TUGAS AKHIR - SS141501

HOMOGENISASI DATA UNSUR IKLIM SEBAGAI TAHAP PRA-PEMROSESAN KAJIAN PERUBAHAN IKLIM DENGAN METODE ACMANT DAN CLIMATOL

PUTRI JUANITA WAHAB
NRP 1312 100 022

Dosen Pembimbing
Dr. Sutikno, S. Si., M. Si
Dr. Ardhasena Sopaheluwakan

PROGRAM STUDI S1
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016

FINAL PROJECT - SS141501

HOMOGENIZATION THE ELEMENT OF CLIMATE DATA AS STAGE OF PRE-PROCESSING RESEARCH OF CLIMATE CHANGE WITH ACMANT AND CLIMATOL METHODS

PUTRI JUANITA WAHAB
NRP 1312 100 022

Supervisor
Dr. Sutikno, S. Si., M. Si
Dr. Ardhasena Sopaheluwakan

UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTEMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016

LEMBAR PENGESAHAN

HOMOGENISASI DATA UNSUR IKLIM SEBAGAI TAHAP PRA-PEMROSESAN KAJIAN PERUBAHAN IKLIM DENGAN METODE ACMANT DAN CLIMATOL

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

PUTRI JUANITA WAHAB
NRP 1312 100 022

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Sutikno ( )
NIP : 19710313 199702 1 001

Dr. Ardhasena Sopaheluwakan ( )
NIP : 19760201 201012 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

Dr. Suhartono
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2016

HOMOGENISASI DATA UNSUR IKLIM SEBAGAI TAHAP PRA-PEMROSESAN KAJIAN PERUBAHAN IKLIM DENGAN METODE ACMANT DAN CLIMATOL

Nama Mahasiswa : Putri Juanita Wahab
NRP : 1312100022
Jurusan : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr. Sutikno, M.Si
Co-Pembimbing : Dr. Ardhasena Sopaheluwakan

Abstrak

Kesalahan interpretasi hasil kajian perubahan iklim rentan terjadi pada data yang memiliki panjang lebih dari 30 tahun. Kejadian selama 30 tahun pada stasiun-stasiun pengamatan BMKG meliputi pergantian pengamat, pergantian alat, dan perpindahan lokasi stasiun/ alat dapat menyebabkan ketidakkontinuan data yang dinamakan *inhomogenity* data. Oleh karena itu diperlukan metode homogenisasi data unsur iklim, terutama pada data curah hujan dan temperatur, untuk mengurangi kesalahan dalam menginterpretasikan hasil kajian. Beberapa metode homogenisasi yang telah dikembangkan oleh peneliti dunia di antaranya adalah ACMANT dan Climatol. Proses homogenisasi data merupakan bagian dari pengendalian kualitas data. Pada penelitian ini sebelum dilakukan homogenisasi, maka dilakukan pengendalian kualitas *basic* yang terdiri atas *Gross Error Check*, *Tolerance Test*, *Internal Consistency*, *Temporal Coherency*, *Missing Value Check*, dan Pengendalian Kualitas *Visual*. Data hasil pengendalian kualitas *basic* dihomogenkan dengan basis skala waktu harian dan bulanan menggunakan metode ACMANT dan Climatol. Kedua metode menggunakan teori relatifiitas dengan pendekatan yang berbeda yaitu kedekatan lokasi untuk Climatol dan nilai korelasi spasial untuk ACMANT, selain itu algoritma deteksi *break point* keduanya juga berbeda yaitu *single break point* untuk Climatol dan *multiple break point* untuk ACMANT. Perbandingan kedua metode tersebut dilakukan pada data temperatur rata-rata, temperatur maksimum, dan temperatur minimum bulanan. Metode homogenisasi yang lebih baik melakukan homogenisasi yaitu ACMANT karena nilai CRMSE yang didapatkan lebih kecil dan menggunakan deteksi *multiple break point.*

Kata Kunci: Homogenisasi, temperatur, curah hujan, ACMANT, Climatol

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

HOMOGENIZATION THE ELEMENT OF CLIMATE DATA AS STAGE OF PRE-PROCESSING RESEARCH OF CIMATE CHANGE WITH ACMANT AND CLIMATOL METHODS

Name of Student : Putri Juanita Wahab
NRP : 1312 100 022
Departement : Statistics
Supervisor : Dr. Sutikno, M.Si
Co-Supervisor : Dr. Ardhasena Sopaheluwakan

Abstract

Misinterpretation results of research of climate change susceptible to data with a length of more than 30 years. Events during long time at BMKG observation stations covering the turn of the observer, turn the tool, and the transfer station location / equipment can cause the data discontinuity called inhomogenity data. Therefore we need a method of homogenizing the climate data, especially on precipitation and temperature, to reduce errors in interpreting the results of the study. Several methods of homogenization that has been developed by researchers in the world are ACMANT and Climatol. Homogenization process the data is part of the quality control data. In this study prior to homogenization, then the basic quality control consisting of Gross Error Check, Tolerance Test, Internal Consistency, Temporal Coherency, Missing Value Check, and Visual Quality Control. Data from basic quality control, homogenized with the base daily and monthly time scales using homogenization methods ACMANT and Climatol. The both of methods use the theory of relatif homogenization with a different approach that are nearness of location for Climatol and spatial correlation for ACMANT. Detection break point is also different, single break point for Climatol and multiple break points for ACMANT. Comparison of two methods using time base monthly for data average temperature, maximum tempe-rature and minimum temperature. Homogenization methods better perform homogeni-zation of climate data using time base monthly with ACMANT method because CRMSE values obtained are smaller, and ACMANT also detect multiple break points.

Keywords: *homogenization, temperatur, precipitation, ACMANT, Climatol*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul **"HOMOGENISASI DATA UNSUR IKLIM SEBAGAI TAHAP PRA-PEMROSESAN KAJIAN PERUBAHAN IKLIM DENGAN METODE ACMANT DAN CLIMATOL"** dapat terselesaikan. Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada.

1. Dr. Sutikno selaku dosen pembimbing dan Dr. Ardhasena Sopaheluwakan selaku co-pembimbing yang senantiasa membimbing dan memberi arahan hingga terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini.
2. Dr. R. Muhammad Atok, M.Si dan Shofi Andari, S.Stat, M.Si selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Suhartono, M. Sc selaku Ketua Jurusan Statistika FMIPA ITS dan Dr. Irhamah, S.Si, M.Si selaku dosen wali.
4. Staff Bidang Analisa dan Informasi Iklim di lantai 6 Gedung BMKG Kemayoran serta Staff Bidang Litbang Klimatologi dan Kualitas Udara di lantai 8 Gedung BMKG Kemayoran yang memberikan nasehat dan bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan karyawan di lingkungan Jurusan Statistika ITS yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman, dan bantuan kepada penulis.
6. Orang tua penulis, Bapak Abdul Wahab dan Ibu Eni Listiana, serta Adik Muhammad Yusuf Ibrahim yang tidak

henti-hentinya memberikan dukungan, semangat, dan doa untuk kesuksesan penulis.

7. Sahabat Geng-Gong, teman-teman Statistika ITS, Σ23, Staff Kemensosmas Muda Bersahabat, Keluarga Besar Sosmas, dan Keluarga Besar BEM ITS atas kebersamaan dan pengalaman yang telah diberikan.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan maupun dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih terdapat ketidaksempurnaan dalam Laporan Tugas Akhir ini, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis agar Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi pembaca dan berbagai pihak.

Surabaya, Juli 2016
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
TITLE PAGE ii
LEMBAR PENGESAHAN iii
ABSTRAK v
ABSTRACT vii
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR LAMPIRAN xvii
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 4
BAB II TINJIAN PUSTAKA
2.1 Pengontrolan Kualitas 5
2.2 Koreksi dan Deteksi Ketidakhomogenan Data 7
2.2.1 Metode Homogenisasi *Direct* dan *Indirect* 7
2.2.2 Metode Homogenisasi Absolut dan Relatif 8
2.2.3 *Single* dan *Multiple Break Point* 8
2.2.4 Data dengan *trend* dan *Shift* pada Varian 10
2.3 Metode Homogenisasi Otomatis 12
2.3.1 ACMANT 12
2.3.2 Climatol 19
2.5 Penilaian Metode Terbaik 24
2.6 Data Unsur Iklim BMKG 24
2.7 Penelitian Sebelumnya 26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Sumber Data 27

3.2 Variabel Penelitian 27
3.3 Langkah Penelitian 28
BAB IV ANALISIS DAN PENELITIAN
4.1 Pengendalian Kualitas *Basic* 31
4.1.1 *Gross Error Check* 33
4.1.2 *Tolerance Test* 34
4.1.3 *Internal Consistency* 36
4.1.4 *Temporal Consistency* 36
4.1.5 *Missing Value Check* 37
4.1.6 Pengendalian Kualitas Visual 37
4.2 Pengendalian Kualitas Lanjutan (Homogenisasi) 38
4.2.1 ACMANT 38
4.2.2 Climatol 41
4.3 Perbandingan Metode Homogenisasi ACMANT dan Climatol 44
4.3.1 Perbandingan Empiris 44
4.3.2 Perbandingan Matematis 46
BAB V PENUTUP
5.1 Kesimpulan 49
5.2 Saran 49
DAFTAR PUSTAKA 51
LAMPIRAN 55
BIODATA PENULIS 143

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Struktur Data Trata/Tmaks/Tmin/CH Harian 27
Tabel 3.2 Struktur Data Trata/Tmaks/Tmin/CH Bulanan ...26
Tabel 4.1 Tabulasi Data Stasiun di Wilayah Pengamatan ...31
Tabel 4.2 Nilai Rata-rata, Varian, Minimum, dan Maksimum Data Stasiun di Wilayah Pengamatan 32
Tabel 4.3 Batas Atas (BA), Batas Bawah (BB), Persentase Data yang Berada di Luar BI dan Data Berulang 35
Tabel 4.4 Persentase *Missing Value* Trata, Tmaks, Tmin, CH 37
Tabel 4.5 Korelasi Spasial Data CH Harian dan Bulanan Antar Stasiun Pengamatan 39
Tabel 4.6 Data Trata, Tmaks, Tmin, CH Hasil Homogenisasi Metode Climatol 43
Tabel 4.7 Perbandingan Empiris Metode ACMANT dan Climatol 45
Tabel 4.8 Nilai RMSE Hasil Homogenisasi Metode ACMANT dan Climatol 46
Tabel 4.9 Nilai CRMSE Hasil Homogenisasi Metode ACMANT dan Climatol 46

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Runtun Data yang Memiliki Pergeseran (S*hift*) 10
Gambar 2.2 Runtun Data yang Memiliki (a) *Trend* dan (b) Pergeseran pada Varian 11
Gambar 2.3 Meminimumkan Penyimpangan dengan (a) Regresi Tipe I dan (b) Regresi Tipe II..... 20
Gambar 2.4 Bentuk yang Berbeda dari Fungsi Pembombotan 21
Gambar 3.1 Diagram Alir 29
Gambar 4.1 Pola Curah Hujan Harian..... 33
Gambar 4.2 Plot Data Trata Stamet Juanda..... 40
Gambar 4.3 Persentase Data Asli 41
Gambar 4.4 Deteksi *Shift* Metode Cimatol pada Data Tmin Stasiun Perak II 42

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data
Lampiran 1 (a) Data T7, T13, T18, Trata, Tmaks, Tmin, CH Stamet Perak I 55
Lampiran 1 (b) Data T7, T13, T18, Trata, Tmaks, Tmin, CH Stamet Juanda 56
Lampiran 1 (c) Data T7, T13, T18, Trata, Tmaks, Tmin, CH Stamet Maritim Perak II 57
Lampiran 1 (d) Data T7, T13, T18, Trata, Tmaks, Tmin, CH Stamet Kalianget Madura 58
Lampiran 2 Prosedur Pengendalian Kualitas *Basic*
Lampiran 2 (a) *Gross Error Check* 55
Lampiran 2 (b) *Tolerance Test* 56
Lampiran 2 (c) *Internal Consistency*, *Temporal Consistency* dan *Missing Value Check* 57
Lampiran 2 (d) Pengendalian Kualitas *Visual*..... 58
Lampiran 3 Hasil Pengendalian Kualitas *Basic*
Lampiran 3 (a) Data Harian Hasil QC-*Basic* 73
Lampiran 3 (b) Agregasi Data Harian Menjadi Bulanan .. 75
Lampiran 3 (c) Data Basis Skala Bulanan Hasil Agregasi 76
Lampiran 4 Metode Homogenisasi ACMANT
Lampiran 4 (a) Prosedur Menjalankan Metode ACMANT 77
Lampiran 4 (b) Data Hasil Homogenisasi..... 84
Lampiran 4 (c) Korelasi Spasial Antar Stasiun Pengamtan 92
Lampiran 4 (d) Deteksi *Break Point* dan *Outlier* 96
Lampiran 5 Metode Homogenisasi Climatol
Lampiran 5 (a) Prosedur Menjalankan Metode Climatol ..99
Lampiran 5 (b) Dendogram 101
Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2 ...103
Lampiran 5 (d) Plot Data Homogen dan Data Asli 123

Lampiran 6 Plot Data Asli dan Data Hasil Homogenisasi Metode ACMANT dan Climatol 131

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan rekonstruksi iklim atau kajian perubahan iklim membutuhkan rekaman data lebih dari 30 tahun. Hal tersebut dikarenakan dalam kajian perubahan iklim diperlukan penilaian terhadap *trend*, pola musiman, dan kolaborasi dari beberapa data unsur iklim. Apabila data diambil sejak tahun 1980-an di stasiun-stasiun pengamatan BMKG, kejadian-kejadian seperti pergantian pengamat, pergantian alat, dan pergantian lokasi alat/stasiun dapat menyebabkan terjadinya beberapa permasalahan. Beberapa permasalahan tersebut adalah kesalahan persepsi dalam pengambilan data oleh pengamat dan terjadinya kalibrasi alat karena alat baru memiliki kemampuan mendeteksi yang lebih baik. Oleh karena itu diperlukan suatu pengendalian kualitas sebagai tahap pra-pemrosesan kajian perubahan iklim.

Pengendalian kualitas adalah kegiatan yang digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi kesalahan yang terjadi pada proses pengambilan data (Aguilar dkk., 2003). Pengendalian kualitas data unsur iklim yang telah ditetapkan oleh WMO (2002) terdiri atas lima tahap, yaitu: *gross error check*, *tolerancy test*, *internal consistency*, *temporal consistency*, dan *spasial consistency*. Diantara kelima tahap tersebut, terdapat dua tahapan pengendalian kualitas yang memiliki urgensitas tinggi untuk terus dikembangkan yaitu temporal dan spasial *coherency* pada data pengamatan. Unsur temporal dan spasial dalam pengendalian kualitas data unsur iklim dinyatakan dengan proses homogenisasi data.

Isu mengenai homogenisasi data unsur iklim telah berkembang pesat di negara–negara eropa sejak abad ke–19 M, yaitu diawali dengan ulasan oleh Peterson dkk. (1998) yang meyatakan bahwa ketidakhomogenan data (*inhomogenity data*) menyebabkan kesalahan dalam menginterpretasikan hasil analisis iklim. Pemaparan dari Aguilar dkk. (2003), yang melanjutkan kajian oleh Peterson, telah menjelaskan secara

terperinci perkembangan metode–metode homogenisasi melalui publikasi *World Meteorological Organization* (WMO) WCDMP (*World Climate Data and Monitoring Programme*). Aguilar menyatakan bahwa metode–metode homogenisasi data adalah penemuan yang sangat bermanfaat karena mampu menghasilkan hasil analisis yang lebih baik dan mampu memahami kondisi iklim itu sendiri. Ulasan khusus untuk metode–metode homogenisasi data curah hujan juga telah dilakukan oleh Beaulieu dkk. (2008). Beaulieu menyatakan bahwa homogenisasi data curah hujan harus dilakukan, terutama jika data tersebut digunakan untuk mengkaji perubahan iklim yang berkaitan dengan pengaruh lingkungan dan kehidupan sosial–ekonomi masyarakat.

Pada tahun 2011, dalam rangka mempermudah pengelola data untuk menghomogenkan data unsur iklim WMO telah mempublikasikan sembilan metode homogenisasi yang dikemas dalam bentuk aplikasi dan dapat diakses oleh masyarakat umum. Venema dkk. (2011) telah merangkum karakteristik utama dari metodologi–metodologi tersebut sehingga unit layanan Meteorologi dan Hidrologi Nasional di seluruh dunia yang tidak memiliki tenaga ahli di bidang homogenisasi data, dapat menggunakan metode homogenisasi data tersebut dan disesuaikan dengan kondisi wilayahnya.

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) merupakan lembaga yang bertanggungjawab atas informasi dan penelitian di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika di Indonesia. Berdasarkan informasi yang didapatkan dari Kepala Bidang Litbang Klimatologi dan Kualitas Udara BMKG diketahui bahwa di Indonesia, pengontrolan kualitas data unsur iklim belum sampai pada tahap menghomogenkan data tahap spasial dan temporal *coherency*. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian homogenisasi data unsur iklim di wilayah Indoensia dengan menggunakan metodologi yang telah dipublikasikan oleh WMO. Homogenisasi data unsur iklim tersebut bertujuan untuk mengurangi kesalahan penafsiran pada kajian perubahan iklim di Indonesai.

Metodologi homogenisasi data yang telah dipublikasikan oleh WMO telah banyak dipergunakan oleh beberapa

negara di benua Eropa, Asia, dan benua–benua lainnya. China telah melakukan penelitian untuk menghomogenkan data temperatur maksimum, temperatur rata–rata, dan temperatur minimum harian dari 549 stasiun di China dari tahun 1960 – 2008 menggunakan metode MASH (Li dan Yan, 2009). Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa terdapat perbedaan rata-rata pertambahan panas dari tahun 1960 sampai 2008 antara data hasil homogenisasi dengan menggunakan metode MASH dan data asli yaitu sebesar 0,26 ^{0}C per sepuluh tahun.

Penilaian mengenai metodologi terbaik terus dilakukan oleh beberapa peneliti di dunia, salah satunya adalah Ribeiro (2015). Pada jurnal yang telah ditulisnya, Ribeiro mengulas metode–metode homogenisasi yang dilakukan oleh Peterson (1998), Aguilar (2003), Beaulieu (2008), dan Venema (2012). Hasil dari rangkuman yang dilakukan adalah menyatakan bahwa metode homogenisasi data terbaik adalah metode yang mampu mendeteksi *multiple breakpoint* secara bersamaan serta melibatkan referensi data dari stasiun terdekat dalam mendeteksi ketidakhomogenan data.

Berdasarkan pemaparan metode-metode homogenisasi data unsur iklim di atas, diketahui bahwa ACMANT memiliki kemampuan mendeteksi *multiple break point* dan Climatol memiliki kemampuan mendeteksi *single break point*. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan homogenisasi data unsur iklim di wilayah pengamatan dengan menggunakan metode ACMANT dan Climatol, yang kemudian akan dilakukan perbandingan hasil dari kedua metode tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Kajian perubahan iklim membutuhkan data runtun waktu dengan panjang lebih dari 30 tahun. Data tersebut didapatkan dari stasiun-stasiun meteorologi, klimatologi, dan geofisika yang dimiliki oleh BMKG. Pada rentang waktu pengambilan data, berbagai kejadian bukan karena faktor iklim menyebabkan ketidakhomogenan data. Ketidakhomogenan data menyebabkan kesalahan interpretasi hasil kajian. Proses homogenisasi data unsur iklim belum masuk dalam tahap pengontrolan kualiatas oleh BMKG. Oleh karena itu pada

penelitian ini dilakukan homogenisasi data unsur iklim di wilayah pengamatan menggunakan metode ACMANT dan Climatol. Hasil pelaporan performansi homogenisasi akan dimanfaatkan untuk memberikan alternatif metode homogenisasi kepada BMKG.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengaplikasikan prosedur homogenisasi data dengan metode ACMANT dan Climatol
2. Membandingkan performa kerja metode ACMANT dan Climatol.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Menjalin kerjasama dengan BMKG Jakarta melalui penelitian di bidang meterorologi
2. Metode ACMANT atau Climatol dapat menjadi metode alternatif untuk melaksanakan pengontrolan kualitas data untuk BMKG.

1.5 Batasan Masalah

Venema dkk. (2012) menyatakan bahwa data tempe-ratur dan curah hujan bulanan sering digunakan untuk me-nganalisis kondisi iklim karena kedua data tersebut mewakili dua perhitungan matematika yang paling sering digunakan yaitu rata–rata dan penjumlahan. Oleh karena itu penelitian ini dibatasi oleh penggunaan data temperatur dan curah hujan di empat stasiun meteorologi di wilayah Surabaya dari tahun 1983 sampai 2012. Selain itu pada penelitian ini juga dibatasi dengan tidak melibatkan pembahasan mengenai imputasi data kosong.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai pengendalian kualitas data unsur iklim membutuhkan beberapa referansi teori mengenai prosedur pengendalian kualitas dan metode homogenisasi, selain itu diperlukan beberapa referensi penelitian sebelumnya yang membahas mengenai homogenisasi data unsur iklim.

2.1 Pengontrolan Kualitas

Pengendalian kualitas atau *quality control* (QC) ialah kegiatan yang digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi kesalahan-kesalahan yang terjadi pada proses perekaman, pembulatan, pengaturan, dan penyimpanan data (Aguilar dkk., 2003). Prosedur QC data unsur iklim yang direkomendasikan oleh GCOS *Climate Monitoring Principles* (WMO, 2002) yaitu meliputi:

a. *Gross error checking*: mendeteksi nilai-nilai yang tampak jelas merupakan nilai *error* dengan menggunakan beberapa langkah yaitu pemeriksaan *abberant values*, pemeriksaan *consistency of calendar dates*, dan pemeriksaan *comparison of daily average*
b. *Tolerance tests*: mendeteksi adanya nilai *outlier* dengan menggunakan batas interval (BI) dan pemeriksaan terhadap pengulangan nilai
c. *Internal consistency check*: mendeteksi data unsur iklim yang memiliki keterkaitan antara eleman data, misalnya hubungan antara data temperatur maksimum dan temperatur minimum. Nilai temperatur minimum tidak mungkin lebih tinggi dari nilai temperatur maksimum pada hari yang sama, begitu pula sebaliknya
d. *Temporal coherency*: mendeteksi konsistensi dari nilai-nilai yang sesuai dengan pengulangan waktu

e. *Spatial coherency*: mendeteksi konsistensi dari nilai-nilai dengan nilai-nilai pada stasiun lain pada waktu yang sama.

