat dilihat melalui plot data runtun waktu.

ACMANT dapat diaplikasikan pada data unsur iklim dengan basis skala waktu harian, bulanan, musiman, dan tahunan [10] dengan pendeteksian *multiple break point* dan proses homogenisasi bergantung pada unsur spasial dan temporal data di stasiun pengamatan. Hubungan antar stasiun pengamatan dihitung menggunakan nilai korelasi spasial. Apabila terdapat lebih dari 50 persen nilai korelasi spasial stasiun yang kurang dari 0.4, maka homogenisasi tidak dapat dilakukan [10].

Tahapan analisis data selengkapnya disajikan pada Gambar 1.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 – 4 berikut menyajikan hasil pengendalian kualitas *basic* untuk masing-masing proses.

**Gross Error Check.** Tidak ditemukan adanya *abberant value* atau nilai yang keluar dari batas *threshold*, yaitu kurang dari  $5^{\circ}\text{C}$  dan lebih dari  $40^{\circ}\text{C}$ , seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai minimum temperatur di keempat Stamet adalah  $16,4^{\circ}\text{C}$  dan nilai maksimum temperatur sebesar  $38,8^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan pemeriksaan *consistency of calendar dates* diketahui bahwa jumlah data per bulan dan per tahun sudah sesuai, termasuk jumlah hari pada tahun kabisat.

**Tabel1. Rata-Rata *mean*, varian, minimum dan maksimum data temperatur**

Stasiun	Rata-rata	Varian	Minimum	Maksimum
Perak I	28,1	1,7	18,1	<b>*38,8</b>
Juanda	27,8	1,7	<b>*16,4</b>	37,4
Perak II	28,7	1,8	19,0	38,0
Kalianget	27,8	1,4	18,2	35,8

\* menunjukkan nilai terkecil dan terbesar

**Tabel2. Persentase variabel yang keluar BI/mengalami pengulangan**

Stasiun	BI		Persentase Data (%)*	
	BB	BA	di Luar BI	Berulang
-----Temperatur Rata-Rata-----				
Perak I	24,4	31,4	0,33	0,03
Juanda	24,0	31,0	0,13	0,00
Perak II	24,8	32,4	0,17	0,00
Kalianget	24,4	31,1	0,14	0,00
-----Temperatur Maksimum-----				
Perak I	27,9	37,3	0,53	0,00
Juanda	28,5	36,2	0,60	0,51
Perak II	29,0	37,2	0,44	0,03
Kalianget	27,5	34,9	0,62	<b>*11,24</b>
-----Temperatur Minimum-----				
Perak I	20,5	28,0	<b>0,80</b>	0,00
Juanda	19,2	28,0	<b>0,53</b>	0,03
Perak II	20,8	28,7	<b>0,74</b>	0,00
Kalianget	21,4	28,4	<b>0,67</b>	<b>*9,46</b>

\* menunjukkan nilai terkecil dan terbesar

**Tabel3. Daftar data berulang di empat stasiun pengamatan**

Stasiun	Data	Periode Waktu Berulang (sama)
Perak I	Trata;Tmaks Tmin.	1. Bulan 4, 6, 9,11 tahun 1972, dan bulan 11 tahun 1973 2. Bulan 5, 7, 8, 10, 12 tahun 1972 dan bulan 12 1973
Juanda	Trata Tmaks Tmin	- 1. Bulan 6 dan 7 2011 -
Perak II	Trata Tmaks Tmin	- - -
Kalianget	Trata Tmaks Tmin	- 1. Bulan 11 dan 12 tahun 1982 2. Bulan 8 dan 9 tahun 1985 3. Bulan 10 dan 11 tahun1985 4. Bulan 1 dan 2 tahun 2002 5. Bulan 1-12 tahun 2009 dan bulan 1-12 tahun 2010 1. Bulan 3 dan 4 tahun 1982 2. Bulan 1-12 tahun 2009 dan bulan 1-12 tahun 2010

**Tabel4. Persentase *missing value* Trata, Tmaks, Tmin, dan CH**

Stasiun	Panjang Data	Persentase <i>Missing Data</i> (%)		
		Trata	Tmaks	Tmin
Perak I	41	0,39	1,47	0,86
Juanda	32	0,29	0,57	0,53
Perak II	32	1,48	1,74	2,05
Kalianget	33	2,95	3,18	3,21

**Tolerance Test.** Pemeriksaan nilai data temperatur yang berada diluar batas interval dilakukan pada setiap parameterdi masing-masing stasiun pengamatan. Nilai batas interval didapatkan dari perhitungan nilai rata-rata yang dijumlahkan/dikurangi dengan tiga kali nilai standar deviasi. Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa variabel dengan rata-rata persentase tertinggi data di luar batas interval adalah Tmin, sedangkan stasiun dengan rata-rata persentase tertinggi terjadi pengulangan data adalah Stamet Kalianget Madura.

Pengulangan data untuk semua parameterdi keempat stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3. Tingginya persentase data berulang menunjukkan beberapa kemungkinan kesalahan pada saat perekapan data dari *hard copy* ke *soft copy*, selain itu terdapat kemungkinan terjadi kesalahan oleh pengamat yang melakukan perekaman data [3].