Berdasarkan proses QC yang direkomendasikan oleh WMO, maka BMKG menerapkan beberapa tahap tersebut dan dapat dilakukan melalui pengamatan secara langsung. Berikut ini prosedur QC yang tditerapkan oleh BMKG untuk validasi data temperatur:

1. *Missing value check,* mendeteksi adanya data yang hilang. Jika data yang hilang lebih dari 20% maka data pada stasiun tersebut tidak bisa digunakan.
2. *Gross error check*
   a. Pemeriksaan *abberant values* atau penyimpangan nilai merupakan koreksi terhadap nilai temperatur terhadap nilai *threshold*. Berdasarkan WMO *guideline* untuk *Basic Quality Control*, nilai *threshold* untuk data temperaturadalah lebih dari 40 derajat Celcius dan kurang dari 5 derajat Celcius.
   b. Pemeriksaan *consistency of calendar dates,* banyaknya hari pada tiap bulan dan tiap tahuns konsisten.
3. *Tolerance test*, pemeriksaan nilai yang berada di luar interval yang tidak dilibatkan dalam proses analisis. Selain itu, bila terdapat empat atau lebih nilai yang secara berturut-turut sama, maka nilai ini juga tidak dilibatkan dalam proses analisis. Nilai toleransi yag digunakan pada tahap ini ialah seperti pada persmaan 2.1.

$$\mu \pm 3\sigma \qquad (2.1)$$

   dengan, μ yaitu rata-rata temperatur di suatu stasiun dan σ yaitu standart deviasi temperatur di stasiun tersebut.
4. *Internal consistency* meliputi eliminasi pada data temperatur minimum yang lebih besar dari temperatur maksimum dan temperatur rata-rata (Tmin>Tmaks; Tmin>Trata), temperatur maksimum yang lebih kecil dari temperatur minimum dan rata-rata (Tmaks<Tmin; Tmaks<Trata), dan temperatur rata-rata yang lebih besar

dari temperatur maksimum atau lebih kecil dari temperatur minimum (Trata>Tmaks; Trata<Tmin).

Berikut ini prosedur QC yang telah diterapkan oleh BMKG untuk validasi data curah hujan:

1. *Missing value check*, mendeteksi adanya data yang hilang. Jika data yang hilang lebih dari 20% maka data tidak bisa digunakan
2. *Gross error check*, koreksi terhadap nilai curah hujan terhadap nilai threshold. Nilai *threshold* untuk data curah hujan adalah lebih dari 500 mm per hari.

2.2 Koreksi dan Deteksi Ketidakhomogenan Data

Data yang panjang tetapi tidak memiliki kontinuitas pada unsur datanya, menunjukkan karakter statistik yang tidak wajar (Alexandersson and Mobeg, 1997). Ketidakkontinuan/ ketidakhomogenan data perlu diatasi, sehingga diperlukan beberapa teori mengenai karakteristik dalam pelaksanaan homogenisasi data.

2.2.1 Metode Homogenisasi *Direct* dan *Indirect*

Metode homogenisasi *direct* bergantung pada daftar catatan aktifitas metadata oleh stasiun meteorologi yang menjelaskan perubahan dan pengumpulan data untuk jangka waktu yang cukup lama (Aguilar dkk., 2003; Peterson dkk., 1998). Informasi metadata dapat memberikan pengetahuan yang tepat mengenai penyebab diskontinuitas data di stasiun meteorologi, tetapi faktor koreksi hanya bisa bernilai obyektif dengan membandingkan metadata "yang baru"dan metadata “yang lama".

Metode tidak langsung menggunakan berbagai teknik statistik dan grafis untuk menguji homogenitas dan menyesuaikan data (Peterson dkk., 1998). Kebanyakan dari prosedur ini menggunakan metadata hanya untuk validasi penyebab diskontinuitas data (Aguilar dkk., 2003). Di antara metode tidak langsung, Peterson (1998) juga membedakan antara pendekatan subjektif dan objektif. Metode subjektif mengandalkan penilaian ahli yang dapat berguna dalam tahap analisis eksplorasi untuk mengidentifikasi diskontinuitas data.

2.2.2 Metode Homogenisasi Absolut dan Relatif

Pertimbangan penggunaan tambahan data iklim, metode homogenisasi dapat dibedakan dalam dua macam yaitu metode absolut dan relatif. Metode absolut hanya mempertimbangkan runtun waktu dari stasiun tunggal untuk mengidentifikasi dan menyesuaikan ketidakhomogenan data (stasiun kandidat). Metode relatif menggunakan data dari stasiun sekitarnya (stasiun referensi) untuk menghomogenkan stasiun kandidat (Ribeiro dkk., 2015).

Menurut Domonkos (2013), ada tiga pendekatan utama untuk membanding runtun waktu yaitu membangun satu data referensi dari data komposit untuk setiap percobaan; menggunakan beberapa perbandingan referensi untuk setiap percobaan; dan menggunakan beberapa perbandingan tanpa mendefinisikan yang merupakan data komposit dan data referensi.

2.2.3 *Single* dan *Multiple Break Point*

Salah satu masalah mendasar dari metode homogenisasi data adalah terdapat lebih dari satu *break point* dalam satu observasi data (Venema dkk., 2013). Kebanyakan metode homogenisasi statistik menerapkan teknik *single-break point* secara berulang. Kinerja dari teknik *single-break point* adalah data observasi dibagi dalam dua himpunan bagian yang dipisahkan oleh *break point*, kemudian algoritma *single-break point* diterapkan kembali secara terpisah untuk setiap bagian dari data tersebut. Proses ini diulang sampai tidak ditemukan *break point* atau jumlah pengamatan menjadi terlalu kecil. Kelemahan dari proses segmentasi ini adalah penggunaan uji yang sama secara berulang pada pengamatan yang sama dapat meningkatkan risiko deteksi palsu (Beaulieu dkk., 2009). Teknik *single-break point* yang paling efisien dikenal sebagai pemotongan algoritma (Domonkos dkk., 2012), yang merupakan metode hirarkis untuk mengidentifikasi beberapa *break point* diusulkan oleh Peterson (1998). *Single break point* dapat dinotasikan dengan persamaan 2.2.

$$y_i = \begin{cases} y_i^* - \delta_{p_1}\sigma, & i = 1, \dots, p_1 - 1 \\ y_i^*, & i = p_1, \dots, n \end{cases} \quad (2.2)$$

dengan

y_i : observasi ke-i data yang tidak homogen dengan panjang data sampai n

y_i^* : observasi ke-i data yang homogen

σ : standar deviasi dari segmen data terakhir data ke-i

p_1 : letak perpotongan

δ_{p_1} : jarak sampai titik perpotongan.

Metode *multiple break point* adalah metode yang mampu mendeteksi beberapa *break point* secara bersama-sama, dan tidak langkah-demi-langkah. Studi terbaru menunjukkan bahwa metode ini merupakan prosedur deteksi *break point* paling efektif (Venema dkk., 2012). Metode ini menerapkan model yang relatif sederhana (langkah-fungsi) dengan pemeriksaan semua kemungkinan kombinasi dari posisi *break point* (Domonkos, 2013). *Multiple break point* dapat dinotasikan dengan persamaan 2.3 (dimisalkan terdapat dua perpotongan):

$$y_i = \begin{cases} y_i^* - \delta_{p_1}\sigma, & i = 1, \dots, p_1 - 1 \\ y_i^* - \delta_{p_2}\sigma, & i = p_1, \dots, p_2 - 1 \\ y_i^*, & i = p_2, \dots, n \end{cases} \quad (2.3)$$

dengan

y_i : observasi ke-i data yang tidak homogen dengan panjang data sampai n

y_i^* : observasi ke-i data yang homogen

σ : standar deviasi dari segmen data terakhir data ke-i

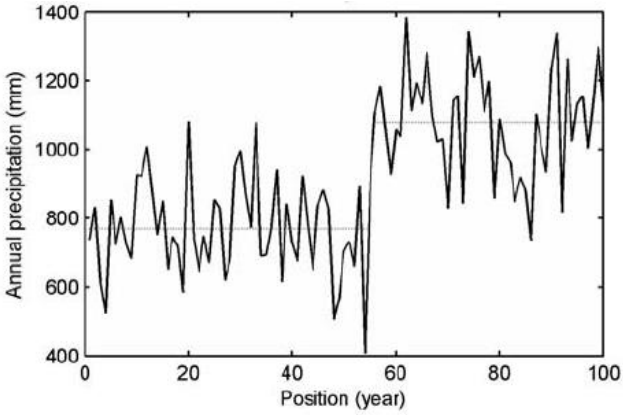
p_1 : letak perpotongan pertama

p_2 : letak perpotongan kedua

δ_{p_1} : jarak antara data pertama sampai titik perpotongan pertama

δ_{p_2} : jarak antara titik perpotongan pertama sampai titik perpotongan kedua.

Letak *break point*/ pergeseran/*shift* berdasarkan nilai *mean* dijelaskan pada Gambar 2.1 berikut.



Sumber: Beaulieu dkk. (2008)

Gambar 2.1 Runtun data yang memiliki pergeseran (*shift*), ditunjukkan dengan adanya perbedaan nilai *mean* antara data sebelum tahun ke-56 dan data setelah ke-56.

2.2.4 Data dengan *Trend* dan *Shift* pada Varian

Pada runtun data yang memiliki panjang lebih dari 30 tahun memungkinkan terdapat adanya *trend* data naik atau turun. Ketika terdapat *trend* pada runtun data maka beberapa metode homogenisasi menginterpretasikan *trend* tersebut sebagai *shift* atau pergeseran data (Beaulieu dkk., 2008). Runtun data yang memiliki *trend* dapat dinotasikan dengan persamaan 2.4.

$$y_i = \begin{cases} {y_i}^* - \delta_{p_1:p_2}\sigma, & i = 1, \dots, p_1 - 1 \\ {y_i}^* - \delta_{p_1:p_2}\sigma - m_i, & i = p_1, \dots, p_2 - 1 \\ {y_i}^*, & i = p_2, \dots, n \end{cases} \tag{2.4}$$

dengan

y_i : observasi ke-i data yang tidak homogen dengan panjang data sampai n

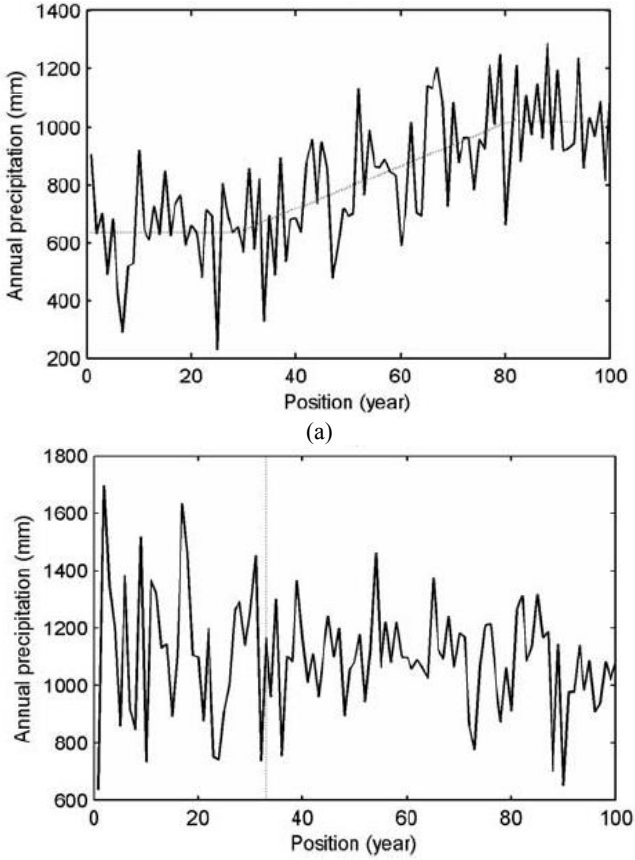
${y_i}^*$: observasi ke-i data yang homogen

σ : standar deviasi dari segmen data terakhir data ke-i

p_1; p_2: letak *trend* data dari pertama sampai terakhir

$\delta_{p_1:p_2}$: jarak antar letak *trend*.

Deteksi pergeseran pada varian runtun data merupakan bagian dari tahapan pada metode homogenisasi data unsur iklim. Deteksi tersebut dapat digunakan untuk memeriksa kontinuitas dari data runtun waktu (Beaulieu, 2008). Penjelasan mengenai adanya *trend* dan *shift* pada varian data runtun waktu disajikan secara visual melalui Gambar 2.2.



Sumber: Beaulieu dkk. (2008)

Gambar 2.2 Runtun data yang memiliki (a) *trend* data naik dari tahun ke-30 sampai 83, (b) pergeseran pada varian atau perubahan standar deviasi mulai tahun ke-33.

2.3 Metode Homogenisasi Otomatis

Prosedur QC data yang belum diterapkan oleh BMKG adalah *temporal coherency* dan *spatial coherency*. Kedua prosedur tersebut dijelaskan pada Gambar 2.3. Faktor utama yang dilakukan pada proses homogenisasi adalah capabilitas dari metode untuk memperbaiki unsur temporal dan spasial (Ribeiro dkk., 2015)

2.3.1 ACMANT

Adapted Caussian-Mestre Algorithm for homogenising Networks of Temperature series (ACMANT) adalah metode homogenisasi otomatis yang diusulkan oleh Domonkos sejak tahun 2011 dan terus dikembangkan hingga tahun 2014. ACMANT versi pertama mampu menghomogenkan data temperatur bulanan secara otomatis dan mendapatkan predikat sebagai metode homogenisasi otomatis dengan tes efisiensi terbaik (Venema dkk., 2012). Pada tahun yang sama, Domonkos (2011b) mempublikasikan ACMANT versi kedua sebagai metode yang dapat menghomogenkan data curah hujan bulanan secara otomatis. Tahun 2014, ACMANT versi ketiga dipublikasikan sebagai metode dapat menghomogenkan data curah hujan dan temperatur bulanan maupun harian.

ACMANT merupakan prosedur homogenisasi menggunakan metode reltif dengan menggunakan minimal 4 stasiun pengamatan dalam satu wilayah (Domonkos, 2014). Wilayah pengamatan disebut juga dengan *network.* Beberapa ketentuan pada metode ACMANT yaitu sebagai berikut.

1. ACMANT melakukan koreksi awal sebagai tahap pra-homogenisasi yaitu penentuan stasiun yang dapat dihomogenkan dengan menggunakan nilai korelasi spasial. Perhitungan nilai korelasi spasial pada umumnya menggunakan Morans'I (Anselin, 1988). Hipotesis yang digunakan adalah:

   $H_0: I = 0$ (tidak ada autokorelasi antar lokasi)

   $H_1: I \neq 0$ (ada autokorelasi antar lokasi)

Statistik uji disajikan pada persamaan 2.5.

$$Z = \frac{I - E(E)}{\sqrt{var(I)}} \tag{2.5}$$

dengan

$$I = \frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{S_0 \sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}$$

$$var(I) = \frac{n\left[(n^2 - 3n + 3)S_1 - nS_2 + 2{S_0}^2\right]}{(n-1)(n-2)(n-3){S_0}^2}$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}$$

$$S_1 = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\left(w_{ij} + w_{ji}\right)^2$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^{n}(w_{i.} + w_{.i})^2$$

$$w_{i.} = \sum_{j=1}^{n} w_{ij}$$

$$w_{.i} = \sum_{j=1}^{n} w_{ji}$$

$$E = I_0 = -\frac{1}{n-1}$$

Keterangan:

x_i : data ke-i $(i = 1, 2, \dots, n)$
x_j : data ke-j $(j = 1, 2, \dots, n)$
$\bar{x}$: rata-rata data
$var(I)$: varians Moran's I
$E(I)$: *expected value* Moran's I

Keputusannya adalah tolak H_0 jika $\left|Z_{hitung}\right| > Z_{\alpha/2}$. Nilai dari indeks I adalah antara -1 dan 1. Apabila $I > I_0$ maka data memiliki autokorelasi positif, jika $I < I_0$ maka data memiliki autokorelasi negatif. Ketentuan untuk menentukan stasiun-stasiun pengamatan memiliki hubungan dilihat dari jumlah stasiun-stasiun yang memiliki nilai korelasi mendekati 0,4 yaitu minimal 50 persen dari jumlah stasiun-stasiun.

2. Apabila dalam satu *network* minimal terdiri atas enam stasiun pengamatan, maka pembobotan untuk stasiun yang menjadi referensi mengadopsi pembobotan pada metode *Ordinary Kriging*. *Ordinary Kriging* merupakan interpolasi suatu variabel pada suatu titik (lokasi) tertentu yang dilakukan dengan mengamati data yang sejenis di lokasi lainnya. Isaaks dan Srivastava (1989) menerangkan bahwa nilai dugaan diperoleh dengan persamaan 2.6.

$$\hat{V}_p = \sum_{i=1}^{n} W_i V_i \qquad (2.6)$$

dengan

$\hat{V}_p$: nilai dugaan peubah v pada titik p

V_i: nilai peubah v pada titik ke-i

W_i: pembobot pada titik ke-i

Suatu model yang merupakan fungsi acak stasioner, dibangun untuk titik yang diinterpolasi nilainya, terdiri atas beberapa variabel acak $\mathrm{V}(\mathrm{x}_1), \mathrm{V}(\mathrm{x}_2), \ldots, \mathrm{V}(\mathrm{x}_\mathrm{n})$ dan satu nilai yang diduga yaitu $\mathrm{V}(\mathrm{x}_0)$. Setiap variabel acak ini diasumsikan memiliki sebaran peluang yang sama di seluruh lokasi dan nilai harapannya yaitu $\mathrm{E}(\mathrm{V})$.

Variabel yang diduga merupakan variabel acak dari kombinasi linear terboboti dari variabel acak pada lokasi-lokasi lainnya yaitu sebagai berikut.

$$\hat{V}(x_0) = \sum_{i=1}^{n} W_i V(x_i)$$

$$\mathrm{R}(x_0) = \hat{V}(x_0) - V(x_0)$$

$$R(x_0) = \sum_{i=1}^{n} W_i V(x_i) - V(x_0)$$

Apabila $E\{R(x_0)\} = 0$ maka diperoleh:

$$E\{R(x_0)\} = 0 = \sum_{i=1}^{n} W_i\, E\{V\} - E\{V\}$$

$$\sum_{i=1}^{n} W_i\, E\{V\} = E\{V\}$$

$$\sum_{i=1}^{n} W_i = 1$$

Agar penduga tidak bias, maka kriteria umum yang harus dipenuhi dengan persamaan 2.7.

$$\sum_{i=1}^{n} W_i = 1 \qquad (2.7)$$

Ragam (varian) dirumuskan sebagai persamaan 2.8.

$$\sigma^2(x_0) = 2\sum_{i=1}^{n} W_i \gamma(x_i, x_0) - \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} V_i W_j \gamma\left(x_i, x_j\right) \qquad (2.8)$$

dengan

$\gamma(x_i, x_0)$: semivarian antara titik contoh ke-i dengan titik dugaan

$\gamma\left(x_i, x_j\right)$: semivarian antara titik contoh ke-i dengan titik contoh ke-j

Pendugaan terbaik memiliki ragam yang minimum. Hal ini dapat diperoleh melalui teknik Lagrange dengan kendala menemukan parameter pembobot yang meminimumkan

$$G = \sigma^2(x_0) - \lambda\left(\sum_{i=1}^{n}(w_i) - 1\right).$$

Apabila turunan pertama G terhadap W_i dan λ sama dengan nol, maka diperoleh (dalam notasi matriks):

$$\boldsymbol{Xb} = \boldsymbol{y}$$

dengan

$$\boldsymbol{X} = \begin{bmatrix} Cov(x_1, x_1) & Cov(x_1, x_2) & \dots & Cov(x_1, x_n) & 1 \\ Cov(x_2, x_1) & Cov(x_2, x_2) & \dots & Cov(x_2, x_n) & 1 \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ Cov(x_n, x_1) & Cov(x_n, x_2) & \dots & Cov(x_2, x_1) & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix},$$

yaitu matriks kovarian anatar lokasi pengamatan.

$\boldsymbol{b} = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \\ \lambda \end{bmatrix}$, yaitu vektor pembobot.

$\boldsymbol{y} = \begin{bmatrix} Cov(x_1, x_0) \\ Cov(x_2, x_0) \\ \vdots \\ Cov(x_n, x_0) \\ 1 \end{bmatrix}$, merupakan vektor kovarian antara lokasi pengamatan dengan lokasi yang diduga. Penduga begi vektor $\boldsymbol{b}$ adalah:

$$\boldsymbol{b} = \boldsymbol{X}^{-1}\boldsymbol{y}$$

Solusi ini akan memberikan penduga tak bias terbaik linear (*Best Linear Unbiased Estimator*), sehingga diperoleh varian pada persamaan 2.9.

$$\sigma^2(x_0) = \sum_{i=1}^{n}\big(W_i\gamma(x_i, x_0)\big) + \lambda \qquad (2.9)$$

3. Status data yang terhomogenisasi dapat dilihat melalui indikator reliabilitas yang dapat menunjukkan reabilitas dari data terhomogenisasi, kecuali karena dua kemungkinan berikut:
   1.) Ketika stasiun yang memiliki data pada waktu yang sama berjumlah kurang dari 3 stasiun
   2.) Korelasi antar satsiun pengamatan lemah, atau tidak terjadi proses homogenisasi.

   Pengisian untuk *missing value* telah dilakukan dengan menggunakan interpolasi spasial pada data yang terhomogenisasi. Secara umum semakin kecil nilai indikator reliabilitas maka semakin tinggi reliabilitasnya.

   Keterangan masing-masing nilai indikator reliabilitas untuk semua program ACMANT, kecuali untuk program data temperatur harian adalah sebagai berikut:

   0 – nilai pengamatan yang tidak lengkap, diluar periode pengamatan

   1 – nilai yang terhomogenisasi

2 – nilai pengamatan, bukan yang terhomogenisasi
3 – nilai hasil interpolasi dari sebagian besar nilai-nilai lainnya, didalam periode waktu yang terhomogenisasi
4 – nilai hasil interpolasi dari sebagian besar nilai-nilai lainnya, diluar periode waktu yang terhomogenisasi
5 – nilai hasil interpolasi dari sebagaian kecil nilai-nilai lainnya, didalam periode waktu yang terhomogenisasi
6 – nilai hasil interpolasi dari sebagaian kecil nilai-nilai lainnya, diluar periode waktu yang terhomogenisasi
7 – nilai interpolasi, dengan menggunakan nilai pengamatan dengan kode reabilitas 1
8 – *missing value* yang disubtitusikan dengan nilai normal
9 – *missing data*.

Keterangan masing-masing nilai indikator reliabilitas untuk program data temperatur harian adalah sebagai berikut:

0 – nilai pengamatan yang tidak lengkap, diluar periode pengamatan
1 – nilai yang terhomogenisasi
2 – tidak digunakan
3 – nilai harian diperlakukan sebagai skala harian, kemudian terdeteksi outlier pada data bulanan
4 – nilai pengamatan, bukan yang terhomogenisasi
5 – nilai hasil interpolasi dari sebagian besar nilai-nilai lainnya, didalam periode waktu yang terhomogenisasi
6 – nilai hasil interpolasi dari sebagaian kecil nilai-nilai lainnya, di dalam periode waktu yang terhomogenisasi atau di luar periode waktu yang terhomogenisasi
7 – nilai interpolasi, dengan menggunakan nilai pengamatan dengan kode reabilitas 1 dan 2
8 – *missing value* yang disubtitusikan dengan nilai normal
9 – *missing data*.

4. Jika pada versi sebelumnya tidak menyediakan paket musiman data tahunan maka pada versi ACMANT yang baru disediakan paket untuk data seasonal untuk mencegah hasil homogenisasi data yang bias.

Metode ACMANT memiliki beberapa kriteria untuk pemilihan data yang dapat dihomogenkan. Pertama, jumlah stasiun yang digunakan adalah antara 4 sampai 99. Kedua, minimal stasiun yang dihomogenkan harus memiliki 3 stasiun referensi yang memiliki nilai korelasi spasial yang cukup (Domonkos, 2014). Ketiga, panjang data yang digunakan adalah antara 10 sampai 200 tahun. Data yang hilang atau *missing value* diberi nilai -999,9.

Panjang data yang digunakan pada metode ACMANT mengikuti pola data *space* yaitu stasiun-stasiun yang digunakan harus memiliki panjang data yang sama. Apabila terdapat 4 stasiun yang yang akan dihomogenkan, 3 stasiun memiliki panjang data yang sama yaitu dari tahun 1981 sampai 2012 sedangkan satu stasiun lainnya memiliki panjang data dari tahun 1983 sampai 2011 maka stasiun yang memiliki panjang data berbeda harus mengikuti panjang data stasiun lainnya. Untuk tahun yang tidak memiliki data maka diberi nilai -999,9.

Algoritma homogenisasi data unsur iklim menggunakan prosedur ACMANT yaitu sebagai berikut.

1. Mempersiapkan data sesuai dengan kriteria di atas
2. Menyimpan data setiap stasiun pada file .txt dengan format nama terdiri atas 12 karakter untuk data harian yaitu NetwkJJd.txt dengan Netwk adalah nama wilayah (*network*), JJ adalah nomer urut stasiun, d.txt adalah khusus untuk data harian. Untuk data bulanan format nama file terdiri atas 11 karakter yaitu NetwkJJ.txt dengan Netwk adalah nama wilayah, JJ adalah nomer urut stasiun, .txt adalah khusus untuk data bulanan.
3. Menyimpan *list* nama file data bulanan pada satu file .txt, dengan nama file names.txt
4. Melakukan *running* program sesuai dengan ketentuan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Program ACMANT3 untuk Menghomogenkan Data Temperatur dan Curah Hujan

No.	Nama Program	Keterangan	Basis skala waktu
1.	ACMANT3 daysinus.exe	- Temperatur rata-rata - Temperatur maksimum	Harian
2.	ACMANT3 dayirreg.exe	- Temperatur minimum - Temperatur di daerah *monsoon*	Harian
3.	ACMANT3 day.exe	- Curah hujan	Harian
4.	ACMANT3 monthsinus.exe	- Temperatur rata-rata - Temperatur maksimum	Bulanan
5.	ACMANT3 monthirreg.exe	- Temperatur minimum - Temperatur di daerah *monsoon*	Bulanan
6.	ACMANT3 month.exe	- Curah hujan	Bulanan

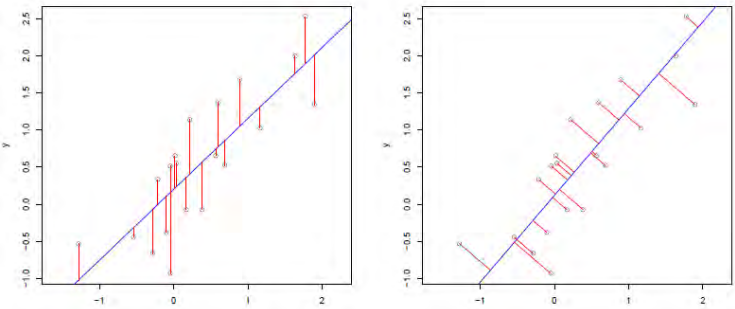
2.3.2 Climatol

Climatol adalah prosedur homogenisasi otomatis yang disusun oleh Guijarro (2014), yang melibatkan beberapa stasiun pengamatan dalam satu wilayah untuk melakukan homogenisasi. Tetapi terdapat perbedaan dari metode sebelumnya, yaitu pemilihan stasiun pengamatan didasarkan pada kedekatan lokasi stasiun dengan tidak memperhatikan korelasi antar stasiun. Oleh karena itu, jika biasanya dengan alasan mempertimbangkan korelasi antar stasiun menyebabkan data yang digunakan harus memiliki panjang tertentu, maka dengan menggunkan metode Climatol data dengan panjang berapapun dapat dihomogenkan. Hal ini menyebabkan wilayah yang dijadikan sebagai pengamatan harus memiliki karakteristik iklim yang homogen.

Climatol menggunakan metode Regresi tipe II, yang mana pendekatannya terinspirasi dari metode yang digunkan Paulhus dan Kohler (1952) untuk mengisi data kosong curah hujan, yang terdiri atas interpolasi spasial dari taksiran data curah hujan pada stasiun-stasiun terdekat. Metode proporsi

adalah pengembangan dari Climatol dengan pilihan menggunakan selisih (*differences*) dan standarisasi penuh untuk menormalkan data. Proporsi atau rasio pada data iklim yang normal, lebih tepat digunakan untuk data curah hujan dan variabel-variabel yang memiliki limit mendekati nol dengan distribusi probabilitas *L-shape*, sedangkan *differences* yang dinormalkan (atau distandarisasi, jika selisih kemudian dibagi dengan standar deviasi) lebih sesuai untuk data temperatur dan variabel-variabel distribusi normal lainnya.

Standarisasi tersebut sama dengan menerapkan model regresi linier tipe II. Pada umumnya pada regresi tipe I menggunakan metode *least square adjustment*, yang meminimalisir jarak antara titik observasi terhadap garis regresi arah sumbu Y (arahnya vertikal, pada Gambar 3.1 a) dengan asumsi dasar adalah variabel X tidak dikontrol oleh peneliti (*investigator*) atau mengabaikan nilai *error* (Sokal dan Rohlf, 1969). Namun ini bukan kasus menyesuaikan garis regresi untuk memasangkan data-data iklim, dimana nilai *error* yang dihasilkan pada setiap stasiun adalah sama. Pada kasus ini penyimpangan diminimumkan dengan menghitung garis tegak lurus dengan garis regresi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 (b).



(a) (b)

Sumber: Guijarro, 2014

Gambar 2.3 Meminimumkan Penyimpangan dengan (a) Regresi Tipe I: *Ordinary Least Square* (b) Regresi Tipe II: *Orthogonal Regression*

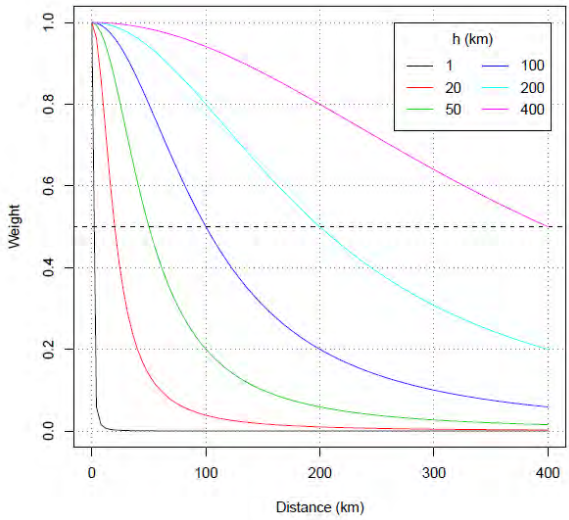
Regresi tipe II merupakan analisis *least square* untuk menghitung garis orthogonal (Daget, 1979), dengan menye-

diakan beberapa alternatif taksiran. Salah satunya yaitu *reduce major axis*, jika x dan y merupakan standarisasi dari variabel dependent dan independent ($x = (X - m_X)/s_X$ dan $y = (Y - m_Y)/s_Y$, dimana m dan s adalah rata-rata dan standar deviasi), memiliki bentuk seperti persamaan 2.10.

$$\hat{y} = x \tag{2.10}$$

(Atau $\hat{y} = -x$ ketika terdapat hubungan invers, yang mana hal tersebut bukanlah kasus yang biasa ditemukan ketika berhadapan dengan variabel yang sama pada wilayah dengan iklim yang homogen).

Salah satu karakteristik regresi type II adalah variasi dari variable estimasi sama seperti variasi dari variabel asli, dengan garis tidak dalam kondisi horizontal ketika koefisien determinasi (r^2, sama dengan bagian yang menjelaskan varian) sama dengan nol. Pendekatan ini tidak hanya menye-suaikan perubahan dalam rata-rata runtun data, tetapi juga untuk perubahan varians.



Sumber: Guijarro, 2014

Gambar 2.4 Bentuk yang Berbeda dari Fungsi Pembombotan sesuai dengan Parameter *h* (*wd*)

Setelah data asli dinormalkan, kita akan memperkirakan setiap rentang waktu dari runtun data sebagai rata-rata tertimbang dari jumlahan data-data terdekat yang ditentukan. Bobot data referensi yang digunakan bisa bernilai sama atau dalam bentuk menghitung rumus invers dari jarak d yaitu antara kedua sisi pengamatan. Rumus asli yang digunakan untuk kasus ini adalah $1/(1 + d^2/a)$, dimana parameter a memungkinkan peneliti untuk memodulasi bobot *relatif* dari stasiun terdekat ke stasiun yang lebih jauh, namun terdapat rumus yang lebih mudah yaitu $1/(1 + d^2/h^2)$, karena dengan rumus ini parameter yang baru yaitu h menunjukkan jarak dari bobot yaitu setengah dari lokasi stasiun yang ada pada satu wilayah. Gambar 2.5 di bawah ini menunjukkan plot dari fungsi di atas dengan menggunakan nilai h yang berbeda-beda. (parameter h disebut dengan jarak terboboti/ *weight distance*, wd, pada daftar parameter paket rumus homogenisasi menggunakan metode *climatol*).

Akibat dari adanya *missing value* adalah tidak dapat dilakukan penghitungan rata-rata dan standart deviasi untuk keseluruhan periode yang sedang diteliti, sehingga pertama harus dihitung hanya dari data yang tersedia, mengestimasi *missing* data (setelah dilakukan normalisasi), kemudian menghitung kembali rata-rata dan standart deviasi, selanjutnya data dinormalisasikan lagi, dan yang terakhir didapatkan runtun data estimasi yang baru. Proses ini terus dilakukan dan diulang-ulang hingga diperoleh nilai *maximum change* dari rata-rata kurang dari sejumlah pilihan (default 0.005 units).

Setelah didapatkan estimasi dari semua data, untuk setiap runtun data asli dapat dihitung *series anomaly* (selisih antara data asli asli yang dinormalkan dengan data estimasi), dan melakukan pengujian untuk mendeteksi outlier dan *shift*.

Pemeriksaan outlier dilakukan pada data anomali yang sudah distandarkan. Apabila terdapat *series anomaly* yang berada lebih dari 5 standar deviasi (*default*) maka akan dihapuskan dari data asli.

Pemeriksaan *shift* (*mean*) menggunakan uji SNHT (*Standart Normal Homogenity Test*) yang diaplikasikan

menjadi dua tahap. Adanya *shift* ditandai dengan nilai SNHT maksimum (atau tV) lebih dari 25. Setelah didapatkan lokasi *shift*, maka runtun data akan terbagi menjadi dua bagian dengan perpotongan titik dimana nilai SNHT maksimum ini terletak. Data asli yang ada di akhir runtun data setelah titik potong (*break point*) akan ditransfer menjadi runtun data yang baru (dengan koordinat yang sama) dan akan dihapus dari data asli.

SNHT adalah uji rasio kemungkinan pengujian dilakukan pada rasio antara stasiun. Pertama runtun data dinormalkan dengan mengurangi rata-rata dan membaginya dengan standar deviasi. Hipotesis nol dan hipeotesis alternatif secara umum dapat ditulis dengan persamaan 2.11.

$$H_0: z_i \in N(0,1)\ i \in \{1, \dots, n\}$$
$$H_1: \begin{Bmatrix} z_i \in N(\mu_1, 1) & i \in \{1, \dots, a\} \\ z_i \in N(\mu_1, 1) & i \in \{a+1, \dots, n\} \end{Bmatrix} \tag{2.11}$$

Alexandersson dalam Wijngaard dkk. (2003) menggambarkan stastistik uji $T(k)$ untuk membandingkan rata-rata dari tahun pertama k dengan dari tahun terakhir $n-k$ yang dapat dituliskan dengan persamaan 2.12.

$$T(k) = k\bar{z}_1{}^2 + (n-k)\bar{z}_2{}^2 \tag{2.12}$$

dengan $\bar{z}_1 = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\frac{Y_i-\bar{Y}}{s}$ dan $\bar{z}_2 = \frac{1}{n-k}\sum_{i=k+1}^{n}\frac{Y_i-\bar{Y}}{s}$

Y_i (i adalah tahun dari 1 sampai n) adalah runtun data tahunan yang akan diuji, $\bar{Y}$ adalah rata-rata dan s standar deviasi. Jika perubahan signifikan terletak di tahun K, maka $T(k)$ mencapai maksimum dekat dengan tahun $k = K$. Statistik uji T_0 didefinisikan seperti persamaan 2.13.

$$T_0 = \max_{1 \le k \le n} T(k) \tag{2.13}$$

Jika T_0 melampaui nilai kritis, maka hipotesis nol akan ditolak. SNHT lebih sesuai terhadap perubahan yang dekat dengan permulaan dan akhir dari runtun data.

Idealnya, setelah tahap pertama dilakukan pada suatu runtun data, deteksi tahap kedua mengikuti proses pertama,

karena data yang tidak homogen dapat mempengaruhi stasiun terdekat yang sudah homogen. Setelah semua data yang tidak homogen dieliminasi, tahap akhir yang dilakukan ialah mengestimasi data kosong (termasuk data-data *outlier*). Tanpa menghiraukan banyaknya data referensi yang dimiliki, data kosong pada bagian akhir runtun data tetap dihitung hanya menggunakan referensi data pada bagian lainnya dari runtun data tersebut.

2.4 Penilaian Metode Terbaik

Untuk menguji metode dengan performa terbaik digunakan perhitungan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE). Perhitungan nilai RMSE dilakukan pada masing-masing stasiun dengan mengurangkan runtun data yang sudah homogen dengan runtun data asli yang dirata-rata kemudian dikuadratkan atau dapat dituliskan pada persamaan 2.14.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \hat{x_i})^2} \qquad (2.14)$$

dengan, n adalah jumlah data pengamatan dan x_i adalah data ke-i dari variabel stasiun.

Selain nilai RMSE dapat digunakan pula nilai *Centered Root Mean Square Error* (CRMSE). Pengukuran CRMSE sama dengan nilai standar deviasi dari hasil pengurangan data asli dengan data hasil homogenisasi (Venema dkk., 2012).

2.6 Data Unsur Iklim

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) sebagai lembaga yang menjalankan tugas pemerintah di bidang meteorologi, klimatologi, kualitas udara dan geofisika telah menyelenggarakan fungsi-fungsi meliputi kegiatan riset atau penelitian, perumusan kebijakan nasional dan kebijakan teknis, pelayanan data dan informasi, serta publikasi informasi di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika (BMKG, 2016). Salah satu pelaksanaan dari fungsi tersebut adalah, BMKG melakukan penelitian terhadap perubahan iklim di Indonesia. Perubahan iklim dikaji menggunakan data unsur

iklim yang didapatkan dari stasiun-stasiun meteorologi, klimatologi, dan geofisika.

Dua unsur iklim yang dijadikan sebagai prediktor perubahan iklim yaitu temperatur udara dan curah hujan (Taufik, 2010). Temperatur udara diukur menggunakan satuan ^{0}C sedangkan curah hujan dihitung menggunakan satuan mm. Perekaman data tempertur udara dan curah hujan dilakukan oleh stasiun-stasiun meteorologi, klimatologi, dan geofisika di seluruh wilayah Indonesia.

Data temperatur yang didapatkan dari stasiun pengamatan BMKG terdiri atas temperatur pada pukul 07.00, temperatur pada pukul 13.00, temperatur pada pukul 18.00, temperatur tertinggi dalam satu hari (maksimum), dan temperatur terendah dalam satu hari (minimum). Temperatur rata-rata didapatkan dari persamaan 2.15.

$$Trata = \frac{2 \times T7 + T13 + T18}{4} \tag{2.15}$$

dengan

Trata= temperatur rata-rata

T7= temperatur pada pukul 07.00

T13= temperatur pada pukul 13.00

T16= temperatur pada pukul 18.00

Peningkatan kejadian El-Nino dan La-Nina di Indonesia disebabkan oleh meningkatnya intensitas pemanasan global beberapat tahun terakhir. Pada umumnya El-Nino terjadi antara 2 tahun sampai 7 tahun sekali, tetapi sejak tahun 1970, frekuensi El-Nino dan La-Nina menjadi 2 tahun sampai 4 tahun (Torrence, 1999). Sebagai tambahan, pada waktu terjadinya El-Nino tahun 1997/1998, Indonesia pada umumnya mengalami musim kering yang panjang, dan pada saat terjadinya La-Nina tahun 1999, Indonesia mengalami kenaikan curah hujan yang tinggi, dan kenaikan tinggi muka air laut sebesar 20 cm sampai 30 cm, sehingga menyebabkan banjir di sebagian besar wilayah Indonesia, terutama di wilayah pesisir.

2.7 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan oleh Nihayatin(2013) melakukan uji homogenisasi data curah hujan di lima kabupaten sentra produksi padi dengan menggunakan uji SNHT (*Standard Normal Homogeinity Test*), uji Pettitt, uji Buishand, dan Uji Von Neumann. Langkah pertama yang dilakukan oleh Nihayatin adalah membangkitkan data homogen dengan tiga ukuran sampel dan tiga parameter untuk masing-masing ukuran sampel, kemudian menguji dengan empat uji homogenitas. Didapatkan hasil bahwa uji SNHT, Buishand, dan Von Neumann mampu mendeteksi data homogen paling banyak. Terakhir dilakukan homogenisasi terhadap data asli dengan menggunakan tiga metode homogenisasi tersisa. Hasilnya adalah uji Buishand mendeteksi terbanyak adanya data yang homogen, sedangkan untuk uji SNHT dan Von Neumann hanya mendeteksi satu data homogen.

Li dan Yan (2009) telah melakukan homogenisasi data harian temperatur rata-rata, maksimum, dan minimum dari 549 stasiun pengamatan di China. Homogenisasi dilakukan pada data dengan panjang 48 tahun menggunakan metode MASH. Hasil yang didapatkan dari homogenisasi tersebut adalah terdapat selisih nilai rata-rata data temperatur dari data terhomogenisasi dengan data asli, yaitu sebesar 0,26 derajat Celcius.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data temperatur pukul 7.00, temperatur pukul 13.00, temperatur pukul 16.00, tempartur maksimum, temperatur minimum dan curah hujan dari empat stasiun pengamatan di wilayah Surabaya yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Jakarta. Periode data tersebut adalah dari bulan Januari 1972 sampai Desember 2012 dengan basis skala waktu harian. Unit observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah empat stasiun meteorologi (Stamet) di sekitar wilayah Surabaya yakni Stamet Juanda, Stamet Perak I, Stamet Maritim Perak II, dan Stamet Kalianget Madura.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan adalah curah hujan (CH), temperatur maksimum (Tmaks), temperatur minimum (Tmin) dan temperatur rata-rata (Trata) dengan basis skala waktu harian dan bulanan. Variabel Trata didapatkan dari persamaan 2.12. Struktur data untuk data harian sesuai dengan Tabel 3.1 sedangkan untuk struktur data bulanan sesuai dengan Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Struktur Data Trata/Tmaks/Tmin/CH Harian di setiap Stasiun Pengamatan

Tahun	Bulan	1	2	...	28	29	30	31
1981	1	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$
1981	2	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$			
1981	3	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$
1981	4	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	
1981	5	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$
...		...	...	...	...	...	...	...
2012	11	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	
2012	12	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$

Tabel 3.2 Struktur Data Trata/Tmaks/Tmin/CH Bulanan di setiap Stasiun Pengamatan

Tahun	1	2	3	4	5	...	12
1981	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$
1982	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$
1983	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$
1984	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$
1985	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$
...	...	...	...	...	...	...	...
2011	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$
2012	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	$Z(t)$	...	$Z(t)$

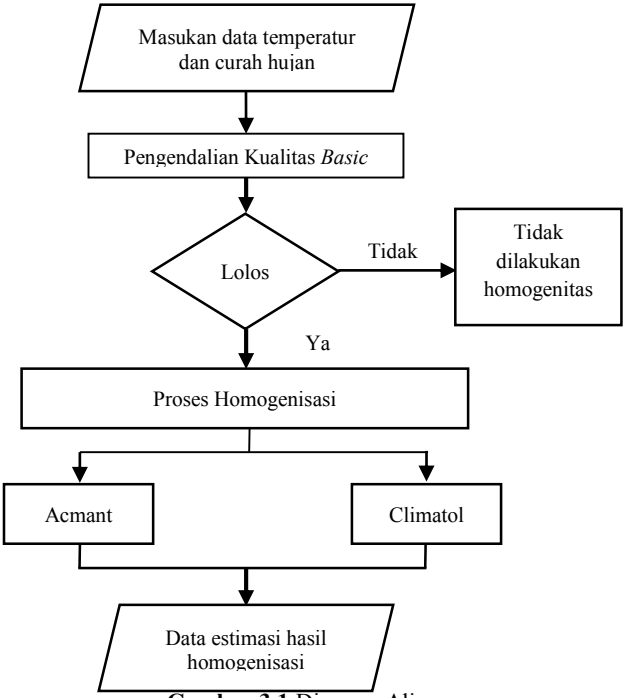
3.3 Langkah Analisis Data

Langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis secara deskriptif untuk mengetahui karakteristik data CH, Trata, Tmaks, dan Tmin di masing-masing stasiun pengamatan.
2. Melakukan pengendalian kualitas *basic* untuk data CH, Trata, Tmaks, Tmin di masing-masing stasiun pengamatan, meliputi proses:
   a. *Gross Error Checking*
   b. *Tolerance Test*
   c. *Internal Consistency*
   d. *Temporal Coherency*
   e. *Missing Value Check*
   f. Pengendalian kualitas secara visual.
3. Mempersiapkan data harian dan bulanan.
4. Melakukan homogenisasi data CH, Trata, Tmaks, Tmin menggunakan metode homogenisasi Acmant.
5. Melakukan homogenisasi data CH, Trata, Tmaks, Tmin menggunakan metode homogenisasi Climatol.
6. Menganalisis data hasil homogenisasi dan *output* dari kedua metode (Acmant dan Climatol).
7. Membandingkan hasil homogenisasi dari kedua metode.