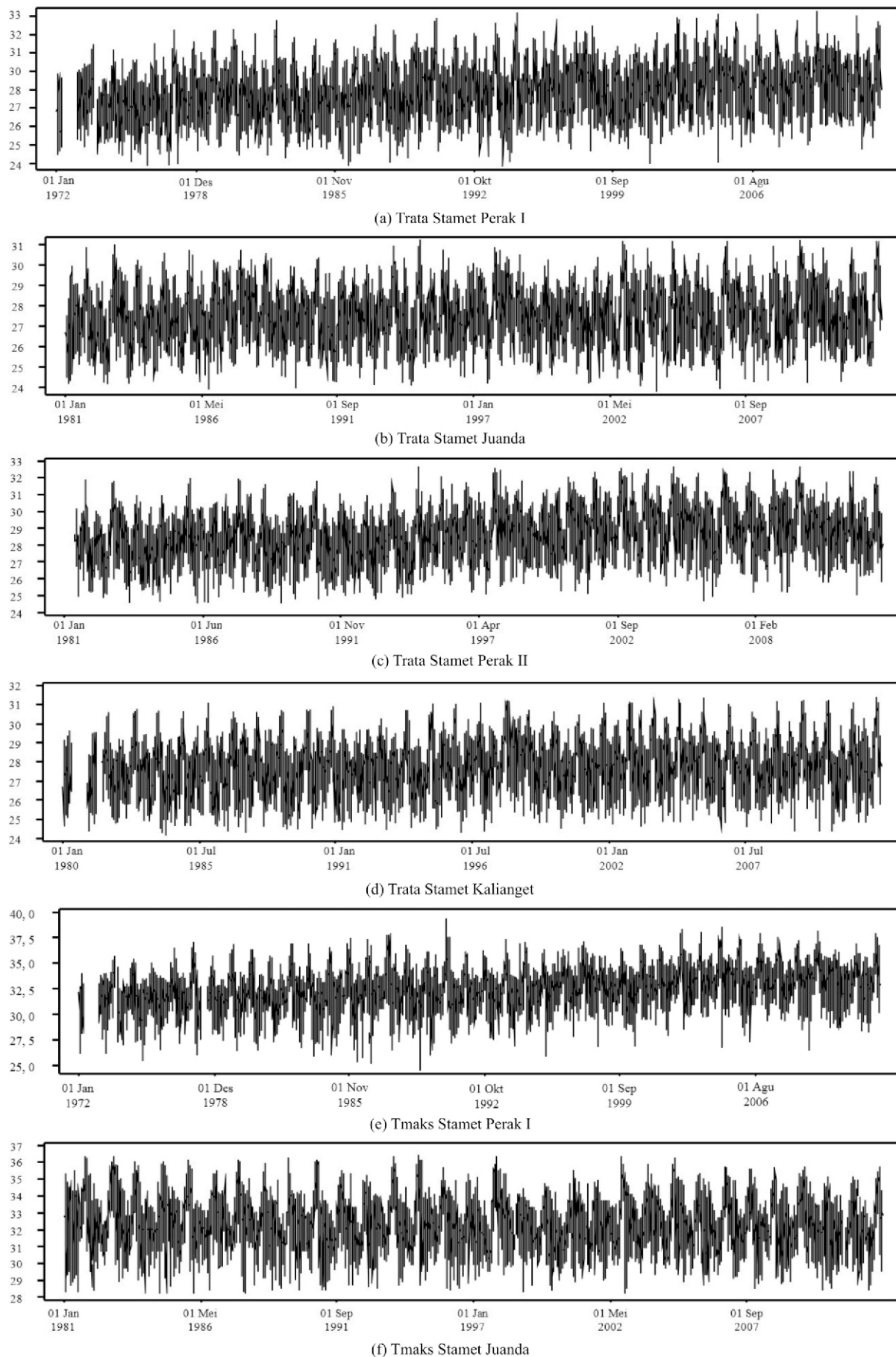
**Internal Consistency.** Eliminasi data yang berkaitan terhadap konsistensi nilai pengamatan. Seperti Tmaks harus lebih besar daripada Tmin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ditemukan data yang tidak konsisten untuk semua variabel di keempat stasiun pengamatan.

**Temporal Coherency.** Eliminasi nilai yang berselisih 10 derajat Celcius antara dua data pada hari yang berurutan tidak ditemukan untuk semua variabel di empat stasiun pengamatan.

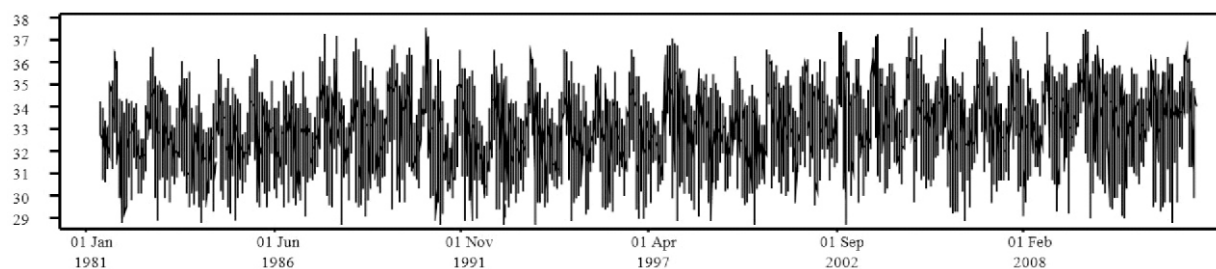
Setelah dilakukan pengendalian kualitas *basic*, dilakukan perhitungan persentase *missing value* pada setiap variabel pengamatan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tidak terdapat variabel pada keempat Stamet yang memiliki persentase *missing value* lebih dari 20 persen, seperti ditunjukan pada Tabel 4. Oleh karena itu selanjutnya dapat dilakukan proses homogenisasi untuk semua variabel di empat stasiun pengamatan tersebut.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pemeriksa-an terhadap plot runtun data. Data yang tidak mengandung *physical irrelevance* adalah data yang tidak menunjukkan pola musiman, tidak menampakkan pembulatan hasil pengukuran, dan tidak menampakkan terjadinya penurunan runtun data secara perlahan. Gambar 2 menunjukkan bahwa data Trata dan Tmaks di empat stasiun tidak mengandung *physical irrelevance*.