8. Menyimpulkan metode homogenisasi yang paling sesuai di wilayah pengamatan.

Langkah analisis data disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai pengendalian kualitas data unsur iklim untuk empat stasiun yang berdekatan secara lokasi di wilayah Surabaya. Pengendalian kualitas terdiri atas pengendalian kualitas *basic* dan pengendalian kualitas lanjutan (homogenisasi). Pengendalian kualitas *basic* terdiri atas *Gross Error Check, Tolerance Test, Internal Consistency, Missing Value Check,* dan pengendalian kualitas secara visual. Pengendalian kualitas lanjutan terdiri atas pengendalian *spatial coherency* dan *temporal coherency* dengan mengaplikasikan metode homogenisasi ACMANT dan *Climatol*. Pembahasan terakhir pada bab ini adalah melakukan analisis perbandingan antara metode homogenisasi ACMANT dan Climatol.

4.1 Pengendalian Kualitas *Basic*

Pengendalian kualitas *basic* adalah tahap pra-pemrosesan data yang menjadi pedoman peneliti untuk mengendalikan *error* yang terjadi akibat kesalahan pada saat perekaman data. Data yang dikendalikan/dikontrol adalah data hasil pencatatan harian stasiun-stasiun BMKG yang disajikan pada Lampiran 1. Tabulasi data keempat stasiun di wilayah pengamatan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabulasi Data Stasiun di Wilayah Pengamatan

Nomer Stasiun	Nama Stasiun	Tahun Operasi	Panjang Data (tahun)
96933	Perak I	1972-2012	41
96935	Juanda	1981-2012	32
96937	Perak II	1981-2012	32
96973	Kalianget	1980-2012	33

Keempat stasiun di wilayah pengamatan memiliki ketersediaan data lebih dari 30 tahun sehingga kriteria panjang

data untuk melakukan kajian perubahan iklim terpenuhi (Taufik, 2010). Stasiun dengan rekaman data terpanjang adalah Stamet Perak I Surabaya, yaitu tercatat sejak tahun 1972 sampai tahun 2012.

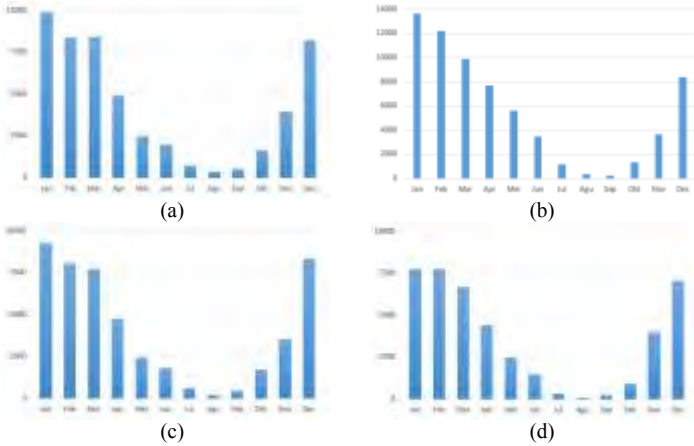
Tabel 4.2 Nilai Rata-rata, Varian, Minimum, Median, Maksimum, dan Modus Data Stasiun di Wilayah Pengamatan

Nama Stasiun	Rata-rata	Varian	Minimum	Maksimum
----------Temperatur rata-rata (^{0}C) ----------				
Perak I	27,5	1,5	24,0	32,6
Juanda	27,5	1,4	23,6	31,6
Perak II	28,2	1,7	23,8	32,0
Kalianget	27,4	1,4	20,0	31,0
----------Temperatur maksimum (^{0}C) ----------				
Perak I	32,6	2,5	25,0	38,8
Juanda	32,3	1,7	25,5	37,4
Perak II	33,1	1,9	**26,6**	38,0
Kalianget	31,2	1,5	26,0	35,8
----------Temperatur minimum (^{0}C) ----------				
Perak I	24,3	1,6	18,1	35,2
Juanda	23,6	2,1	**16,4**	27,5
Perak II	24,8	1,7	19,0	29,4
Kalianget	24,9	1,4	18,2	29,2
----------Curah hujan (mm) ----------				
Perak I	4,48	138,6	0	190,0
Juanda	5,78	215,4	0	159,3
Perak II	4,22	129,0	0	142,5
Kalianget	3,73	124,2	0	**247,0**

Tabel 4.2 menjelaskan bahwa nilai rata-rata Trata/Tmaks/ Tmin/CH diantara empat stasiun wilayah pengamatan relatif sama, begitu pula dengan keragaman data dilihat dari nilai varian. Nilai minimum temperatur adalah 16,4 derajat Celsius sedangkan nilai maksimum temperatur adalah 38,8 derajat Celsius, sehingga tidak terdapat temperatur yang bernilai kurang dari 5 derajat Celsius atau lebih dari 40 derajat Celsius.

Nilai maksimum CH adalah 247 mm, sehingga tidak terdapat curah hujan yang bernilai lebih dari 500 mm per hari.

Karakteristik musim hujan di wilayah pengamatan mengikuti pola data *monsoon*, dilihat dari *bar chart* data CH yang membentuk huruf U seperti pada Gambar 4.1. Pola data *monsoon* terjadi di wilayah yang memiliki perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dan musim kemarau. Hal ini sesuai dengan karakter musim di lokasi data penelitian yang terletak pada garis lintang nol derajat sehingga memiliki pola musim hujan musiman.



Gambar 4.1 Pola Curah Hujan Harian (a) Stamet Perak I (b) Stamet Juanda (c) Stamet Maritim Perak II (d) Stamet Kalianget Madura

Proses pengendalian kualitas *basic* data Trata, Tmaks, Tmin, dan CH adalah sebagai berikut.

4.1.1 *Gross Error Check*

Pemeriksaan *error* yang terjadi akibat kesalahan pada saat perekaman data yang pertama disebut dengan *gross error check*, terdiri atas pemeriksaan *abberant values*, pemeriksaan *consistency of calendar dates*, dan pemeriksaan *comparison of daily average*.

Abberant values adalah nilai-nilai yang menyimpang. Penyimpangan ditandai dengan nilai yang tidak berada diantara batas *threshold*, yaitu lebih besar dari $45^{\circ}C$ dan kurang dari $5^{\circ}C$ untuk data temperatur. Untuk data CH, menyimpang apabila nilai per hari lebih besar dari 500 mm. Nilai yang menyimpang tidak dilibatkan dalam proses analisis atau dianggap sebagai *missing value* (WMO, 2002).

Nilai minimum temperatur adalah 16,4 derajat Celsius sedangkan nilai maksimum temperatur adalah 38,8 derajat Celsius, sehingga tidak terdapat data temperatur yang mengandung *abberant value*. Begitupula dengan data CH, nilai maksimum CH adalah 247 mm sehingga tidak data CH tidak mengandung *abberant value*, seperti disajikan pada Tabel 4.2.

Pemeriksaan *consistency of calendar dates* dilakukan pada data Trata, Tmaks, Tmin, dan CH sesuai dengan langkah-langkah pada Lampiran 2. Pemeriksaan bertujuan untuk memastikan jumlah hari setiap bulan sesuai, khususnya jumlah hari bulan Februari pada tahun kabisat yaitu 29 hari (WMO, 2002). Hasil dari pemeriksaan menunjukkan bahwa tidak ditemukan kesalahan jumlah hari setiap bulan pada data Trata, Tmaks, Tmin, dan CH di empat stasiun wilayah pengamatan.

Pemeriksaan *comparison of daily average* dilakukan dengan membandingkan antara data temperatur rata-rata harian hasil pencatatan secara digital (atau hasil pencatatan alat otomatis) dan data temperatur rata-rata harian hasil perhitungan manual. Pemeriksaan ini tidak dilakukan karena data temperatur rata-rata harian hasil pencatatan secara digital tidak tersedia.

4.1.2 *Tolerance Test*

Pemeriksaan *error* yang terjadi akibat kesalahan pada saat perekaman data yang kedua disebut dengan *tolerance test*, terdiri atas pemeriksaan terhadap batas interval (BI) nilai

temperatur dan pemeriksaan terhadap pengulangan nilai selama empat hari atau lebih.

Tabel 4.3 Batas Atas (BA), Batas Bawah (BB), Persentase Data yang Berada di Luar BI dan Persentase Data Berulang

Nama 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	**11,24**
----------Temperatur Minimum----------				
Perak I	20,5	28,0	**0,80**	0,00
Juanda	19,2	28,0	0,53	0,03
Perak II	20,8	28,7	0,74	0,00
Kalianget	21,4	28,4	0,67	**9,46**
----------Curah Hujan----------				
Perak I	-	-	-	0,00
Juanda	-	-	-	0,00
Perak II	-	-	-	0,00
Kalianget	-	-	-	6,06

Keterangan:
*Persentase data dihitung dari banyak data di luar BI/berulang dibagi dengan banyak data kemudian dikali dengan 100 persen.

Tolerance test dilakukan pada data Trata, Tmaks, Tmin, dan CH sesuai dengan langkah-langkah pada Lampiran 2. Apabila terdapat nilai yang tidak sesuai maka tidak dilibatkan dalam proses analisis atau dianggap sebagai *missing value*.

Persentase data di luar BI yang tertinggi adalah data Tmin stasiun Perak I, yaitu 0,80 persen. Tetapi dilihat dari Tabel 4.3, diketahui bahwa kecenderungan data Tmin memiliki

persentase data di luar BI yang tinggi untuk semua stasiun pengamatan.

Persentase data berulang yang tertinggi adalah data Tmaks stasiun Kalianget. Tetapi, kecenderungan data dari stasiun Kalianget memiliki persentase data berulang yang tinggi. Beberapa pengulangan data dalam waktu bulanan atau tahunan dapat dilihat pada Lampiran 2. Pengulangan data menunjukkan kesalahan pada saat perekaman data diakibatkan oleh petugas pencatat data atau pada saat penyimpanan data (WMO, 2002).

4.1.3 *Internal Consistency*

Pemeriksaan *error* yang terjadi akibat kesalahan pada saat perekaman data yang ketiga disebut dengan *internal consistency*, terdiri atas pemeriksaan nilai Tmaks yang bernilai kurang dari Tmin atau Trata, pemeriksaan nilai Tmin yang bernilai lebih dari Tmaks atau Trata, serta pemeriksaan Trata yang bernilai kurang dari Tmin atau lebih dari Tmaks (WMO, 2002).

Pada penelitian ini pemeriksaan hanya dilakukan pada data Tmin terhadap Tmaks dan sebaliknya, tanpa melibatkan Trata. Hal ini dikarenakan Trata diperoleh dari turunan T7, T13, dan T18. Adanya kesalahan dalam hal *internal consistency* merupakan pertanda adanya kesalahan dalam pencatatan data dari stasiun pengamatan.

Pada tahap ini tidak ditemukan adanya data yang tidak consisten antara data Tmaks dan Tmin sehingga tidak ada data yang dieliminasi

4.1.4 *Temporal Coherency*

Pemeriksaan *error* yang terjadi akibat kesalahan pada saat perekaman data yang keempat disebut dengan *temporal coherency*, yaitu pemeriksaan apabila nilai selisih antara data

berurutan bernilai lebih dari $10^{\circ}C$. Pemeriksaan *Temporal Coherency* dilakukan karena dalam satu hari sangat jarang sekali ditemui perubahan temperatur hingga mencapai $10^{\circ}C$. Berdasarkan hasil pemeriksaan sesuai langkah pada Lampiran 2, diketahui bahwa tidak ditemukan perubahan temperatur hingga $10^{\circ}C$.

4.1.5 *Missing Value Check*

Pemeriksaan *error* yang terjadi akibat kesalahan pada saat perekaman data yang kelima adalah *missing value check*. Apabila ditemukan data dengan persentase *missing value* lebih dari 20 persen, maka data tersebut tidak diikutkan pada analisis selanjutnya.

Tabel 4.4 Persentase *Missing Value* Trata, Tmaks, Tmin, CH

Nama Stasiun	Panjang Data	Persentase *Missing Data* (%)				Rata-rata
		Trata	Tmaks	Tmin	CH	
Perak I	41	0,39	1,47	0,86	0,69	0,85
Juanda	32	0,29	0,57	0,53	0,00	0,35
Perak II	32	1,48	1,74	2,05	0,00	1,32
Kalianget	33	2,95	3,18	3,21	2,03	2,82

Tidak terdapat data temperatur dan curah hujan dari keempat stasiun pengamatan yang memiliki persentase *missing value* lebih dari 20 persen seperti ditunjukan pada Tabel 4.4, sehingga proses *Missing Value Check* telah lolos dan dapat dilanjutkan pada analisis proses pengendalian kualitas secara visual.

4.1.6 Pengendalian Kualitas Secara Visual

Pemeriksaan *error* yang terjadi akibat kesalahan pada saat perekaman data yang terakhir adalah dengan mengamati plot data secara visual. Pengamatan secara visual dilakukan untuk mendeteksi kasus *outstanding time serie*, diantaranya adalah pembulatan/pengulangan nilai, tidak adanya *phisical relevance*, dan adanya kalibrasi atau degradasi kualitas alat.

Apabila terdeteksi kasus *outstanding times series* maka data pengamatan tersebut tidak dilibatkan dalam analisis data selanjutnya.

Pengamatan secara visual perlu dilakukan dua kali yaitu sebelum pengendalian kualitas *basic* dan sebagai pengendalian kualitas *basic* yang terakhir. Pengamatan pertama bertujuan untuk menunjukkan adanya kesalahan-kesalahan sedangkan pengamatan kedua digunakan untuk menunjukkan bahwa kesalahan-kesalahan data asli telah diatasi sebagian.

Berdasarkan hasil pengamatan visual pada Lampiran 2, diketahui bahwa data Tmin stasiun pengamatan Perak II terdeteksi kasus *outstanding time series*, yaitu tidak adanya *phisical relevance* seperti ditunjukan oleh tanda kotak. Tetapi, pada penelitian ini data Tmin stasiun Perak II tetap diikutkan dalam analisis selanjutnya, untuk melihat pengaruh dari kondisi data tersebut terhadap hasil homogenisasi.

4.2 Pengendalian Kualitas Lanjutan (Homogenisasi)

Pengendalian kualitas lanjutan atau homogenisasi adalah pengendalian kualitas yang dilakukan untuk mengatasi ketidakkontinuan data akibat faktor-faktor noniklim seperti perpindahan lokasi stasiun dan pergantian alat. Homogenisasi merupakan bagian dari tahapan pengendalian kualitas untuk mengatasi kasus *temporal coherency* dan *spatial coherency*, dengan menggunakan dua metode homogenisasi yaitu ACMANT dan *Climatol*. Data yang dihomogenkan adalah data yang telah melalui proses pengendalian kualitas *basic* yaitu data pada Lampiran 3.

4.2.1 ACMANT

Homogenisasi dengan menggunakan metode homogenisasi ACMANT dapat diujikan pada data harian dan data bulanan dengan langkah penggunaan pada Lampiran 4. Proses homogenisasi di empat stasiun wilayah pengamatan

menghasilkan data yang terhomogenisasi, tetapi sebagian tidak terhomogenisasi. Beberapa data yang tidak terhomogenisasi yaitu CH harian dan CH bulanan. Hal tersebut disebabkan oleh tidak ditemukannya unsur spasial dan temporal pada data-data tersebut. Tidak terpenuhinya unsur spasial dari data-data tersebut dapat dilihat dari nilai korelasi spasial antar stasiun pengamatan (Domoskos, 2015).

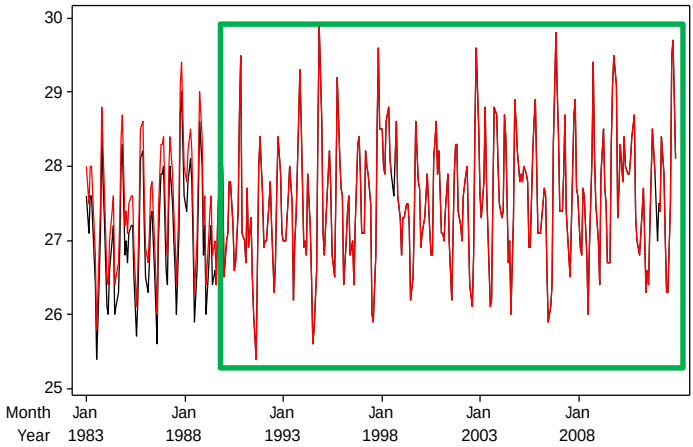
Tabel 4.5 Korelasi Spasial Data CH Harian, CH Bulanan, Tmin Bulanan Antar Stasiun Pengamatan

	Perak I	Juanda	Perak II	Kalianget
	----------Curah Hujan Harian----------			
Perak I	0,000			
Juanda	0,490	0,000		
Perak II	0,836	0,489	0,000	
Kalianget	***0,384**	***0,317**	***0,407**	0,000
	----------Curah Hujan Bulanan----------			
Perak I	0,000			
Juanda	0,490	0,000		
Perak II	0,836	0,489	0,000	
Kalianget	***0,384**	***0,317**	***0,407**	0,000

Sebanyak 50 persen dari total seluruh nilai korelasi data CH harian bernilai kurang dari 0,4, yaitu korelasi spasial antara stasiun Kalianget dan stasiun pengamatan lainnya yang ditandai dengan tanda bintang. Persentase tersebut merupakan batas pertimbangan dari metode ACMANT untuk menentukan apakah data pengamatan memiliki korelasi spasial atau tidak (Domoskos, 2015). Karena persentase banyaknya korelasi antar stasiun yang bernilai 0,4 adalah mencapai 50% maka data curah hujan harian tidak memiliki korelasi spasial. Hal tersebut juga terjadi pada data curah hujan bulanan, dilihat dari Tabel 4.5.

Data hasil homogenisasi menggunakan metode ACMANT dapat dilihat pada Lampiran 4, kemudian dibandingkan dengan data hasil pengendalian kualitas *basic*. Berdasarkan plot data Trata, Tmaks, Tmin harian dan plot data Trata, Tmin

bulanan pada Lampiran 6, diketahui bahwa metode ACMANT menjadikan data di akhir seri sebagai referensi seperti terlihat pada Gambar 4.2. Terlihat dari letak plot garis hitam dan merah yang berhimpitan. Bagian seri data yang terhomogenisasi ditunjukkan oleh bagian yang diberi tanda kotak, dimana garis hitam dan merah berhimpitan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2. Banyaknya data asli yang tetap menjadi data terhomogenisasi menunjukkan persentase yang berbeda-beda, ditunjukkan oleh Gambar 4.3.



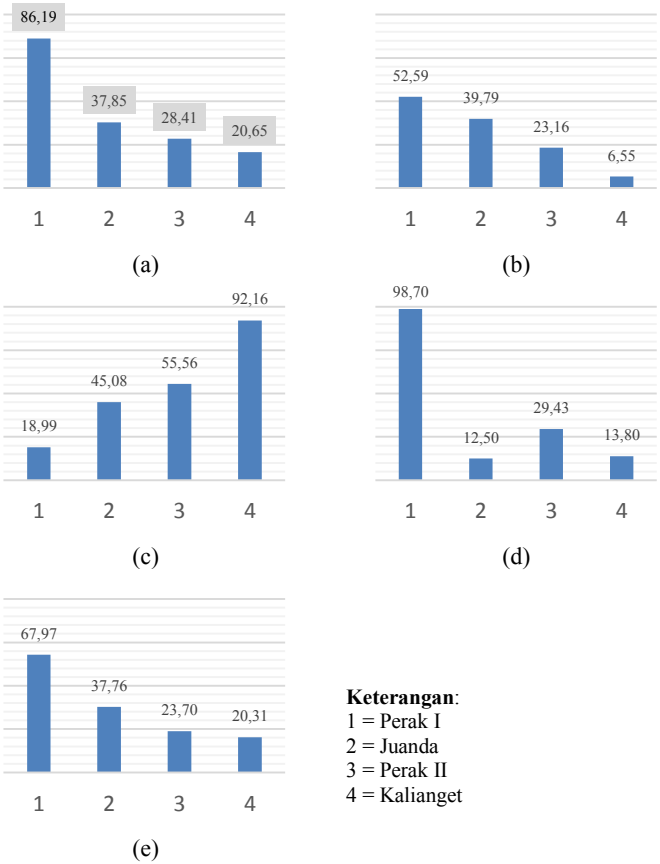
Keterangan:
: Data Asli (hasil pengendalian kualitas *basic*)
: Data hasil homogenisasi

Gambar 4.2 Plot Data Trata Stamet Juanda

Metode homogenisasi ACMANT memiliki kemampuan untuk mengagregasi data harian menjadi data bulanan dengan beberapa kriteria penilaian, teteapi pada penelitian ini data bulanan didapatkan dari agregasi secara manual dengan pertimbangan maksimal dalam satu bulan terdapat enam hari *missing value*. Hal tersebut menyebabkan hasil perhitungan

nilai korelasi spasial, jumlah *break point* dan *outlier* terdeteksi dari data harian dan bulanan menjadi berbeda.

Analisis selanjutnya untuk perbandingan dua metode homogenisasi, hanya data hasil homogenisasi Trata, Tmaks, dan Tmin bulanan yang digunakan.



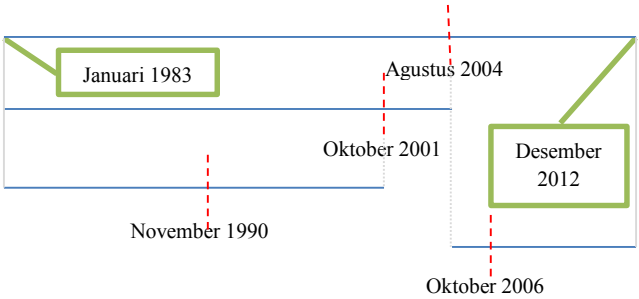
Gambar 4.3 Persentase Data Asli (a) Trata Harian, (b) Tmaks Harian, (c) Tmin Harian, (d) Trata Bulanan, (e) Tmaks Bulanan

4.2.2 Climatol

Homogenisasi menggunakan metode Climatol diujikan pada data bulanan dengan langkah penggunaan pada Lampiran

5 (a), sedangkan untuk data harian belum dapat dilakukan secara maksimal karena hanya dapat dilakukan pada data berdimensi waktu 3 tahun saja. Proses homogenisasi di empat stasiun wilayah pengamatan menghasilkan data yang terhomogenisasi untuk Trata, Tmaks, Tmin, dan CH.