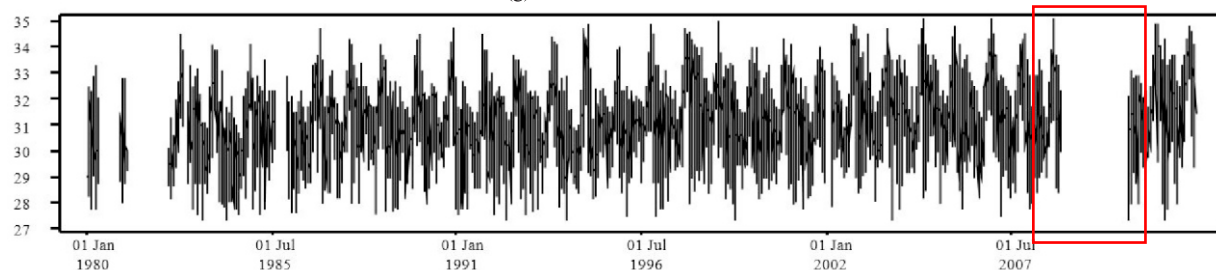




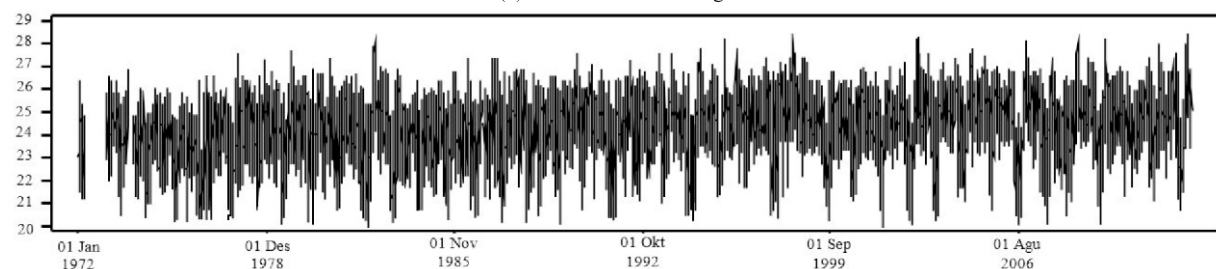
**Gambar. 2. Plot runtun data Trata, Tmaks, dan Tmin**



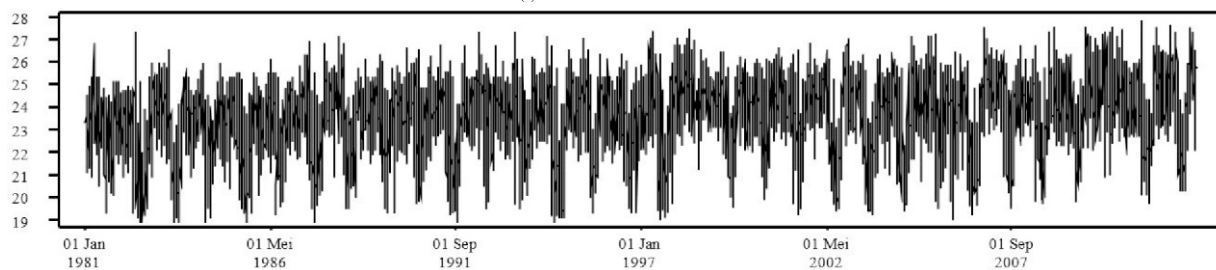
(g) Tmaks Stamet Perak II



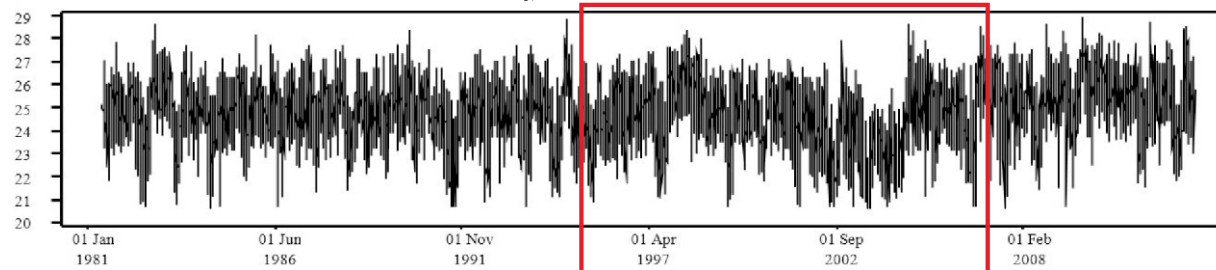
(h) Tmaks Stamet Kalianget



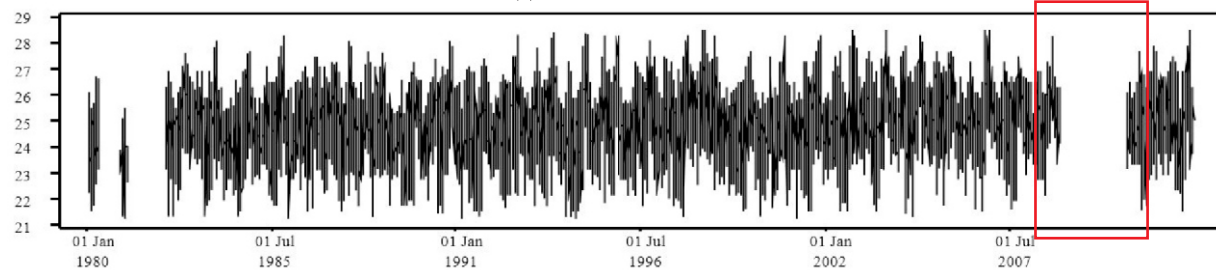
(i) Tmin Stamet Perak I



(j) Tmin Stamet Juanda



(k) Tmin Stamet Perak II



(l) Tmin Stamet Kalianget

**Lanjutan Gambar 2. Plot runtun data Trata, Tmaks, dan Tmin (Keterangan: Tanda kotak pada [k] menunjukkan adanya perbedaan mean; Tanda kotak pada [h] dan [l] menunjukkan adanya missing data)**

Namun untuk variabel Tmin di Stamet Perak II menunjukkan adanya pola penurunan secara perlahan, kemudian naik, seperti diberikan tanda kotak pada Gambar 2. Hal tersebut mengindikasikan adanya degradasi kualitas alat, yaitu alat yang lama berfungsi saat plot data terlihat menurun perlahan dan kemudian kemungkinan saat diganti dengan alat yang baru runtun data naik kembali. Pada penelitian ini, tahap pemeriksaan plot runtun data diasumsikan terpenuhi, dengan tujuan untuk dapat mengetahui hasil dari proses homogenisasi dari data tersebut.

Pengendalian kualitas lanjutan atau homogenisasi dilakukan dengan menerapkan metode relatif. Yaitu data yang digunakan berasal dari beberapa stasiun pengamatan yang memenuhi syarat adanya hubungan spasial dan temporal. Periode waktu yang digunakan adalah disesuaikan dengan ketersediaan data terbanyak, yaitu data di stasiun pengamatan Perak I sepanjang 42 tahun. Untuk stasiun lainnya mengikuti dengan panjang data stasiun Perak I, dimana tahun yang tidak memiliki data diisi dengan kode *missing value* (-999.9).

Salah satu kelebihan prosedur homogenisasi ACMANT adalah dapat menghomogenkan dengan baik data basis skala waktu harian dan bulanan, sehingga data yang dihomogenkan meliputi data harian dan bulanan. Data bulanan didapatkan dari agregasi data harian menjadi data bulanan, dimana syarat yang diterapkan adalah apabila dalam satu bulan terdapat enam hari atau lebih hari bernilai *missing value* maka data pada bulan tersebut dikatakan sebagai *missing value*. Nilai bulanan data temperatur didapatkan dari rata-rata nilai harian dalam satu bulan.

Parameter data harian yang dapat dihomogenisasi adalah Trata, Tmaks, dan Tmin, sedangkan parameter data bulanan yang dapat dihomogenkan juga sama. Hubungan antar stasiun pengamatan untuk masing-masing stasiun dan variabel diidentifikasi melalui nilai korelasi spasial, seperti disajikan pada Tabel 5. Semakin kecil nilai korelasi spasial menunjukkan bahwa hubungan antar stasiun semakin lemah. Dari semua variabel pengamatan, nilai korelasi spasial antara stasiun Kalianget dengan stasiun lainnya selalu lebih kecil daripada nilai korelasi spasial antara stasiun lainnya. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan karena stasiun pengamatan Kalianget memiliki lokasi yang paling jauh diantarastasiun pengamatan lainnya.

Hasil homogenisasi metode ACMANT, didapatkan dari perhitungan nilai-nilai temperatur stasiun-stasiun pengamatan yang disesuaikan dengan kondisi runtun data. Hal tersebut dapat dilihat melalui perbandingan plot data asli dan plot data hasil homogenisasi pada Gambar 3. Lebih dari 50 persen runtun data yang diamati menunjukkan bahwa plot data hasil homogenisasi bergeser dari plot data asli.

**Tabel 5. Nilai korelasi spasial antar stasiun pengamatan untuk data**

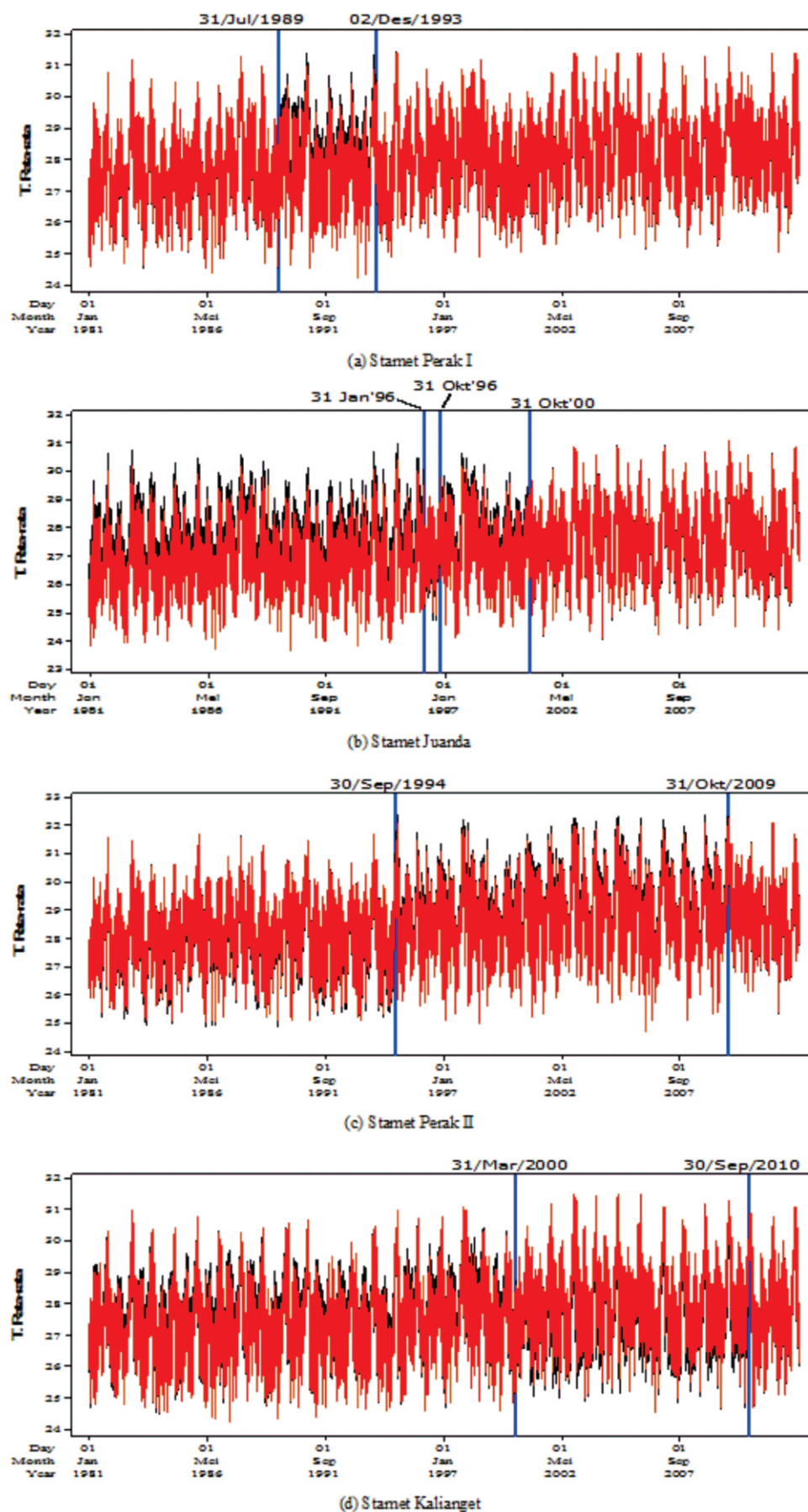
	Perak I	Juanda	Perak II	Kalianget
-----Temperatur Rata-Rata Harian-----				
Perak I	0,000	0,816	0,830	0,706
Juanda	0,816	0,000	0,832	0,714
Perak II	0,830	0,832	0,000	0,715
Kalianget	<b>0,706</b>	<b>0,714</b>	<b>0,715</b>	0,000
-----Temperatur Maksimum Harian-----				
Perak I	0,000	0,791	0,860	0,765
Juanda	0,791	0,000	0,786	0,732
Perak II	0,860	0,786	0,000	0,779
Kalianget	<b>0,765</b>	<b>0,732</b>	<b>0,779</b>	0,000
-----Temperatur Minimum Harian-----				
Perak I	0,000	0,744	0,811	0,679
Juanda	0,744	0,000	0,683	0,613
Perak II	0,811	0,683	0,000	0,602
Kalianget	<b>0,679</b>	<b>0,613</b>	<b>0,602</b>	0,000
-----Temperatur Rata-Rata Bulanan-----				
Perak I	0,000	0,812	0,826	0,707
Juanda	0,812	0,000	0,828	0,733
Perak II	0,826	0,828	0,000	0,710
Kalianget	<b>0,707</b>	<b>0,733</b>	<b>0,710</b>	0,000
-----Temperatur Maksimum Bulanan-----				
Perak I	0,000	0,766	0,847	0,729
Juanda	0,766	0,000	0,773	0,693
Perak II	0,847	0,773	0,000	0,738
Kalianget	<b>0,729</b>	<b>0,693</b>	<b>0,738</b>	0,000
-----Temperatur Minimum Bulanan-----				
Perak I	0,000	0,657	0,695	0,517
Juanda	0,657	0,000	0,699	0,593
Perak II	0,695	0,699	0,000	0,565
Kalianget	<b>0,517</b>	<b>0,593</b>	<b>0,565</b>	0,000