Terdapat proses eksplorasi data pada metode Climatol, salah satunya yaitu dendogram yang disajikan pada Lampiran 5 (b). Dendogram menunjukkan pengklasifikasian stasiun pengamatan berdasarkan kemiripan karakteristik data. Untuk data Trata apabila dibagi menjadi dua kelompok, maka kelompok pertama terdiri atas stasiun Perak I, Juanda, dan Perak II sedangkan kelompok kedua terdiri atas stasiun Kalianget. Untuk data Tmaks, Tmin, dan CH apabila dibagi menjadi dua kelompok, maka kelompok pertama terdiri atas stasiun Perak I dan Perak II sedangkan kelompok kedua terdiri atas stasiun Juandan dan Kalinget.



Gambar 4.4 Deteksi *Shift* Metode Homogenisasi Cimatol pada Data Tmin Stasiun Perak II

Deteksi *shift* atau titik perpotongan oleh metode homogenisasi Climatol ditampilkan pada bagian *stage* 1 dan *stage* 2, Lampiran 5 (c). Letak terjadinya *shift* ditentukan oleh nilai SNHT maksimum (tV) dalam satu runtun data. Apabila didapatkan titik dengan tV lebih dari 25, maka titik tersebut menjadi letak terjadinya *shift* seperti ditunjukkan garis putus-

putus vertikal berwarna merah. Jumlah *shift* terbanyak dari keseluruhan pengamatan adalah data Tmin stasiun Perak II. *Shift* pertama data Tmin Perak II terjadi pada bulan Agustus 2004, sehingga runtun data terbagi menjadi dua bagian dengan bagian pertama adalah runtun data yang memiliki data asli di sebelah kiri dan bagian kedua adalah runtun data yang memiliki data asli di sebelah kanan. Proses deteksi *shift* tersebut terus berlanjut hingga tV tidak lebih dari 25, yaitu setelah ditemukan *shift* terakhir pada bulan Oktober 2006 seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4.

Tabel 4.6 Data Trata, Tmaks, Tmin, CH Terpilih Hasil Homogenisasi dengan Climatol

Nama Stasiun	Kriteria Penilaian		
	Data Asli di Akhir Seri	Data Asli (%)	RMSE
----------Temperatur Rata-Rata----------			
Perak I	V	40	0,18
Juanda	V	77	0,33
Perak II	V	8	0,20
Kalianget	V	99	0,37
----------Temperatur Maksimum----------			
Perak I	V	42	0,46
Juanda	V	55	0,39
Perak II	V	41	0,29
Kalianget	X	58	0,28
----------Temperatur Minimum----------			
Perak I	X	65	0,30
Juanda	V	99	0,57
Perak II	V	20	0,27
Kalianget	V	93	0,56
----------Curah Hujan----------			
Perak I	V	98	47,6
Juanda	V	100	92,4
Perak II	V	99	48,3
Kalianget	V	99	70,0

Keterangan: V=Data asli terletak di akhir runtun data

Metode homogenisasi Climatol menghasilkan beberapa runtun data pilihan yang sesuai dengan jumlah *shift* yang ditemukan, sehingga setiap seri data memiliki persentase data asli yang berbeda-beda seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 5 (d). Runtun data terhomogenisasi terpilih adalah yang mengandung minimal 2 kriteria berikut: data asli berada di akhir runtun, persentase data asli terbanyak, nilai RMSE terkecil. Pertimbangan kriteria tersebut menghasilkan data terpilih untuk Trata, Tmaks, Tmin, dan CH yang homogen disajikan pada Tabel 4.6. Data hasil homogenisasi dengan metode Climatol yang terpilih disajikan pada Lampiran 5 (e).

Analisis selanjutnya untuk perbandingan dua metode homogenisasi, data yang digunakan adalah data hasil homogenisasi Trata, Tmaks, dan Tmin bulanan.

4.3 Perbandingan Metode Homogenisasi ACMANT dan Climatol

Metode homogenisasi ACMANT dan Climatol dibandingkan secara empiris dan matematis untuk mengetahui metode manakah yang lebih efisien untuk diterapkan. Perbandingan secara empiris dilakukan dengan mengambil beberapa referensi hasil penelitian sebelumnya. Perbandingan secara matematis diambil dari hasil homogenisasi data Trata Tmaks, dan Tmin bulanan kedua metode dengan menghitung nilai RMSE dan CRMSE.

4.3.1 Perbandingan Empiris

Perbandingan kedua metode homogenisasi dilakukan dengan melakukan penilaian terhadap proses homogenisasi data menggunakan dua metode homogenisasi yaitu ACMANT dan Climatol. Perbandingan dilakukan dengan mempertimbangkan penilaian tipe deteksi *break point*, periode waktu, deteksi relatif,

data yang dapat dihomogenkan, dan penentuan data terhomogenisasi.

Tabel 4.7 Perbandingan Empiris Metode ACMANT dan Climatol

No.	Perbedaan	ACMANT	Climatol
1.	Deteksi *break point*	*Multiple break point*	*Single break point*
2.	Periode waktu	Harian/ Bulanan	Bulanan
3.	Pemilihan stasiun referensi	Nilai korelasi spasial	Kedekatan lokasi
4.	Data hasil homogenisasi	Penilaian objektif dari ACMANT	Penilaian subjektif dari peneliti
5.	Data yang dihomogenkan	Temperatur, curah hujan	Temperatur, curah hujan

Hasil dari perbandingan empiris antara metode homogenisasi ACMANT dan Climatol berdasarkan Tabel 4.7, menunjukkan bahwa ACMANT memiliki keunggulan dapat menghomogenkan data dengan basis sakala waktu bulanan bahkan harian sedangkan Climatol hanya bisa menghomogenkan data sengan basis skala waktu bulanan.

Penentuan stasiun referensi untuk metode Climatol tidak mempertimbangkan nilai korelasi antar stasiun, sedangkan metode ACMANT mempertimbangkan nilai korelasi spasial. Climatol hanya menggunakan kedekatan lokasi antar stasiun sebagai syarat stasiun bisa menjadi referensi, sehingga jumlah stasiun referensi tidak terbatas. Hubungan antar stasiun pada metode ACMANT diketahui melalui nilai korelasi spasial, sedangkan pada metode Climatol hanya dapat diketahui kesamaan karakteristik datanya melalui dendogram.

Data hasil homogenisasi oleh metode ACMANT bisa langsung didapatkan sedangkan data hasil homogenisasi oleh metode Climatol harus dipilih lagi dengan menggunakan beberapa kriteria penilaian sesuai dengan subjektifitas peneliti. Secara keseluruhan, metode ACMANT menggunakan prosedur menghomogenkan data lebih mudah daripada metode Climatol.

4.3.2 Perbandingan Matematis

Perbandingan matematis kedua metode homogenisasi dilakukan dengan menggunakan nilai RMSE dan CRMSE yang didapatkan dari data asli dan data hasil homogenisasi. Hasil perhitungan RMSE dan CRMSE untuk masing-masing metode disajikan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4.8 Nilai RMSE Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol

Metode	Stasiun Pengamatan				Rata-Rata
	Perak I	Juanda	Perak II	Kalianget	
		-------Temperatur rata-rata-------			
ACMANT	0,01	0,04	0,89	0,07	0,05
Climatol	0,05	0,02	0,12	0,00	0,05
		-----Temperatur Maksimum-----			
ACMANT	0,09	0,37	0,08	0,20	0,18
Climatol	0,08	0,25	0,04	0,01	**0,10**
		------Temperatur Minimum------			
ACMANT	0,08	0,05	0,29	0,00	**0,10**
Climatol	0,16	0,00	0,28	0,00	0,11

Tabel 4.9 Nilai CRMSE Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol

Metode	Stasiun Pengamatan				Rata-Rata
	Perak I	Juanda	Perak II	Kalianget	
		-------Temperatur rata-rata-------			
ACMANT	1,59	2,05	1,43	1,56	**1,66**
Climatol	1,59	2,06	1,48	1,57	1,67
		-----Temperatur Maksimum-----			
ACMANT	1,75	2,43	0,20	9,05	3,36
Climatol	1,76	2,43	0,16	9,02	**3,35**
		------Temperatur Minimum------			
ACMANT	0,23	1,77	1,33	6,40	**2,43**
Climatol	0,37	1,79	1,32	6,35	2,46

Berdasarkan hasil perhitungan RMSE dan CRMSE setiap stasiun pengamatan, tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk masing-masing metode homogenisasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil homogenisasi data unsur

iklim di empat stasiun wilayah Surabaya menggunakan metode ACMANT atau Climatol relatif sama.

Secara keseluruhan, dengan menggunakan rata-rata nilai RMSE dan CRMSE dari empat stasiun pengamatan untuk data Trata/Tmaks/Tmin menunjukkan bahwa metode ACMANT lebih baik karena memiliki nilai rata-rata CRMSE lebih kecil daripada metode Climatol. Hal tersebut mendukung hasil penelitian dari Venema (2012) dan Ribeiro (2015) bahwa metode yang menggunakan teknik deteksi *multiple break point* memiliki performa yang lebih baik daripada metode yang menggunakan teknik deteksi *single break point*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 (a) Data T7, T13, T18, Trata, Tmaks, Tmin, CH Stasiun Meteorologi (Stamet) Perak I

Tahun	Bulan	Tanggal	T7	T13	T18	Trata	Tmaks	Tmin	CH
1972	1	1	25,6	30,5	25,5	26,8	32,2	23,0	0,1
1972	1	2	25,0	30,4	27,5	27,0	30,3	23,2	1,0
1972	1	3	24,3	30,0	26.0	26,1	30,5	22,4	0,0
1972	1	4	24,8	30,4	23,4	25,9	30,8	22,6	4,9
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	30	27,8	31,6	29,6	29,2	33,0	26,0	2,2
2012	12	31	27,0	32,0	25,8	27,9	32,8	25,0	0,0

Keterangan:

9999 = Data tidak tercatat (*missing value*)

8888 = Tidak terukur (TTU)

T7 = Temperatur pada pukul tujuh (^{0}C)

T13 = Temperatur pada pukul 13 (^{0}C)

T18 = Temperatur pada pukul 18 (^{0}C)

Trata = Temperatur rata-rata (^{0}C)

Tmaks = Temperatur maksimum (^{0}C)

Tmin = Temperatur minimum (^{0}C)

CH = Curah hujan (mm)

Lampiran 1 (b) Data T7, T13, T18, Trata, Tmaks, Tmin, CH Stamet Juanda

Tahun	Bulan	Tanggal	T7	T13	T18	Trata	Tmaks	Tmin	CH
1981	1	1	25,1	32,1	24,5	26,7	32,8	23,3	8888
1981	1	2	25,0	32,0	23,8	26,5	32,7	23,6	44
1981	1	3	23,9	31,4	23,6	25,7	31,4	21,4	31,7
1981	1	4	24,6	28,2	24,2	25,4	32,6	22,9	6,8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	30	26,8	32,1	28,4	28,5	33,0	25,8	7,6
2012	12	31	26,2	30,8	26,1	27,3	32,8	25,7	8888

Keterangan:

9999 = Data tidak tercatat (*missing value*)
8888 = Tidak terukur (TTU)
T7 = Temperatur pada pukul tujuh (^{0}C)
T13 = Temperatur pada pukul 13 (^{0}C)
T18 = Temperatur pada pukul 18 (^{0}C)
Trata = Temperatur rata-rata (^{0}C)
Tmaks = Temperatur maksimum (^{0}C)
Tmin = Temperatur minimum (^{0}C)
CH = Curah hujan (mm)

Lampiran 1 (c) Data T7, T13, T18, Trata, Tmaks, Tmin, CH Stamet Maritim Perak II

Tahun	Bulan	Tanggal	T7	T13	T18	Trata	Tmaks	Tmin	CH
1981	1	1	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9,8
1981	1	2	9999	9999	9999	9999	9999	9999	56,8
1981	1	3	9999	9999	9999	9999	9999	9999	62,4
1981	1	4	9999	9999	9999	9999	9999	9999	36,9
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	30	26,4	33,9	24,4	27,8	34,5	23,3	35,3
2012	12	31	26,3	33,5	26,1	28,1	34	25,8	9,8

Keterangan:

9999 = Data tidak tercatat (*missing value*)
8888 = Tidak terukur (TTU)
T7 = Temperatur pada pukul tujuh (^{0}C)
T13 = Temperatur pada pukul 13 (^{0}C)
T18 = Temperatur pada pukul 18 (^{0}C)
Trata = Temperatur rata-rata (^{0}C)
Tmaks = Temperatur maksimum (^{0}C)
Tmin = Temperatur minimum (^{0}C)
CH = Curah hujan (mm)

Lampiran 1 (d) Data T7, T13, T18, Trata, Tmaks, Tmin, CH Stamet Kalianget Madura

Tahun	Bulan	Tanggal	T7	T13	T18	Trata	Tmaks	Tmin	CH
1980	1	1	25,8	27,2	28,0	26,7	29,0	19,0	3,0
1980	1	2	24,2	24,4	26,8	24,9	29,0	20,0	19,0
1980	1	3	25,5	29,2	27,4	26,9	30,0	21,0	14,0
1980	1	4	26,2	31,4	27,6	27,9	32,0	21,0	0,0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	30	26,2	30,6	29,0	28,0	32,6	25,6	0,0
2012	12	31	27,0	30,2	26,8	27,8	31,4	25,0	44,7

Keterangan:

9999 = Data tidak tercatat (*missing value*)
8888 = Tidak terukur (TTU)
T7 = Temperatur pada pukul tujuh (^{0}C)
T13 = Temperatur pada pukul 13 (^{0}C)
T18 = Temperatur pada pukul 18 (^{0}C)
Trata = Temperatur rata-rata (^{0}C)
Tmaks = Temperatur maksimum (^{0}C)
Tmin = Temperatur minimum (^{0}C)
CH = Curah hujan (mm)

Lampiran 2 (a) *Gross Error Check*

Pemeriksaan *abberant values* dan *consistency of calendar dates*, dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Memeriksa nilai Trata, Tmaks, Tmin yang mengandung *abberant values* dengan formula:

   "=IF(sel data pertama Trata/ Tmaks/Tmin sampai sel data terakhir< 5,1,0)" dan

   "=IF(sel data pertama Trata/Tmaks/Tmin sampai sel data terakhir > 40,1,0)".

   Apabila terdeteksi nilai Trata, Tmaks, Tmin kurang dari 5 atau lebih dari 40 maka akan muncul angka 1, sedangkan jika tidak maka akan muncul angka 0.
2. Memeriksa nilai CH yang mengandung *abberant values* dengan formula

   "=IF(sel data pertama CH sampai sel data terakhir >500,1,0)".

   Apabila terdeteksi nilai CH lebih dari 500 maka akan muncul angka 1, sedangkan jika tidak maka akan muncul angka 0.
3. Menghitung persentase *abberant values* dengan cara membagi jumlah *abberant value* dengan total data kemudian dikali dengan 100 persen. Menghitung jumlah *abberant values* dengan formula:

   "=SUM(sel hasil Langkah 1a/1b)".
4. Mengeliminasi *abberant values*.
5. Pemeriksaan *consistency of calendar dates*. Jumlah hari pada bulan Januari, Maret, Mei, Juli, Agustus, Oktober, Desember adalah 31 hari. Jumlah hari pada bulan Februari adalah 28/29 hari, tergantung berada pada tahun kabisat atau tidak. Jumlah hari pada bulan April, Juni, September, November adalah 30 hari. Pemeriksaan akan lebih mudah dilakukan apabila struktur data seperti pada Gambar 3.1.

Lampiran 2 (b) *Tolerance Test*

Pemeriksaan nilai Trata/Tmaks/Tmin yang keluar batas toleransi dan pemeriksaan nilai yang mengalami pengulangan selama empat hari atau lebih. Batas toleransi didapatkan dari persamaan $\mu \pm 3\sigma$.

1. Menghitung nilai μ dan σ dengan menggunakan formula:
   "=AVERAGE(sel data pertama Trata/Tmaks/Tmin sampai sel data terakhir)" dan
   "=STDEV(sel data pertama Trata/Tmaks/Tmin sampai sel data terakhir)".
2. Menghitung batas atas (BA=$\mu + 3\sigma$) dan batas bawah (BB=$\mu - 3\sigma$) dari Trata, Tmaks, Tmin.
3. Memeriksa nilai Trata, Tmaks, Tmin yang berada di luar batas toleransi dengan formula:
   "=IF(sel data pertama Trata/Tmaks/Tmin sampai sel data terakhir<BB,1,0)" dan
   "=IF(sel data pertama Trata/Tmaks/Tmin sampai sel data terakhir>BA,1,0)".
   Apabila terdeteksi nilai Trata, Tmaks, Tmin kurang dari BB atau lebih dari BA maka akan muncul angka 1, sedangkan jika tidak maka akan muncul angka 0.
4. Menghitung persentase nilai Trata, Tmaks, Tmin yang berada di luar batas toleransi dengan membagi jumlah data yang di luar batas toleransi dengan banyak data kemudian dikali dengan 100 persen. Menghitung jumlah data yang diluar batas toleransi menggunakan formula:
   "=SUM(sel hasil Langkah 2c)".
5. Mengeliminasi Trata/Tmaks/Tmin bernilai kurang dari BB atau lebih dari BA.
6. Pemeriksaan nilai berulang selama empat hari atau lebih mudah dilakukan apabila struktur data seperti pada Gambar 3.1.

Lanjutan Lampiran 2 (b) *Tolerance Test*

Daftar data berulang di empat stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel berikut.

Kode Stasiun	Data	Periode Waktu Berulang (sama)
96933	Rata-rata; Maksimum; Minimum; Curah hujan.	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
96935	Rata-rata	-
	Maksimum	1. Bulan 6 dan 7 2011
	Minimum	-
	Curah hujan	-
96937	Rata-rata	-
	Maksimum	-
	Minimum	-
	Curah hujan	-
96973	Rata-rata	-
	Maksimum	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
	Minimum	1. Bulan 3 dan 4 tahun 1982 2. Bulan 1-12 tahun 2009 dan bulan 1-12 tahun 2010
	Curah hujan	1. Bulan 1-12 tahun 2009 dan bulan 1-12 tahun 2010

Lampiran 2 (c) *Internal Consistency*, *Temporal Coherency Missing Value Check*

1. *Internal Coherency*

   Memeriksa nilai konsistensi internal yaitu apabila terdapat nilai Tmaks yang kuran dari Tmin dan sebaliknya. *Internal consistency* dilakukan dengan menggunakan formula:

   "=IF(Tmaks<Tmin;1;0)" untuk Tmaks dan

   "=IF(Tmin<Tmaks,1,0)" untuk Tmin.

   Apabila terdeteksi nilai Tmaks kurang dari Tmin atau sebaliknya maka akan muncul angka 1, sedangkan jika tidak akan muncul angka 0. Langkah selanjutnya adalah eliminasi nilai yang secara internal tidak konsisten.

2. *Temporal* Coherency

   Menghitung selisih antar data temperatur antara dua hari yang berurutan. Apabila ditemukan selisih sebesar $10^{\circ}C$ atau lebih maka data tersebut dieliminasi.

3. Missing *Value Check*

   Menghitung jumlah *missing value* dengan formula:

   "=COUNTIF(sel data pertama Trata/Tmaks/Tmin/ CH sampai sel data terakhir;9999)".

   Nilai 9999 menunjukkan kode *missing value* pada data. Perhitungan persentase *missing value* dilakukan dengan membagi jumlah *missing value* dengan banyak data kemudian dikali dengan 100 persen.

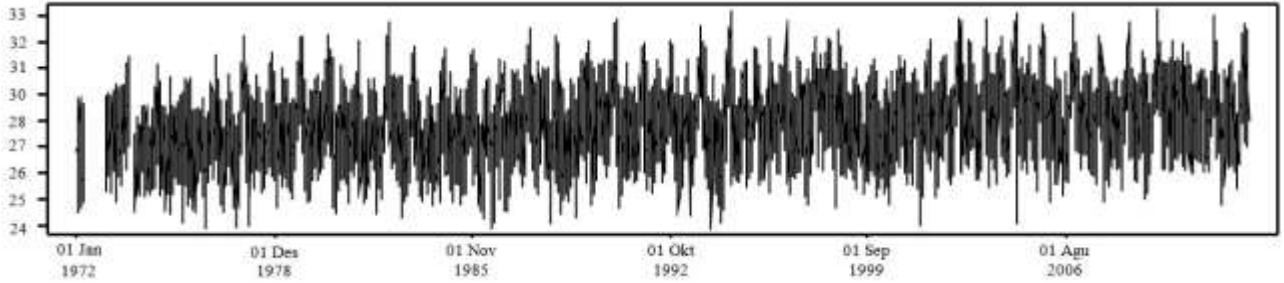
Lampiran 2 (d) Pengendalian Kualitas Visual

Menganalsis adanya kasus *outstanding time series* dengan melihat plot data Trata/Tmaks/Tmin/CH. Kasus *outstanding series* diantaranya adalah sebagai berikut:

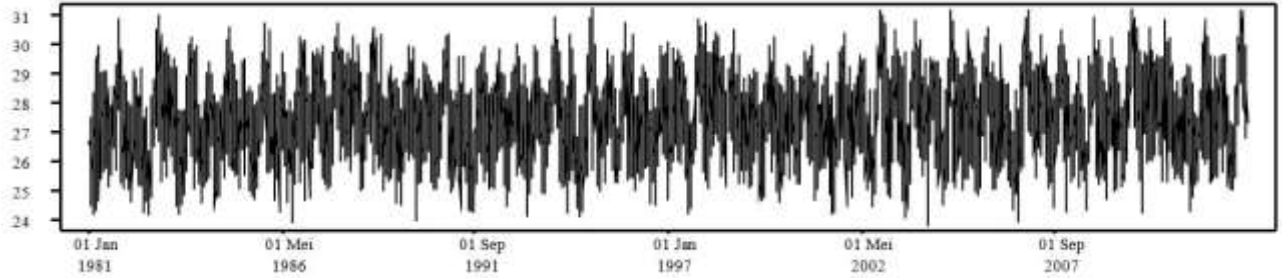
- Pembulatan/pengulangan nilai yang ditandai dengan plot data yang tampak seperti potong rumput
- Tidak adanya *physical relevance* yang ditandai dengan perbedaan sebaran data
- Kalibrasi atau degradasi kualitas alat yang ditandai dengan trend turun kemudian naik.

Plot data Trata/Tmaks/Tmin/CH keempat stasiun di wilayah pengamatan disajikan pada Gambar Lanjutan Lampiran 2 (d).