Hal ini menunjukkan bahwa data asli tidak homogen, sehingga dihomogenkan secara temporal dan spasial menjadi plot data berwarna merah.

Pergeseran (*shift*) setiap parameter dapat dilihat pada Gambar 3 yang ditandai dengan garis vertikal berwarna biru, dimana letak pergeseran sebenarnya dapat dicocokkan dengan metadata stasiun pengamatan. Metadata adalah catatan data yang berisi aktifitas pengamatan di stasiun dan kondisi lokasi pengamatan yang sesungguhnya. Melalui pencocokan metadata dapat diketahui apakah kejadian pada waktu terjadinya *shift* merupakan kejadian-kejadian iklim atau non iklim. Apabila merupakan kejadian karena faktor iklim, maka tidak perlu dihomogenkan. Namun jika merupakan faktor bukan iklim, maka perlu dihomogenkan.

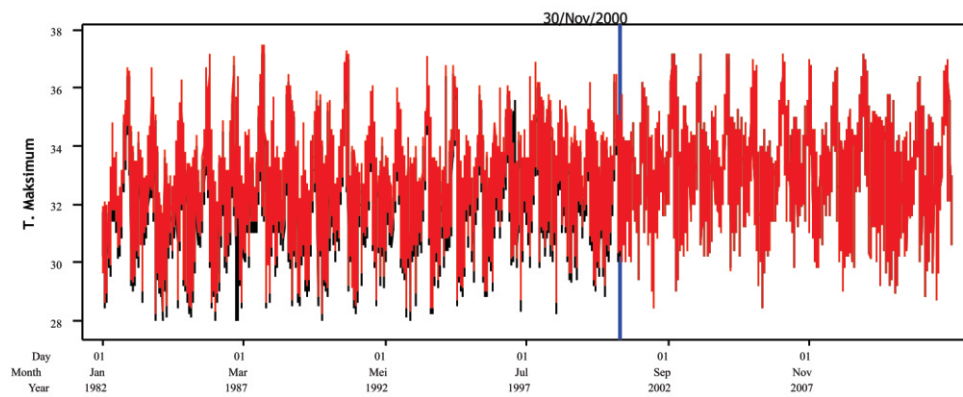
Keberadaan metadata pada stasiun pengamatan sangat penting agar rekaman data pada kejadian iklim khusus, seperti El Nino atau La Nina tidak dideteksi sebagai *inhomogeneity* dalam runtun data. Pada saat kejadian El-Nino tahun 1997/1998, Indonesia mengalami musim kering yang panjang. Sebaliknya pada saat terjadinya La-Nina tahun 1999, Indonesia mengalami kenaikan curah hujan yang tinggi [11].



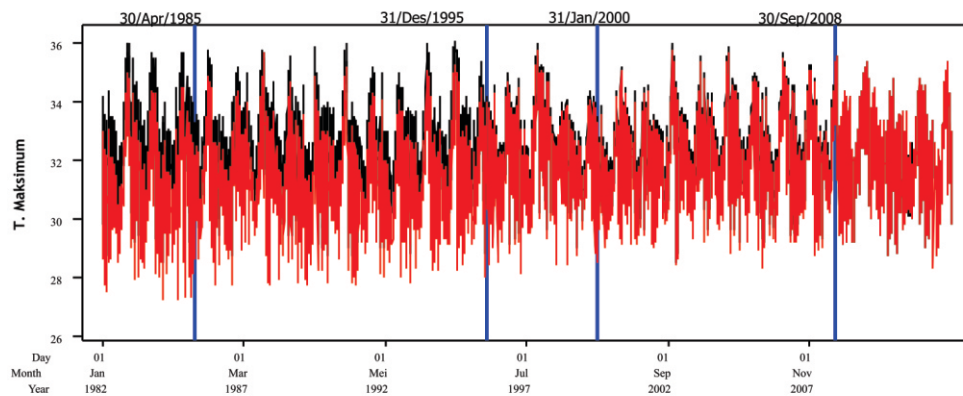


Gambar.3. Plot data asli (hitam) dan plot data hasil homogenisasi (merah) (Keterangan: Garis biru menunjukkan waktu terjadi break point).