Lanjutan Lampiran 2 (d) Pengendalian Kualitas Visual

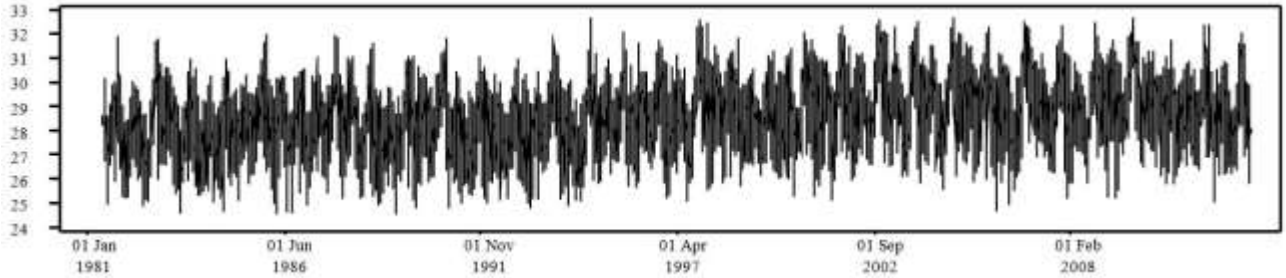


Gambar 1. Plot Runtun Data Temperatur Rata-Rata Stamet Perak I

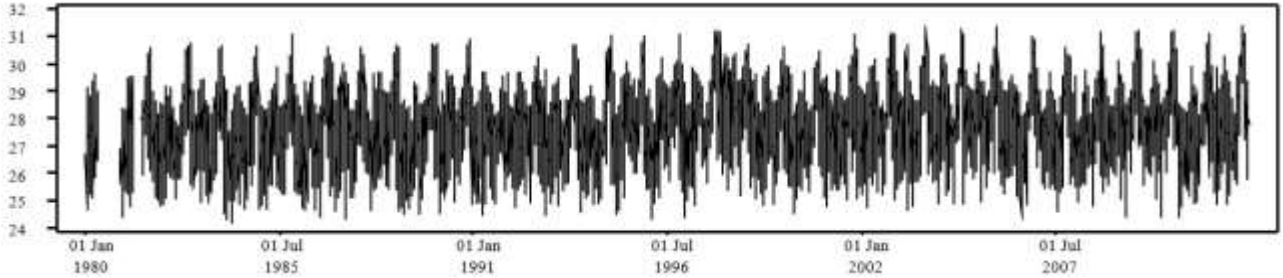


Gambar 2. Plot Runtun Data Temperatur Rata-Rata Stamet Juanda

Lanjutan Lampiran 2 (d) Pengendalian Kualitas Visual

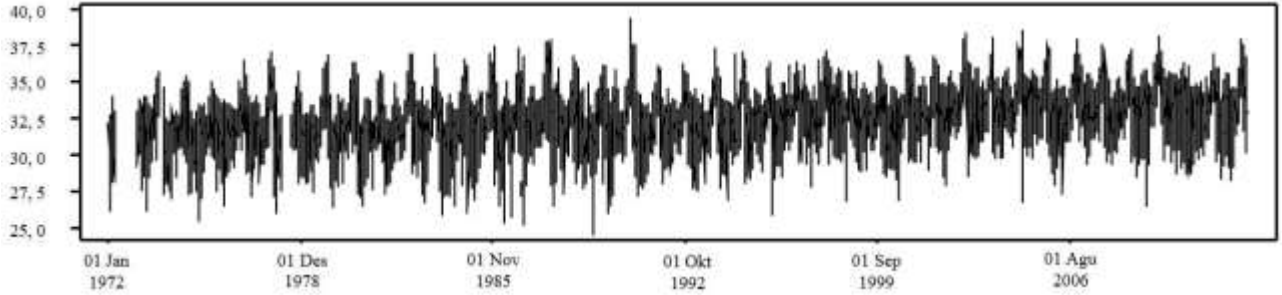


Gambar 3. Plot Runtun Data Temperatur Rata-Rata Stamet Perak II

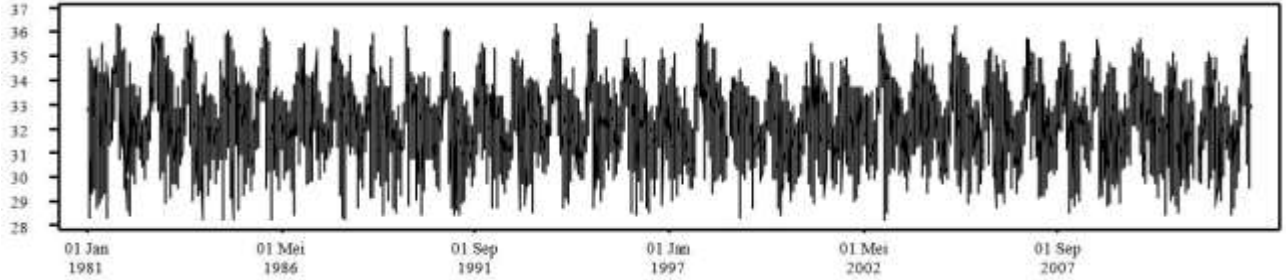


Gambar 4. Plot Runtun Data Temperatur Rata-Rata Stamet Kalianget

Lanjutan Lampiran 2 (d) Pengendalian Kualitas Visual

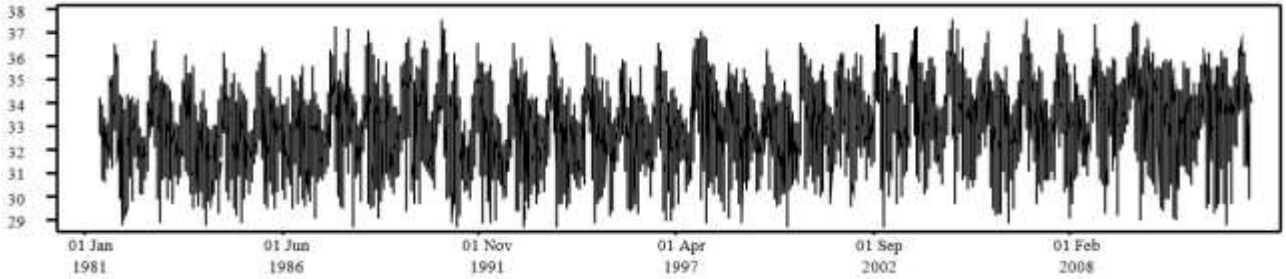


Gambar 5. Plot Runtun Data Temperatur Maksimum Stamet Perak I

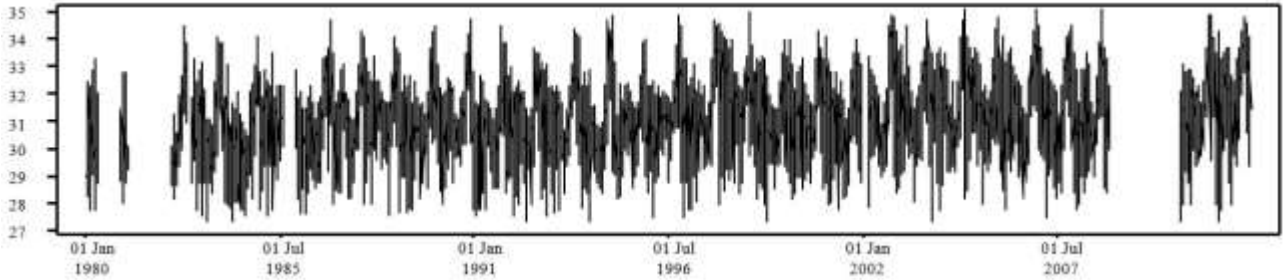


Gambar 6. Plot Runtun Data Temperatur Maksimum Stamet Juanda

Lanjutan Lampiran 2 (d) Pengendalian Kualitas Visual

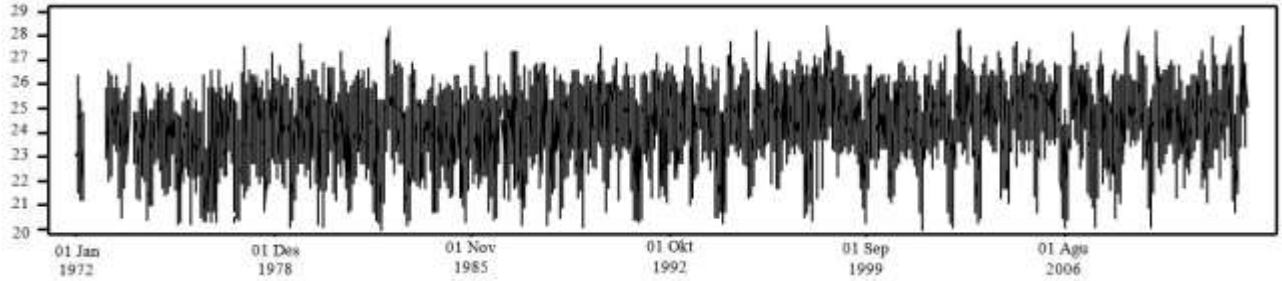


Gambar 7. Plot Runtun Data Temperatur Maksimum Stamet Perak II

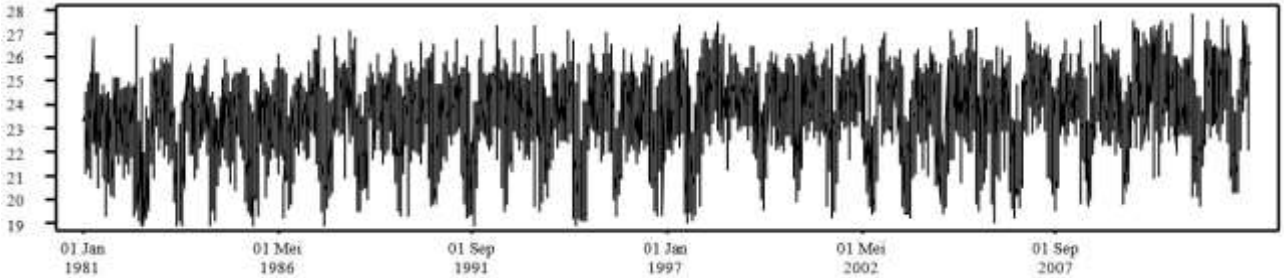


Gambar 8. Plot Runtun Data Temperatur Maksimum Stamet Juanda

Lanjutan Lampiran 2 (d) Pengendalian Kualitas Visual

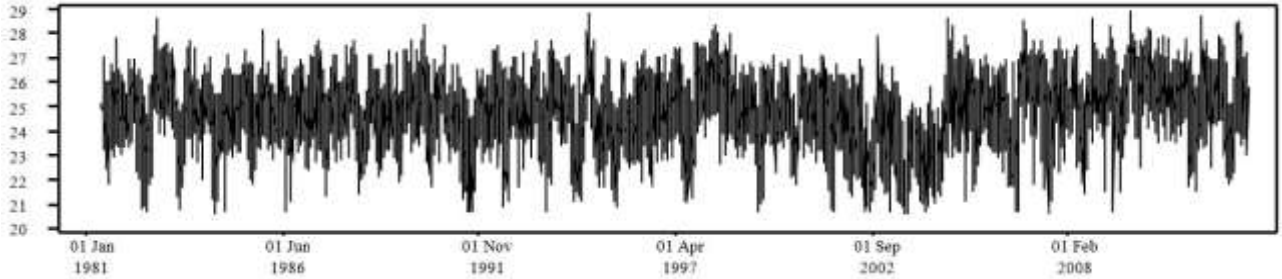


Gambar 9. Plot Runtun Data Temperatur Minimum Stamet Perak I

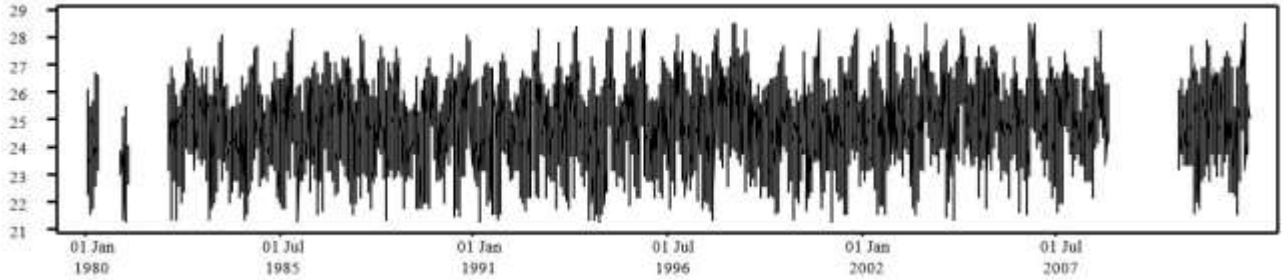


Gambar 10. Plot Runtun Data Temperatur Minimum Stamet Juanda

Lanjutan Lampiran 2 (d) Pengendalian Kualitas Visual

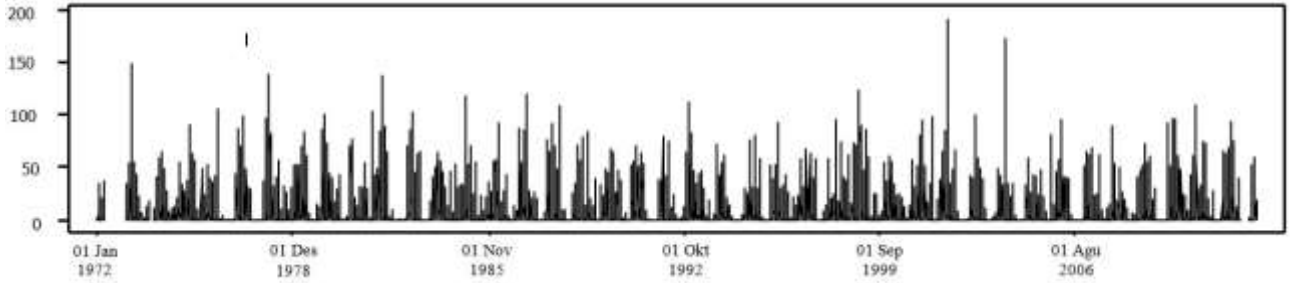


Gambar 11. Plot Runtun Data Temperatur Minimum Stamet Perak II

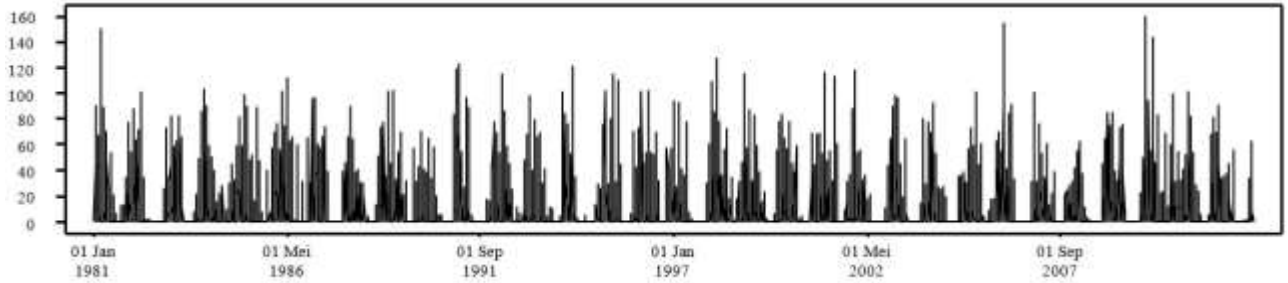


Gambar 12. Plot Runtun Data Temperatur Minimum Stamet Kalianget

Lanjutan Lampiran 2 (d) Pengendalian Kualitas Visual

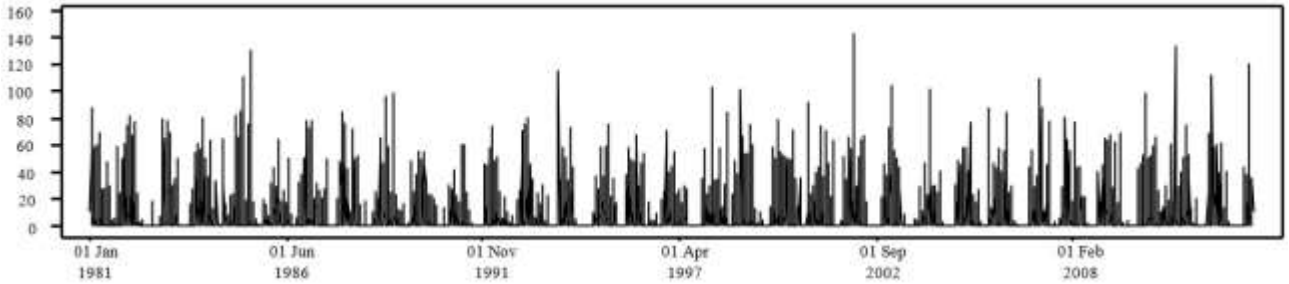


Gambar 13. Plot Runtun Data Curah Hujan Stamet Perak I

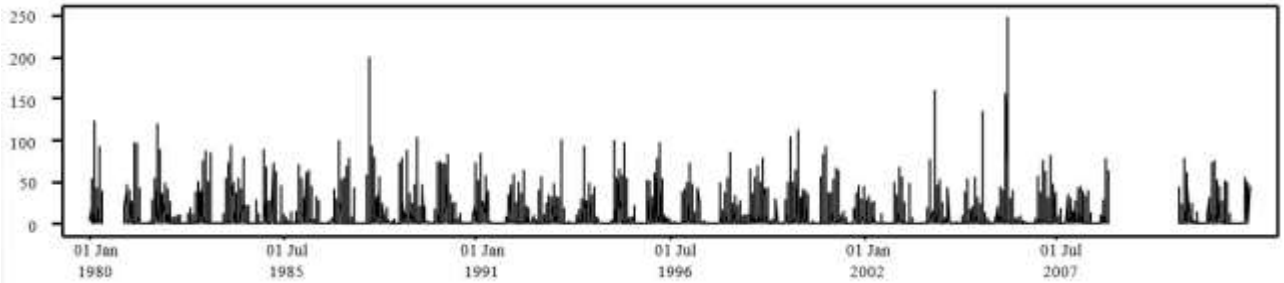


Gambar 14. Plot Runtun Data Curah Hujan Stamet Juanda

Lanjutan Lampiran 2 (d) Pengendalian Kualitas Visual



Gambar 15. Plot Runtun Data Curah Hujan Stamet Perak II



Gambar 16. Plot Runtun Data Curah Hujan Stamet Perak I

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 3 (a) Data Harian Hasil Pengendalian Kualitas *Basic* (QC-*Basic*)

Tahun	Bulan	Tanggal	Trata	Tmaks	Tmin	CH
		----------Stamet Perak I----------				
1972	1	1	26,8	32,2	23,0	0,1
1972	1	2	27,0	30,3	23,2	1,0
1972	1	3	26,1	30,5	22,4	0,0
1972	1	4	25,9	30,8	22,6	4,9
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	28	27,5	30,6	26,0	18,8
2012	12	29	27,6	32,4	26,0	2,2
2012	12	30	29,2	33,0	26,0	2,2
2012	12	31	27,9	32,8	25,0	0,0
		----------Stamet Juanda----------				
1981	1	1	26,7	32,8	23,3	8888
1981	1	2	26,5	32,7	23,6	44
1981	1	3	25,7	31,4	21,4	31,7
1981	1	4	25,4	32,6	22,9	6,8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	28	26,8	29,8	24,6	4,1
2012	12	29	27,4	31,6	24,5	7,0
2012	12	30	28,5	33,0	25,8	7,6
2012	12	31	27,3	32,8	25,7	8888

Keterangan:

9999 = Data tidak tercatat (*missing value*)
8888 = TTU (Tidak Terukur)
Trata = Temperatur rata-rata (^{0}C)
Tmaks = Temperatur maksimum (^{0}C)
Tmin = Temperatur minimum (^{0}C)
CH = Curah hujan (mm)

Lanjutan Lampiran 3 (a) Data Harian Hasil QC-*Basic*

Tahun	Bulan	Tanggal	Trata	Tmaks	Tmin	CH
		----------Stamet Perak II----------				
1981	1	1	9999	9999	9999	9,8
1981	1	2	9999	9999	9999	56,8
1981	1	3	9999	9999	9999	62,4
1981	1	4	9999	9999	9999	36,9
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	28	27,8	31,6	25,0	14,4
2012	12	29	28,3	32,0	26,7	1,0
2012	12	30	27,8	34,5	23,3	35,3
2012	12	31	28,1	34,0	25,8	9,8
		----------Stamet Kalianget----------				
1980	1	1	26,7	29,0	19,0	3,0
1980	1	2	24,9	29,0	20,0	19,0
1980	1	3	26,9	30,0	21,0	14,0
1980	1	4	27,9	32,0	21,0	0,0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	28	26,6	29,6	24,6	6,3
2012	12	29	27,9	32,6	25,0	0,2
2012	12	30	28,0	32,6	25,6	0,0
2012	12	31	27,8	31,4	25,0	44,7

Keterangan:

9999 = Data tidak tercatat (*missing value*)
8888 = TTU (Tidak Terukur)
Trata = Temperatur rata-rata (^{0}C)
Tmaks = Temperatur maksimum (^{0}C)
Tmin = Temperatur minimum (^{0}C)
CH = Curah hujan (mm)

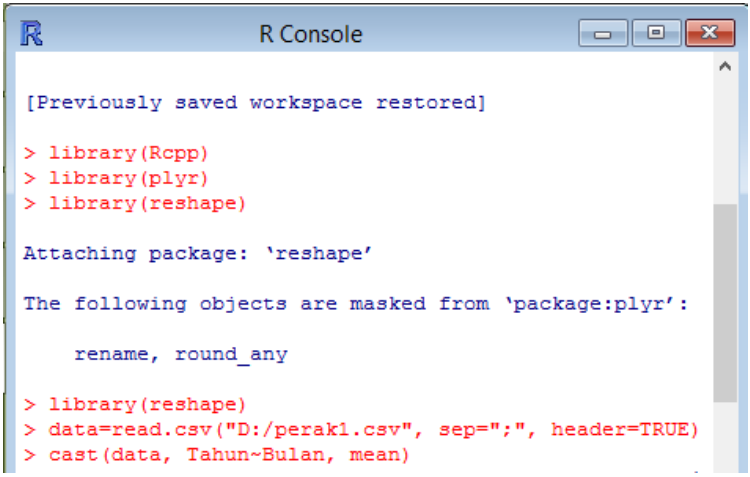
Lampiran 3 (b) Agregasi Data Harian menjadi Data Bulanan

Mengubah data temperatur harian menjadi data temperatur bulanan menggunakan *software* R dengan bantuan paket *Rcpp, plyr,* dan *reshape* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyimpan data Trata/Tmaks/Tmin/CH harian dalam bentuk file .csv (menggunakan MS. Excel) misalnya untuk data Trata harian Stamet Perak 1 disimpan dengan nama file "perak1.csv" dan struktur data tersebut sesuai Tabel berikut.

Tahun	Bulan	Tanggal	Trata
1972	1	1	26,8
1972	1	2	27,0
...	...	...	...
2012	12	30	29,2
2012	12	31	28,0

2. Membuka jendela *software* R dan memanggil paket *Rcpp, plyr,* dan *Reshape* (Baris ke-2, ke-3, dan ke-4 pada Gambar).
3. Memanggil file "perak1.csv" pada jendela R (Baris ke-9).
4. Memasukkan function untuk mengolah data (Baris ke-10). ***"Mean"*** untuk data temperatur dan ***"Sum"*** untuk data curah hujan.



Lampiran 3 (c) Data Basis Skala Bulanan Hasil Agregasi

Tahun	Bulan	Trata	Tmaks	Tmin	CH
----------Stamet Perak I----------					
1981	1	26,4	29,9	23,8	366,3
1981	2	27,0	30,6	24,1	132,3
1981	3	27,7	31,2	24,7	54,4
1981	4	27,7	31,8	24,3	128,9
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	28,7	33,5	25,4	206,4
----------Stamet Juanda----------					
1981	1	26,2	31,5	23,1	483,1
1981	2	26,7	32,4	23,3	557,2
1981	3	27,6	32,4	23,8	352,0
1981	4	27,6	32,4	23,9	385,9
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	28,1	32,7	25,0	171,0
----------Stamet Perak II----------					
1981	1	9999	9999	9999	399,2
1981	2	9999	9999	9999	211
1981	3	9999	9999	9999	113,6
1981	4	9999	9999	9999	170,8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	28,9	33,6	25,6	317,9
----------Stamet Kalianget----------					
1981	1	26,5	29,9	9999	247
1981	2	26,9	30,3	9999	188
1981	3	27,2	9999	9999	262
1981	4	27,6	9999	9999	164
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012	12	28,1	32,4	25,2	284,7

Keterangan:

9999 = Data tidak tercatat (*missing value*)
Trata = Temperatur rata-rata (^{0}C)
Tmaks = Temperatur maksimum (^{0}C)
Tmin = Temperatur minimum (^{0}C)
CH = Curah hujan (mm)

Lampiran 4 (a) Prosedur Menjalankan Metode ACMANT

A. Homogenisasi data harian.

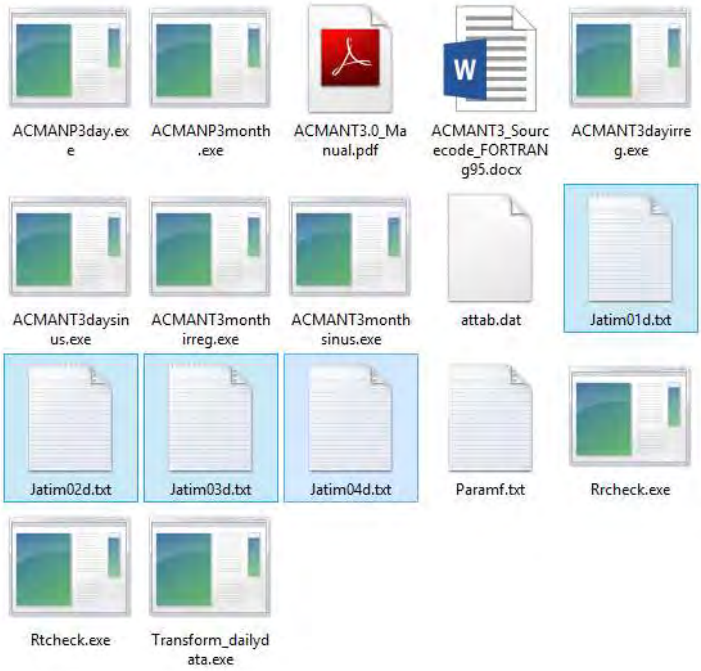
1. Homogenisasi data harian dilakukan dengan menggunakan struktur data seperti pada Gambar 3.1 dan dilakukan untuk wilayah (*network*) yang memiliki minimal empat stasiun pengamatan.
3. Data disimpan dalam format .txt. Setiap file .txt berisi satu runtun data dari satu stasiun pengamatan sehingga untuk masing-masing data Trata/Tmaks/Tmin/CH harian memiliki 4 file input dalam format .txt.
4. Penamaan untuk masing-masing file terdiri atas 12 karakter, yaitu: lima (5) karakter pertama menyatakan wilayah, dua (2) karakter selanjutnya menyatakan penomeran stasiun pengamatan, satu (1) karakter selanjutnya ditulis "d" yang menyatakan data harian, dan empat (4) karakter terakhir merupakan format .txt.

   Misalkan untuk menyimpan 4 seri data temperatur rata-rata di wilayah Surabaya, maka penamaan pada file .txt adalah sebagai berikut.

   - Jatim01d.txt untuk Stamet Perak I
   - Jatim02d.txt untuk Stamet Juanda
   - Jatim03d.txt untuk Stamet Maritim Perak II
   - Jatim04d.txt untuk Stamet Kalianget Madura

Lanjutan Lampiran 4 (a) Prosedur Menjalankan Metode ACMANT

5. Kemudian keempat file .txt tersebut disimpan menjadi satu dengan folder ACMANT seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. File dalam Satu Folder ACMANT

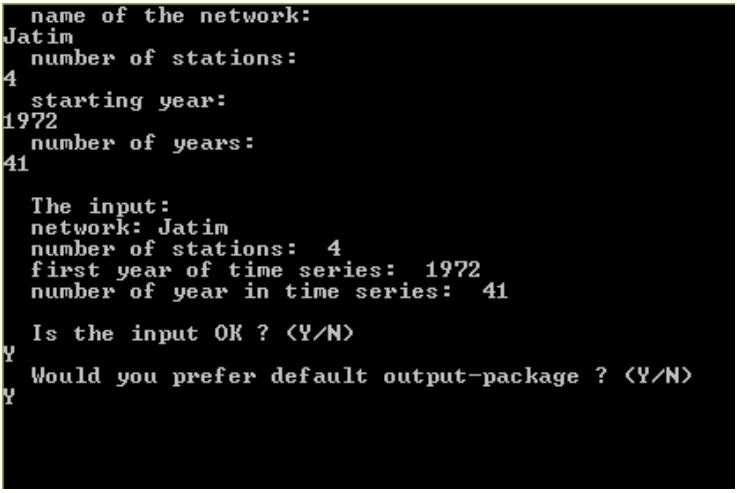
Lanjutan Lampiran 4 (a) Prosedur Menjalankan Metode ACMANT

6. Menghomogenkan data Trata/Tmaks/Tmin/CH (sesuai karakter data) menggunakan file .exe pada Tabel 1.

Tabel 1. File .exe untuk Homogenisasi dengan Metode ACMANT

	Trata	*Tmaks*	*Tmin*	*CH*
		------*Skala Harian*------		
ACMANT3daysinus.exe	V	V		
ACMANT3dayirreg.exe			V	
ACMANT3day.exe				V
		-----*Skala Bulanan*-----		
ACMANT3monthsinus.exe	V	V		
ACMANT3monthirreg.exe			V	
ACMANT3month.exe				V

7. Proses *running* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses *Running* Metode ACMANT

Lanjutan Lampiran 4 (a) Prosedur Menjalankan Metode ACMANT

8. Hasil dari homogenisasi data Trata/Tmaks/Tmin/CH harian adalah didapatkan:
   - 1 file *control message* yang menyatakan apakah proses homogenisasi berhasil atau tidak
   - 1 file *Jatimbrk.txt* yang berisi deteksi waktu terjadinya *break points* dan *outliers*
   - 1 file *Jatimr1.dat* yang berisi nilai korelasi spasial antar stasiun pengamatan
   - 4 file dengan 5 karakter terkhir memiliki format *j.txt*: berisi status data bulanan hasil agregasi oleh ACMANT
   - 4 file dengan 5 karakter terakhir memiliki format *t.txt*: berisi data bulanan hasil agregasi oleh ACMANT
   - 4 file dengan 5 karakter terakhir memiliki format *v.txt*: berisi data harian yang telah homogen oleh metode ACMANT.

Gambar 3. Isi Folder ACMANT setelah Proses Homogenisasi

Lanjutan Lampiran 4 (a) Prosedur Menjalankan Metode ACMANT

B. Homogenisasi data bulanan.

1. Homogenisasi data bulanan dengan menggunakan struktur data seperti pada Gambar 3.2 dan dilakukan dengan wilayah yang memiliki minimal empat stasiun pengamatan.
2. Data disimpan dalam format .txt. Setiap file .txt berisi data dari satu stasiun pengamatan sehingga untuk masing-masing data Trata/Tmaks/Tmin/CH harian memiliki 4 file input dalam format .txt.
4. Penamaan untuk masing-masing file terdiri atas 11 karakter, yaitu: lima (5) karakter pertama menyatakan wilayah, dua (2) karakter selanjutnya menyatakan penomeran stasiun pengamatan, empat (4) karakter terakhir merupakan format .txt.

   Misalkan untuk menyimpan 4 seri data temperatur rata-rata di wilayah Surabaya, maka penamaan pada file .txt adalah sebagai berikut.

   - Jatim01.txt untuk Stamet Perak I
   - Jatim02.txt untuk Stamet Juanda
   - Jatim03.txt untuk Stamet Maritim Perak II
   - Jatim04.txt untuk Stamet Kalianget Madura
5. Selain keempat file input tersebut, terdapat satu file dengan format .dat yang berisi nama file dari data stasiun yang akan dihomogenkan. File tersebut diberi nama **"*names.dat*"**.
6. Kemudian keempat file .txt tersebut disimpan menjadi satu dengan folder ACMANT.
7. Menghomogenkan data Trata/Tmaks/Tmin/CH dengan file .exe pada Tabel 1.

Lanjutan Lampiran 4 (a) Prosedur Menjalankan Metode ACMANT

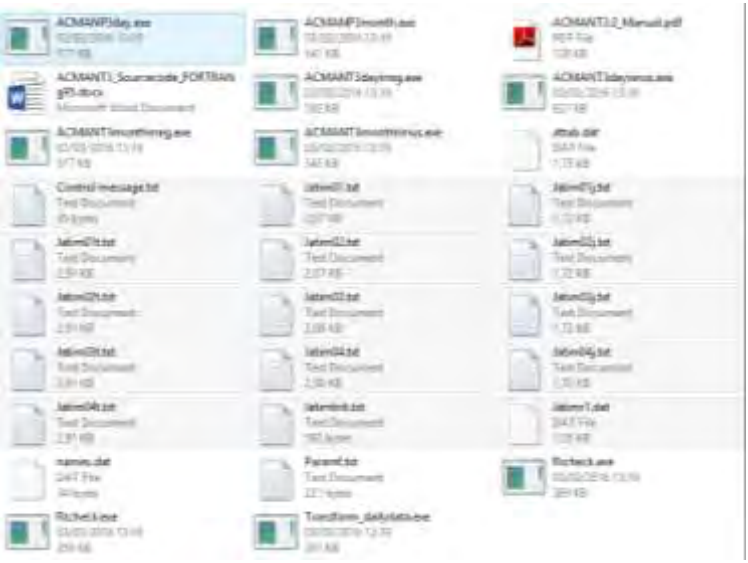
8. Proses *running* untuk data bulanan adalah seperti pada Gambar 3.

```
  name of the network:
Jatim
  number of stations:
4
  starting year:
1981
  number of years:
32

  The input:
  network: Jatim
  number of stations:  4
  first year of time series:  1981
  number of year in time series:  32

  Is the input OK ? (Y/N)
Y
  Would you like outlier filtering (recommended) ? (Y/N)
Y
  Would you prefer default output-package ? (Y/N)
Y
```

Gambar 4. Proses *Running* Metode ACMANT untuk Data Bulanan

9. Hasil dari homogenisasi data Trata/Tmaks/Tmin/CH bulanan adalah didapatkan:
   - 1 file *control message* yang menyatakan apakah proses homogenisasi berhasil atau tidak
   - 1 file *Jatimbrk.txt* yang berisi deteksi waktu terjadinya *break points* dan *outliers*
   - 1 file *Jatimr1.dat* yang berisi nilai korelasi spasial antar stasiun pengamatan
   - 4 file dengan 5 karakter terkhir memiliki format *j.txt*: berisi status data bulanan hasil agregasi oleh ACMANT
   - 4 file dengan 5 karakter terakhir memiliki format *t.txt*: berisi data bulanan yang telah homogen oleh metode ACMANT.

Lanjutan Lampiran 4 (a) Prosedur Menjalankan Metode ACMANT



Gambar 4. Isi Folder ACMANT setelah Proses Homogenisasi Data Bulanan

Lampiran 4 (b) Data Hasil Homogenisasi ACMANT

1. Data (Harian) Trata, Tmaks, Tmin Stamet Perak I

Tahun	*Bulan*	*Tanggal*					
		1	*2*	*3*	*4*	*⋯*	*31*
		----------*Temperatur Rata-Rata*----------					
1983	1	27,9	27,4	27,2	26,9	...	28,0
1983	2	27,2	28,1	26,9	27,4	...	
1983	3	28,7	28,3	28,4	28,6	...	27,9
1983	4	29,1	28,9	27,6	27,1	...	
1983	5	27,0	26,0	27,1	27,6	...	27,8
1983	6	28,6	28,5	28,3	28,0	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	30,6	31,2	29,4	28,3	...	28,0
		----------*Temperatur Maksumum*----------					
1983	1	32,6	32,0	30,0	33,4	...	32,3
1983	2	29,3	32,0	29,7	32,1	...	
1983	3	32,9	32,2	33,5	33,4	...	32,8
1983	4	33,3	33,3	32,9	32,8	...	
1983	5	31,3	30,5	31,2	32,6	...	31,4
1983	6	32,0	31,8	32,2	32,2	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	36,2	35,5	35,0	33,0	...	32,8
		----------*Tempertaur Minimum*----------					
1983	1	25,5	24,7	25,2	25,5	...	26,2
1983	2	24,7	25,2	25,0	24,4	...	
1983	3	26,2	25,2	25,2	24,7	...	25,2
1983	4	26,4	25,5	24,5	24,4	...	
1983	5	23,4	24,7	24,9	25,2	...	25,9
1983	6	26,4	25,2	24,7	24,5	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	26,4	25,1	25,6	25,0	...	25,0

Keterangan:

-999,9= Data tidak tercatat (*missing value*)

Lanjutan Lampiran 4 (b) Data Hasil Homogenisasi Metode ACMANT

2. Data (Harian) Trata, Tmaks, Tmin Stamet Juanda

Tahun	*Bulan*	*Tanggal*					
		1	*2*	*3*	*4*	⋯	*31*
		----------*Temperatur Rata-Rata*----------					
1983	1	26,6	27,1	26,7	26,4	...	27,7
1983	2	27,0	27,4	25,8	27,6	...	
1983	3	28,2	26,9	27,4	27,7	...	27,5
1983	4	28,4	28,6	26,8	27,2	...	
1983	5	26,8	25,5	26,1	26,8	...	27,8
1983	6	28,4	28,2	27,5	27,7	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	29,7	29,7	28,5	27,9	...	27,3
		----------*Temperatur Maksumum*----------					
1983	1	32,8	32,6	29,0	31,8	...	32,5
1983	2	32,7	32,2	32,7	29,2	...	
1983	3	33,3	31,3	32,7	32,7	...	32,0
1983	4	32,5	32,4	32,3	31,1	...	
1983	5	31,0	29,8	30,6	30,7	...	30,0
1983	6	30,5	30,0	30,7	30,8	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	33,8	34,3	33,0	32,6	...	32,8
		----------*Tempertaur Minimum*----------					
1983	1	24,0	24,5	25,2	24,6	...	23,8
1983	2	24,8	24,9	25,2	24,4	...	
1983	3	24,8	25,8	22,7	23,4	...	25,1
1983	4	24,8	25,0	25,0	24,3	...	
1983	5	25,3	24,6	24,7	23,5	...	25,7
1983	6	26,4	26,8	25,3	23,9	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	26,2	26,4	24,7	25,1	...	25,7

Keterangan:

-999,9= Data tidak tercatat (*missing value*)

Lanjutan Lampiran 4 (b) Data Hasil Homogenisasi Metode ACMANT

3. Data (Harian) Trata, Tmaks, Tmin Stamet Perak II

Tahun	*Bulan*	*Tanggal*				
		1	*2*	*3*	...	*31*
		----------*Temperatur Rata-Rata*----------				
1983	1	28,9	28,3	27,5	...	29,3
1983	2	27,5	28,5	27,5	...	
1983	3	29,3	29,6	30,4	...	28,8
1983	4	29,2	29,6	27,4	...	
1983	5	27,5	26,3	27,7	...	28,0
1983	6	28,7	28,5	28,9	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	30,7	30,6	29,4	...	28,4
		----------*Temperatur Maksumum*----------				
1983	1	33,3	33,0	33,0	...	33,6
1983	2	31,0	33,3	30,4	...	
1983	3	34,2	33,7	34,9	...	33,4
1983	4	34,0	33,0	33,2	...	
1983	5	32,4	30,8	32,8	...	32,2
1983	6	32,5	32,2	32,7	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	35,4	34,0	34,1	...	34,0
		----------*Tempertaur Minimum*----------				
1983	1	26,3	26,0	26,4	...	25,2
1983	2	26,1	25,6	26,2	...	
1983	3	25,2	25,6	26,2	...	26,0
1983	4	26,3	26,2	26,4	...	
1983	5	25,2	25,2	25,9	...	26,2
1983	6	26,2	26,4	25,7	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	27,6	26,0	25,2	...	25,0

Keterangan:

-999,9= Data tidak tercatat (*missing value*)

Lanjutan Lampiran 4 (b) Data Hasil Homogenisasi Metode ACMANT

4. Data (Harian) Trata, Tmaks, Tmin Stamet Kalianget

Tahun	*Bulan*	*Tanggal*				
		1	*2*	*3*	...	*31*
		----------*Temperatur Rata-Rata*----------				
1983	1	27,8	27,5	26,0	...	28,7
1983	2	27,2	27,0	25,7	...	
1983	3	27,8	27,4	28,5	...	28,0
1983	4	28,0	28,2	26,5	...	
1983	5	27,7	26,3	26,5	...	27,0
1983	6	28,1	27,2	27,7	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	30,4	29,9	28,8	...	27,8
		----------*Temperatur Maksumum*----------				
1983	1	30,8	31,0	29,4	...	32,1
1983	2	30,3	31,1	30,3	...	
1983	3	31,9	31,9	32,5	...	32,4
1983	4	32,4	32,3	32,4	...	
1983	5	31,9	29,1	29,5	...	30,9
1983	6	30,7	30,5	30,7	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	33,6	34,0	34,0	...	31,4
		----------*Tempertaur Minimum*----------				
1983	1	24,5	25,2	24,0	...	25,0
1983	2	26,0	25,3	23,4	...	
1983	3	24,4	24,4	24,5	...	25,8
1983	4	25,0	25,2	23,6	...	
1983	5	25,4	24,8	24,8	...	26,6
1983	6	25,8	25,4	26,0	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	12	27,2	26,2	26,0	...	25,0

Keterangan:

-999,9= Data tidak tercatat (*missing value*)

Lanjutan Lampiran 4 (b) Data Hasil Homogenisasi Metode ACMANT

5. Data (Bulanan) Trata, Tmaks Stamet Perak I

Tahun	*Bulan*						
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	...	*12*
	----------*Temperatur Rata-Rata*----------						
1983	27,9	27,8	28,2	28,2	27,7	...	27,7
1984	26,8	26,5	27,1	27,4	27,8	...	27,3
1985	27,5	27,2	27,3	27,6	28,0	...	27,7
1986	26,8	26,7	26,9	27,8	28,2	...	28,1
1987	27,1	27,1	27,9	28,6	28,3	...	28,1
1988	27,7	27,9	28,4	28,9	28,6	...	27,1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	27,5	28,0	27,7	28,9	28,6	...	28,7
	----------*Temperatur Maksimum*----------						
1983	32,5	32,0	32,7	32,4	32,8	...	32,1
1984	31,3	30,7	31,5	31,7	31,8	...	32,1
1985	32,3	31,7	31,8	32,2	32,8	...	32,5
1986	31,3	31,4	31,4	32,5	32,8	...	33,8
1987	31,4	32,0	32,5	33,1	32,7	...	32,4
1988	32,5	32,4	33,3	32,8	32,4	...	32,4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	32,0	33,0	32,5	33,7	33,5	...	33,5
	----------*Temperatur Minimum*----------						
1983	24,7	24,5	25,0	25,1	25,0	...	24,1
1984	23,7	23,8	24,2	24,2	24,4	...	24,1
1985	23,9	24,0	24,0	24,3	24,3	...	24,3
1986	23,9	23,9	23,9	24,1	24,1	...	24,3
1987	24,0	23,8	24,5	24,5	24,5	...	24,4
1988	24,6	24,5	24,8	25,1	25,1	...	23,3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	24,6	25,0	24,8	25,7	25,0	...	25,4

Keterangan:

-999,9= Data tidak tercatat (*missing value*)

Lanjutan Lampiran 4 (b) Data Hasil Homogenisasi Metode ACMANT

6. Data (Bulanan) Trata, Tmaks Stamet Juanda

Tahun	*Bulan*						
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	...	*12*
	----------*Temperatur Rata-Rata*----------						
1983	27,6	27,1	27,6	27,6	27,2	...	27,3
1984	26,1	26,0	26,6	27,0	27,2	...	26,8
1985	27,0	26,7	27,1	27,2	27,2	...	27,2
1986	26,5	26,3	26,7	27,3	27,4	...	28,0
1987	26,6	26,4	27,5	28,0	27,5	...	27,6
1988	27,5	27,4	27,8	28,1	27,8	...	26,8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	27,0	27,5	27,4	28,4	27,9	...	28,1
	----------*Temperatur Maksimum*----------						
1983	32,2	31,6	32,0	31,4	30,2	...	31,3
1984	30,8	30,6	31,0	30,7	30,1	...	31,1
1985	32,0	31,3	31,3	31,3	31,4	...	32,1
1986	30,9	31,2	31,2	31,2	31,2	...	33,1
1987	21,5	31,8	31,6	31,6	31,3	...	32,0
1988	31,8	31,7	32,2	32,2	31,1	...	31,5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	31,4	31,9	31,5	32,2	31,9	...	32,7
	----------*Temperatur Minimum*----------						
1983	24,3	24,3	24,5	24,8	24,6	...	23,8
1984	23,5	23,5	23,9	24,4	24,3	...	23,5
1985	23,6	23,8	24,0	24,1	23,8	...	23,4
1986	23,7	23,4	24,0	24,4	23,7	...	24,2
1987	23,9	23,6	24,6	24,7	24,2	...	24,5
1988	24,8	24,4	24,8	24,8	24,9	...	23,7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	24,2	24,6	24,7	25,4	24,6	...	25,0