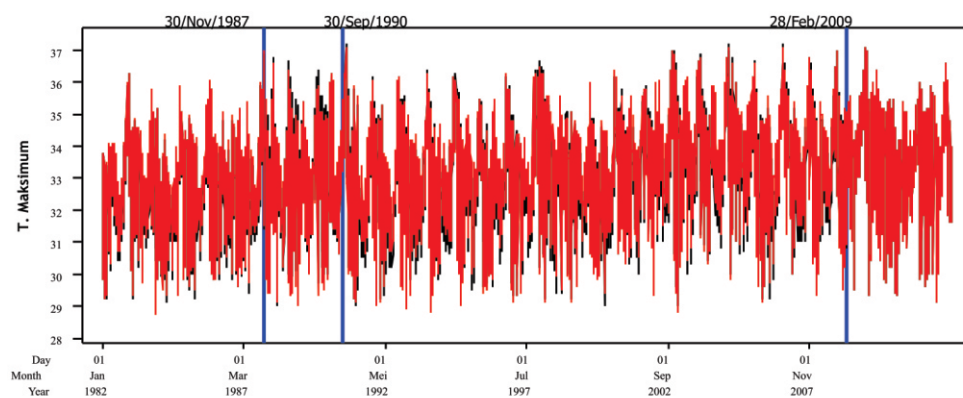




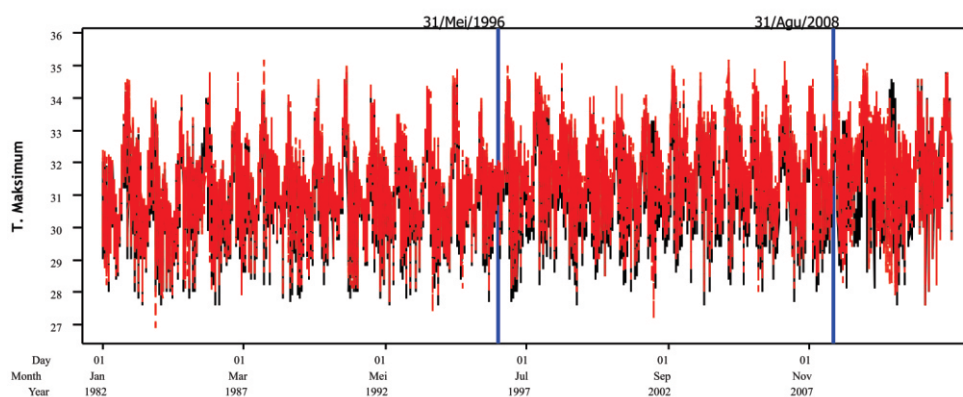
(e) Tmaks Stamet Perak I



(f) Tmaks Stamet Juanda

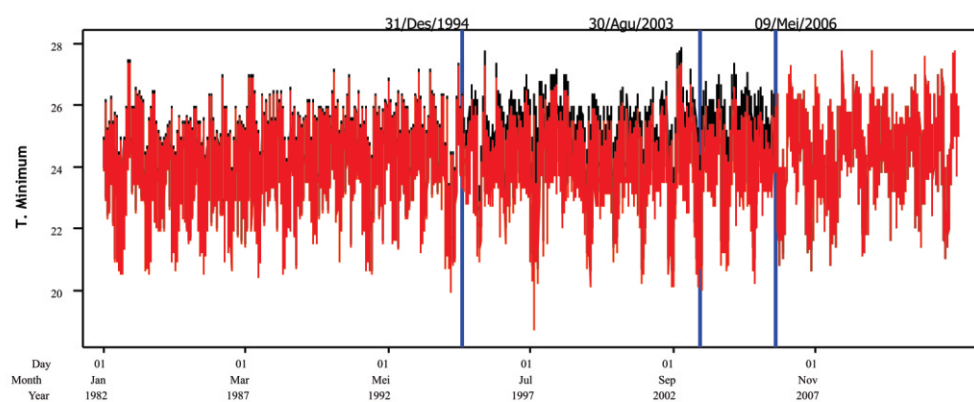


(g) Tmaks Stamet Perak II

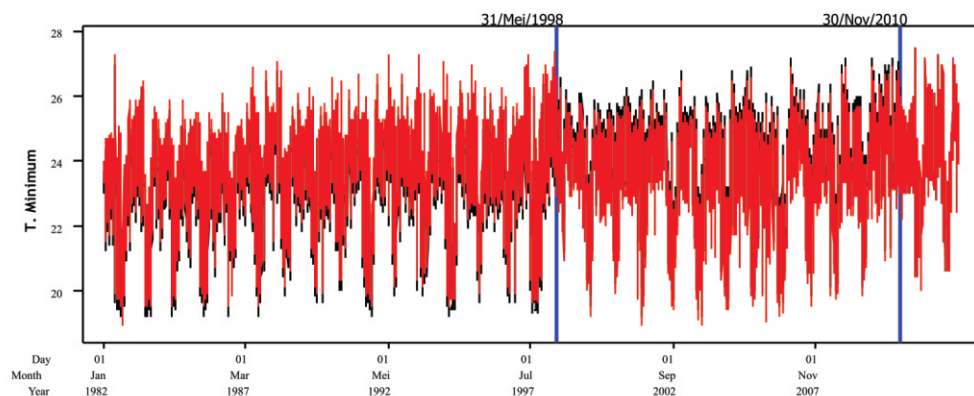


(h) Tmaks Stamet Kalianget

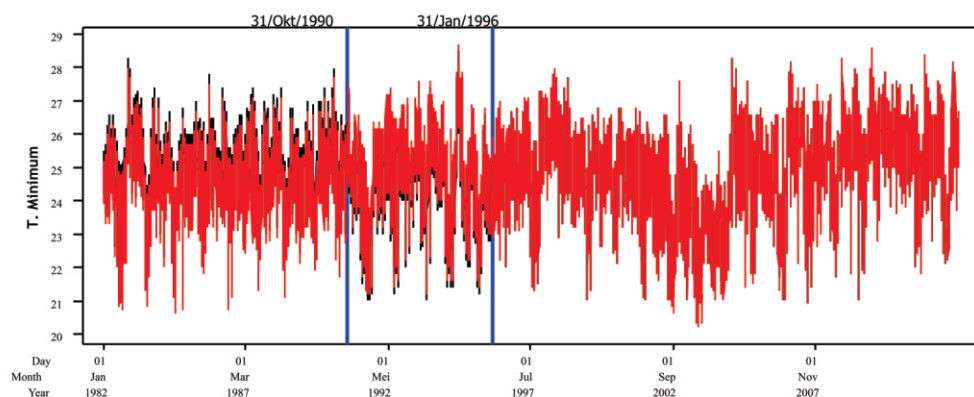
**Lanjutan Gambar. 3.** Plot data asli (hitam) dan plot data hasil homogenisasi (merah) (Keterangan: Garis biru menunjukkan waktu terjadi break point).



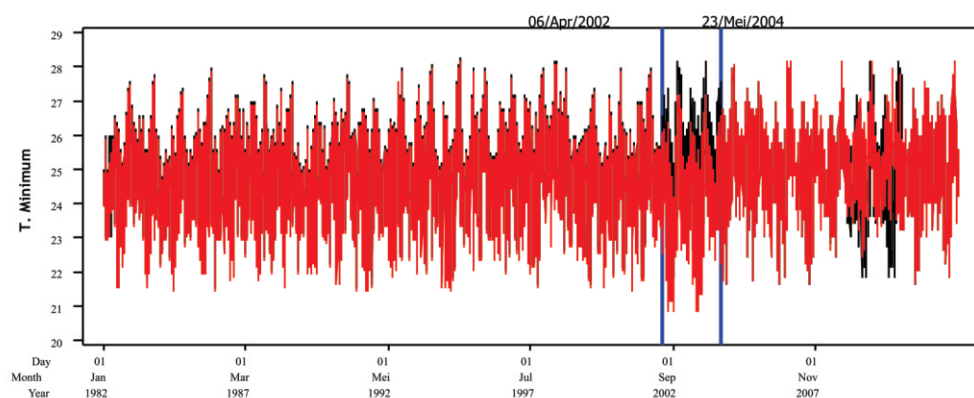
(i) Tmin Stamet Perak I



(j) Tmin Stamet Juanda

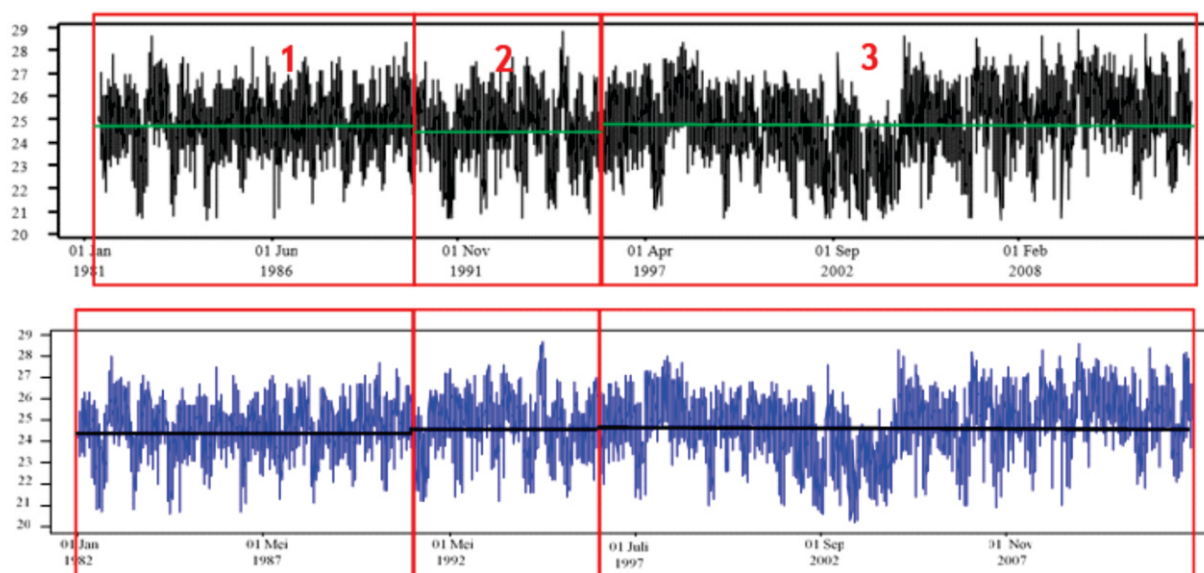


(k) Tmin Stamet Perak II



(l) Tmin Stamet Kalianget

Lanjutan Gambar. 3. Plot data asli (hitam) dan plot data hasil homogenisasi (merah) (Keterangan: Garis biru menunjukan waktu terjadi break point).



Untuk keperluan validasi pada data hasil homogenisasi, maka dilakukan pemeriksaan terhadap plot data mulai tahun 1997 sampai 1999. Gambar 3 menunjukkan bahwa  $T_{rata}$ ,  $T_{maks}$ , dan  $T_{min}$  di empat stasiun pengamatan tidak menunjukkan adanya pergeseran data antara tahun 1997 sampai dengan 1999. Untuk mengidentifikasi pergeseran nilai tengah ( $mean$ ) data yang sudah dilakukan homogenisasi, maka dipilih salah satu data yang bermasalah pada saat pengendalian *basic*, seperti disajikan pada Gambar 4.

Hasil metode ACMANT mendeteksi terdapat dua pergeseran yang terjadi pada variabel  $T_{min}$  Stamat Perak 2, yaitu pada tanggal 31 Oktober 1990 dan 31 Januari 1996. Nilai  $mean$  bagian 1, 2, dan 3 pada data asli adalah 24,8; 24,5; dan 24,9. Nilai  $mean$  bagian 1, 2, dan 3 pada data hasil homogenisasi adalah 25,8; 24,7; dan 24,8. Untuk keseluruhan nilai  $mean$  dari data tersebut adalah sama, yaitu 24,7. Pada data asli, terjadi penurunan nilai  $mean$  dari data bagian pertama dengan data bagian kedua kemudian naik lagi menjadi data bagian ketiga. Pada data hasil homogenisasi nilai  $mean$  naik secara berurutan, dimulai dengan nilai  $mean$  pada data bagian pertama paling kecil, kemudian data bagian kedua, dan data bagian ketiga.

Proses pendeteksian tersebut tentu saja dipengaruhi oleh unsur temporal runtun data dan unsur spasial yang melibatkan data disekitarnya. Secara umum *shift* pada variabel  $T_{min}$  tidak tampak jelas menunjukkan *shift* dalam data, sedangkan terdapat macam-macam *shift* yaitu *shift* karena  $mean$ , *shift* karena  $varian$ , dan *shift* karena adanya *trend* [4]. Informasi mengenai *shift* yang terjadi pada data pengamatan dapat memberikan manfaat yang besar dalam bidang kajian perubahan iklim, tentunya apabila adanya dukungan dari metadata stasiun pengamatan.

Perbedaan rata-rata nilai  $mean$  untuk seluruh data yang dihomogenkan adalah 0,1 lebih kecil dibandingkan dengan rata-rata nilai  $mean$  untuk data asli.

#### 4. Kesimpulan

Beberapa data temperatur di wilayah penelitian banyak mengandung pengulangan data selama empat hari, bahkan bulanan hingga tahunan. Kemungkinan penyebab pengulangan tersebut diantaranya: kesalahan pada saat perekaman data oleh pengamat dan kesalahan pencatatan ulang dari *hard copy* ke *soft copy*.

Pada proses homogenisasi, metode ACMANT melakukan pendeteksian *shift* pada data amatan dengan mempertimbangkan unsur temporal dan spasial. Hasil data yang terhomogenisasi diketahui memiliki rata-rata nilai  $mean$  0,1 lebih kecil daripada rata-rata nilai  $mean$  data asli.

Kasus pengulangan data dan deteksi *shift* pada data amatan membutuhkan informasi metadata yang menunjukkan kejadian yang sebenarnya terjadi pada waktu tersebut. Jika benar pada waktu tersebut terjadi fenomena alam, maka tidak perlu dihomogenkan, tetapi jika pada waktu tersebut bukan faktor iklim maka perlu dilakukan langkah homogenisasi agar hasil pengolahan data tersebut tidak menimbulkan kesalahan interpretasi dan sebaik mungkin merepresentasikan evolusi iklim. Hasil kajian perubahan iklim yang baik sangat bergantung pada kualitas runtun data yang digunakan [12].

#### Daftar Pustaka

[1] L. Nihayatin, "Perbandingan Uji Homogenitas

- Runtun Data Curah Hujan Sebagai Pra-Pemrosesan Kajian Perubahan Iklim,” *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, vol. 2, no. 2, 2013.
- [2] S. Ribeiro, J. Caineta, A. Costa, “Review and discussion of homogenisation methods for climate data,” *Physics and Chemistry of the Earth*, 2015.
- [3] E. Aguilar, I. Auer, M. Brunet et al., “Guidelines on Climate Metadata and Homogenization,” *World Meteorological Organization (WMO)*, no. 1186, pp. 55, 2003.
- [4] T. Peterson, D. Easterling, T. Karl et al., “Homogeneity Adjustments of in situ Atmospheric Climate Data: A Review,” *International Journal of Climatology*, vol. 1998, pp. 1493-1517, 1998.
- [5] I. Zahumensky, “Guidlines on quality control procedures for data from automatic weather stations,” *Methods*, no. 955, pp. 2-6, 2004.
- [6] WMO, “Report of the Eighth Session of the GOS/WCRP Atmospheric Observation Panel for Climate (AOPC),” vol. 76, no. 1125, 2002.
- [7] V. Venema, O. Mestre, E. Aguilar et al. “Benchmarking homogenization algorithms for monthly data,” *AIP Conference Proceedings*, vol 1552 8, pp. 1060-1065, 2013.
- [8] C. Beaulieu, O. Seidou, T. Ourda et al., “Intercomparison of homogenization techniques for precipitation data,” *Water Resources Research*, vol. 44, no. 2, pp. 1-20, 2008.
- [9] WMO. “Web Site of The Task Team on Homogenization.” Internet: [www.climatol.eu/DARE](http://www.climatol.eu/DARE), diakses pada 1 Februari 2010.
- [10] P. Domonkos, “Homogenization of precipitation time series with ACMANT,” pp. 1-17, 2016.
- [11] I. Sofian, A. Supangat, M. Fitriyanto et al. “Pada Pesisir dan Laut di Indonesia Bagian Timur,” pp. 53-64, 2011.
- [12] Putri, J.W., “Homogenisasi Data Unsur Iklim sebagai Tahap Pra-Pemrosesan Kajian Perubahan Iklim dengan Metode ACMANT dan Climatol,” Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, 2016.