Keterangan:

-999,9= Data tidak tercatat (*missing value*)

Lanjutan Lampiran 4 (b) Data Hasil Homogenisasi Metode ACMANT

7. Data (Bulanan) Trata, Tmaks Stamet Perak II

Tahun	*Bulan*						
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	...	*12*
	----------*Temperatur Rata-Rata*----------						
1983	28,5	28,5	29,0	28,6	28,0	...	28,4
1984	27,6	27,3	27,9	27,9	28,2	...	27,9
1985	28,2	28,1	28,2	28,4	28,9	...	28,8
1986	27,9	28,0	27,9	28,8	29,1	...	29,2
1987	27,5	27,7	28,6	29,6	29,0	...	28,8
1988	28,5	28,8	29,3	29,6	29,0	...	28,0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	28,2	28,5	28,3	29,5	29,0	...	28,9
	----------*Temperatur Maksimum*----------						
1983	32,9	33,0	33,7	33,4	32,4	...	32,9
1984	32,5	32,0	32,5	32,1	32,4	...	32,2
1985	33,0	32,7	32,8	32,8	33,2	...	33,3
1986	32,1	32,9	32,6	33,1	33,2	...	33,7
1987	32,1	32,5	32,6	33,6	33,1	...	33,2
1988	33,2	33,3	34,3	33,5	33,3	...	32,6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	32,8	33,4	33,0	34,5	33,9	...	33,6
	----------*Temperatur Minimum*----------						
1983	25,8	25,4	25,7	25,9	25,7	...	25,3
1984	24,6	24,6	24,9	25,1	25,5	...	24,6
1985	24,6	24,8	24,7	25,3	25,6	...	25,1
1986	25,0	24,7	24,5	25,1	25,1	...	25,2
1987	24,2	24,5	25,0	25,3	25,3	...	24,8
1988	24,8	25,2	25,7	25,6	25,6	...	24,9
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	25,1	25,4	25,6	26,4	25,4	...	25,6

Keterangan:

-999,9= Data tidak tercatat (*missing value*)

Lanjutan Lampiran 4 (b) Data Hasil Homogenisasi Metode ACMANT

8. Data (Bulanan) Trata, Tmaks Stamet Kalianget

Tahun	*Bulan*						
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	...	*12*
	----------*Temperatur Rata-Rata*----------						
1983	28,0	27,3	27,8	27,6	27,1	...	27,9
1984	26,9	26,3	26,9	27,1	27,1	...	27,3
1985	27,5	27,4	27,1	27,6	27,9	...	27,8
1986	27,2	27,1	26,8	27,6	27,9	...	28,9
1987	27,4	27,1	27,8	28,5	28,0	...	28,1
1988	27,4	27,4	27,8	28,3	27,8	...	27,4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	27,6	27,7	27,4	28,4	27,6	...	28,1
	----------*Temperatur Maksimum*----------						
1983	31,9	31,6	31,8	31,3	30,1	...	31,4
1984	30,7	30,0	30,7	30,5	30,0	...	31,0
1985	31,6	31,3	31,0	30,9	31,0	...	31,5
1986	30,6	30,7	30,8	30,9	30,9	...	33,1
1987	31,0	30,9	31,3	31,8	31,0	...	32,0
1988	31,5	31,8	31,8	31,6	31,0	...	31,2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	31,5	32,0	31,1	32,2	31,5	...	32,4
	----------*Temperatur Minimum*----------						
1983	25,0	25,0	25,1	25,0	24,9	...	24,6
1984	24,0	23,9	24,3	24,6	24,2	...	24,4
1985	24,4	24,5	24,3	24,7	24,9	...	24,6
1986	24,3	24,1	24,3	24,7	24,9	...	25,0
1987	24,6	24,1	24,7	25,4	25,6	...	24,9
1988	24,5	24,3	25,4	25,1	25,0	...	24,2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
2012	24,9	24,8	24,9	25,3	25,0	...	25,2

Keterangan:

-999,9= Data tidak tercatat (*missing value*)

Lampiran 4 (c) Korelasi Spasial Antar Stasiun Pengamtan (*output* Metode Homogenisasi ACMANT)

1. Korelasi spasial data temperatur rata-rata basis skala waktu (a) Harian (b) Bulanan

1 1983-2012 Peraksatu	1 1983-2012 Peraksatu
1 0.000 Peraksatu	1 0.000 Peraksatu
2 0.807 Juanda	2 0.803 Juanda
3 0.831 Perakdua	3 0.827 Perakdua
4 0.698 Kalianget	4 0.699 Kalianget
2 1983-2012 Juanda	2 1983-2012 Juanda
1 0.807 Peraksatu	1 0.803 Peraksatu
2 0.000 Juanda	2 0.000 Juanda
3 0.829 Perakdua	3 0.824 Perakdua
4 0.736 Kalianget	4 0.727 Kalianget
3 1983-2012 Perakdua	3 1983-2012 Perakdua
1 0.831 Peraksatu	1 0.827 Peraksatu
2 0.829 Juanda	2 0.824 Juanda
3 0.000 Perakdua	3 0.000 Perakdua
4 0.710 Kalianget	4 0.704 Kalianget
4 1983-2012 Kalianget	4 1983-2012 Kalianget
1 0.698 Peraksatu	1 0.699 Peraksatu
2 0.736 Juanda	2 0.727 Juanda
3 0.710 Perakdua	3 0.704 Perakdua
4 0.000 Kalianget	4 0.000 Kalianget
(a)	(b)

Lanjutan Lampiran 4 (c) Korelasi Spasial

2. Korelasi spasial data temperatur maksimum basis skala waktu (a) Harian (b) Bulanan

1 1983-2012 Peraksatu	1 1983-2012 Peraksatu
1 0.000 Peraksatu	1 0.000 Peraksatu
2 0.788 Juanda	2 0.774 Juanda
3 0.857 Perakdua	3 0.844 Perakdua
4 0.777 Kalianget	4 0.767 Kalianget
2 1983-2012 Juanda	2 1983-2012 Juanda
1 0.788 Peraksatu	1 0.774 Peraksatu
2 0.000 Juanda	2 0.000 Juanda
3 0.782 Perakdua	3 0.772 Perakdua
4 0.739 Kalianget	4 0.735 Kalianget
3 1983-2012 Perakdua	3 1983-2012 Perakdua
1 0.857 Peraksatu	1 0.844 Peraksatu
2 0.782 Juanda	2 0.772 Juanda
3 0.000 Perakdua	3 0.000 Perakdua
4 0.790 Kalianget	4 0.778 Kalianget
4 1983-2012 Kalianget	4 1983-2012 Kalianget
1 0.777 Peraksatu	1 0.767 Peraksatu
2 0.739 Juanda	2 0.735 Juanda
3 0.790 Perakdua	3 0.778 Perakdua
4 0.000 Kalianget	4 0.000 Kalianget
(a)	(b)

Lanjutan Lampiran 4 (c) Korelasi Spasial

3. Korelasi spasial data temperatur minimum basis skala waktu (a) Harian (b) Bulanan

1 1983-2012 Peraksatu	1 1983-2012 Peraksatu
1 0.000 Peraksatu	1 0.000 Peraksatu
2 0.747 Juanda	2 0.653 Juanda
3 0.802 Perakdua	3 0.680 Perakdua
4 0.686 Kalianget	4 0.509 Kalianget
2 1983-2012 Juanda	2 1983-2012 Juanda
1 0.747 Peraksatu	1 0.653 Peraksatu
2 0.000 Juanda	2 0.000 Juanda
3 0.679 Perakdua	3 0.689 Perakdua
4 0.610 Kalianget	4 0.598 Kalianget
3 1983-2012 Perakdua	3 1983-2012 Perakdua
1 0.802 Peraksatu	1 0.680 Peraksatu
2 0.679 Juanda	2 0.689 Juanda
3 0.000 Perakdua	3 0.000 Perakdua
4 0.589 Kalianget	4 0.570 Kalianget
4 1983-2012 Kalianget	4 1983-2012 Kalianget
1 0.686 Peraksatu	1 0.509 Peraksatu
2 0.610 Juanda	2 0.598 Juanda
3 0.589 Perakdua	3 0.570 Perakdua
4 0.000 Kalianget	4 0.000 Kalianget
(a)	(b)

Lanjutan Lampiran 4 (c) Korelasi Spasial

4. Korelasi spasial data curah hujan basis skala waktu (a) Harian (b) Bulanan

1 1983-2012 Peraksatu	1 1983-2012 Peraksatu
1 0.000 Peraksatu	1 0.000 Peraksatu
2 0.490 Juanda	2 0.490 Juanda
3 0.836 Perakdua	3 0.836 Perakdua
4 0.384 Kalianget	4 0.384 Kalianget
2 1983-2012 Juanda	2 1983-2012 Juanda
1 0.490 Peraksatu	1 0.490 Peraksatu
2 0.000 Juanda	2 0.000 Juanda
3 0.489 Perakdua	3 0.489 Perakdua
4 0.317 Kalianget	4 0.317 Kalianget
3 1983-2012 Perakdua	3 1983-2012 Perakdua
1 0.836 Peraksatu	1 0.836 Peraksatu
2 0.489 Juanda	2 0.489 Juanda
3 0.000 Perakdua	3 0.000 Perakdua
4 0.407 Kalianget	4 0.407 Kalianget
4 1983-2012 Kalianget	4 1983-2012 Kalianget
1 0.384 Peraksatu	1 0.384 Peraksatu
2 0.317 Juanda	2 0.317 Juanda
3 0.407 Perakdua	3 0.407 Perakdua
4 0.000 Kalianget	4 0.000 Kalianget
(a)	(b)

Lampiran 4 (d) Deteksi *Break Point* dan *Outlier*

Deteksi *Break Point* dan *Outlier*
Data Temperatur Rata-Rata Bulanan

```
1 1983-2012 1983-2012 2 0 Peraksatu
1 1993 12  -0.13  -0.07
2 2000 12   0.22   0.00

2 1983-2012 1983-2012 1 0 Juanda
1 1989  7  -0.38   0.00

3 1983-2012 1983-2012 4 0 Perakdua
1 1986  9  -0.29  -0.18
2 1994  9   0.21   0.00
3 1999  3   0.46  -0.17
4 2009 10  -0.22   0.34

4 1983-2012 1983-2012 2 0 Kalianget
1 2000  3  -0.13  -0.29
2 2010  9   0.23  -0.35
```

Keterangan *Break Point* Data Temperatur Rata-Rata Bulanan Prosedur ACMANT

= Tahun data input
= Tahun data dihomogenkan
= Jumlah *break point*
= Jumlah *outlier*

- Stamet Perak I
  2 *break point*, yaitu Desember 1993 dan Desember 2000.
- Stamet Juanda
  1 *break point*, yaitu Juli 1989.
- Stamet Perak II
  4 *break point*, yaitu September 1986, September 1994, Maret 1999 dan Oktober 2009.
- Stamet Kalianget
  2 *break point*, yaitu: Maret 2000 dan September 2010.

Perbandingan dengan Deteksi *Break Point* dan *Outlier* Data Temperatur Rata-Rata Harian

```
1 1983-2012 1983-2012 3 0 Peraksatu
1 1993 11 30  -0.08   0.00
2 1999  6 30  -0.25   0.08
3 2000 10 31   0.51   0.00

2 1983-2012 1983-2012 1 0 Juanda
1 1989  7 31  -0.33   0.16

3 1983-2012 1983-2012 4 0 Perakdua
1 1986  9 17  -0.26   0.00
2 1994 12 31   0.24   0.00
3 1999 12 27   0.51  -0.08
4 2009 10 31  -0.30   0.29

4 1983-2012 1983-2012 1 1 Kalianget
1 2010  4 30  -0.12  -0.35
1 2010 10  7  2010 12 25    1.8
```

Lanjutan Lampiran 4 (d) Deteksi *Break Point* dan *Outlier*

Deteksi *Break Point* dan *Outlier*
Data Temperatur Maksimum Bulanan

```
---------------------------------------------------
1 1983-2012 1983-2012 2 1 Peraksatu
1 2000 11  0.33  0.25
2 2009  7  0.00 -0.48
1 1997  1  1

2 1983-2012 1983-2012 4 0 Juanda
1 1985  4 -0.42  0.00
2 1995 12 -0.55 -0.27
3 2000  1 -0.25  0.17
4 2008  9  0.00 -0.26

3 1983-2012 1983-2012 3 0 Perakdua
1 1988 10  0.40 -0.33
2 1990  9 -0.43  0.00
3 2009  2  0.26  0.44

4 1983-2012 1983-2012 2 0 Kalianget
1 1996  5 -0.23 -0.33
2 2011  7  0.50 -0.40
```

Keterangan *Break Point* Data Temperatur Maksimum Bulanan Prosedur ACMANT

= Tahun data input
= Tahun data dihomogenkan
= Jumlah *break point*
= Jumlah *outlier*

- Stamet Perak I
  2 *break point*, yaitu November 2000 dan Juli 2009.
  1 *oitlier* yaitu pada Januari 1997.
- Stamet Juanda
  4 *break point*, yaitu April 1985, Desember 1995, Januari 2000, dan September 2008.
- Stamet Perak II
  3 *break point*, yaitu Oktober 1988, September 1990, dan Februari 2009.
- Stamet Kalianget
  2 *break point*, yaitu: Mei 1996 dan Juli 2011.

Perbandingan dengan Deteksi *Break Point* dan *Outlier* Data Temperatur Maksimum Harian

```
---------------------------------------------------
1 1983-2012 1983-2012 1 2 Peraksatu
1 2000 11 30  0.33  0.19
1 1986 11  1 1986 11 30  -3.3
2 1997  1  1 1997  1 31   2.4

2 1983-2012 1983-2012 4 0 Juanda
1 1985  4 30 -0.42  0.00
2 1995 12 31 -0.70 -0.25
3 2000  1 31  0.00  0.17
4 2008  9 30 -0.27 -0.21

3 1983-2012 1983-2012 3 0 Perakdua
1 1988 10 31  0.38 -0.32
2 1990  9 30 -0.42  0.00
3 2009  3 31  0.16  0.72

4 1983-2012 1983-2012 2 0 Kalianget
1 1996  5 31 -0.22 -0.32
2 2011  7 31  0.44  0.00
```

Lanjutan Lampiran 4 (d) Deteksi *Break Point* dan *Outlier*

Deteksi *Break Point* dan *Outlier*
Data Temperatur Minimum Bulanan

---

1 1983-2012 1983-2012 2 0 Peraksatu
1 1988 12 0.42
2 2006 11 -0.30

2 1983-2012 1983-2012 1 0 Juanda
1 1998 5 0.29

3 1983-2012 1983-2012 5 0 Perakdua
1 1990 10 -0.28
2 1994 12 -0.77
3 1996 1 0.81
4 2001 9 -1.29
5 2004 12 1.47

4 1983-2012 1983-2012 0 0 Kalianget

Keterangan *Break Point* Data
Temperatur Minimum Bulanan
Prosedur ACMANT

= Tahun data input
= Tahun data dihomogenkan
= Jumlah *break point*
= Jumlah *outlier*

- Stamet Perak I
  2 *break point*, yaitu Desember 1988 dan November 2006.
- Stamet Juanda
  1 *break point*, yaitu Mei 1998.
- Stamet Perak II
  5 *break point*, yaitu Oktober 1990, Desember 1994, Januari 1996, September 2001, dan Desember 2004.
- Stamet Kalianget
  Tidak ada *break point*.

Perbandingan dengan
Deteksi *Break Point* dan *Outlier* Data
Temperatur Minimum Harian

---

1 1983-2012 1983-2012 4 1 Peraksatu
1 1989 2 28 0.22
2 2003 8 31 0.30
3 2006 5 9 -0.55
4 2008 6 9 0.19
1 1997 8 5 1997 8 31 2.5

2 1983-2012 1983-2012 2 0 Juanda
1 1998 5 31 0.33
2 2010 5 15 0.31

3 1983-2012 1983-2012 4 0 Perakdua
1 1995 1 2 -0.94
2 1996 2 13 0.82
3 2001 10 7 -1.32
4 2004 12 31 1.62

4 1983-2012 1983-2012 0 0 Kalianget

Lampiran 5 (a) Prosedur Menjalankan Metode Climatol

1. Menyimpan *syntax climatol* dalam bentuk txt, misalnya dengan nama "depurdat.R.txt".
2. Meletakkan file *syntax cilmatol* dan data input pada "*Working Directory*". Data input meliputi file .dat dan .est, masing-masing yaitu:

   .dat: file berisi runtun data yang disususn seperti struktur data pada Tabel 3.2 dan diurutkan dari empat stasiun yang digunakan, sehingga dalam satu file .dat sudah terdiri dari data empat stasiun tersebut.

   .est: file berisi daftar stasiun pengamatan, meliputi kode stasiun, letak geografis stasiun (lintang dan bujur atau menggunakan UTM), ketinggian stasiun, dan nama stasiun.

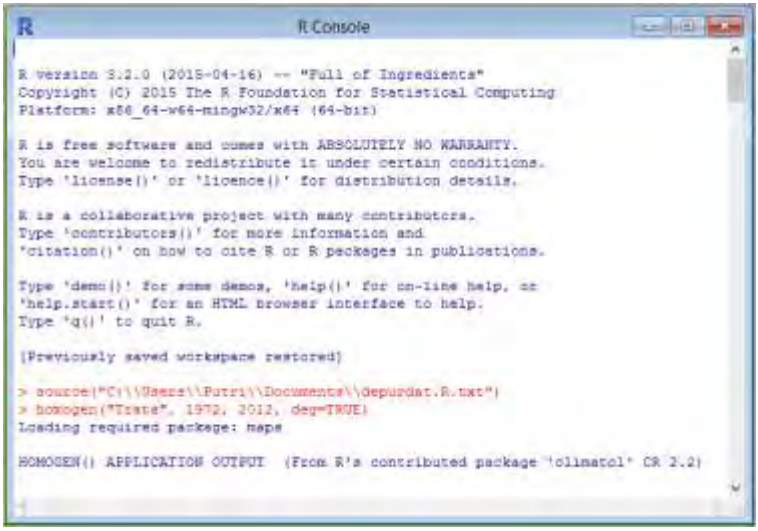
   Misalkan data input yang akan dihomogenkan adalah data temperatur rata-rata wilayah Surabaya dari tahun 1972 sampai 2012. Maka perlu disiapkan file-file berikut.

   Trata_1972-2012.dat
   Trata_1972-2012.est
3. Membuka jendela *software* R dan memanggil *syntax climatol* dengan langkah-langkah:

   Pilih Menu File -> Klik Source R code -> Memilih File yang akan dimasukkan -> Open
4. Memasukkan *function* untuk mengolah data (Baris ke-10 pada Gambar 1).

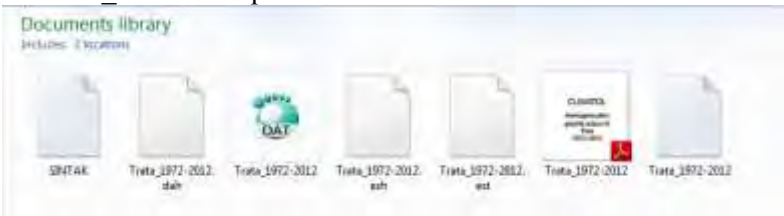
   Keterangan:
   deg=FALSE jika koordinat yang digunakan adalah UTM
   deg=TRUE jika mengggunakan letak greografis (LU/LS).

Lanjutan Lampiran 5 (a) Prosedur Menjalankan Metode Climatol



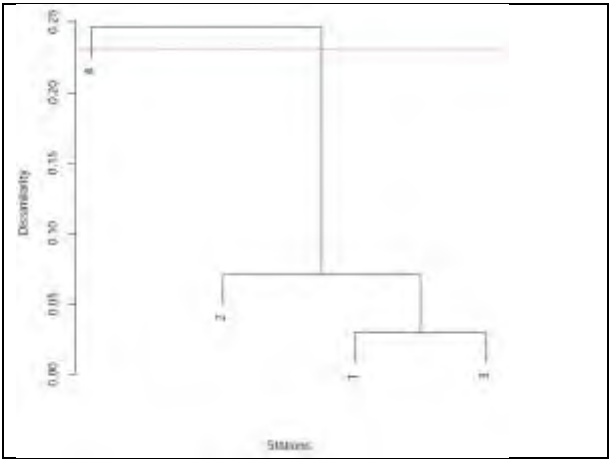
Gambar 1. Proses *Running* Metode Climatol

5. Setelah proses homogenisasi berjalan maka didapatkan 4file baru yaitu:
   Trata_1972-2012.dah
   Trata_1972-2012.esh
   Trata_1972-2012.txt
   Trata_1972-2012.pdf

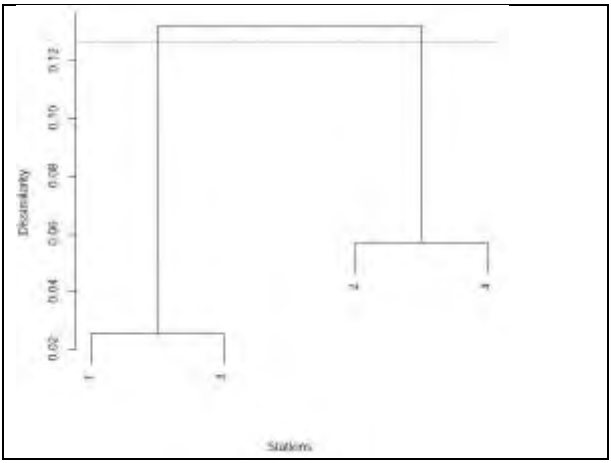


Gambar 2. Hasil Homogenisasi dengan Metode Climatol

Lampiran 5 (b) Dendogram (*explorasi* data oleh Metode Homogenisasi Climatol)



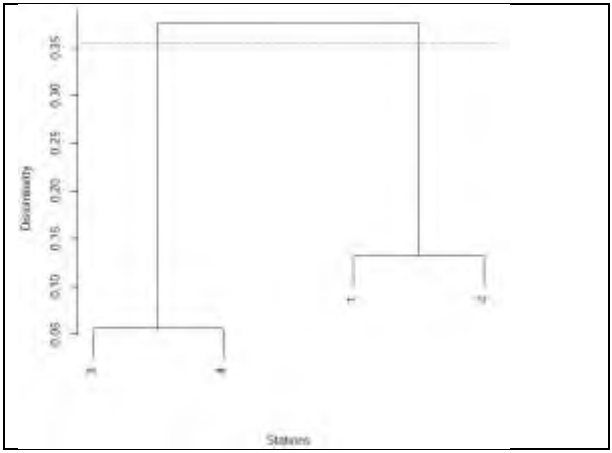
A. Temperatur Rata-Rata



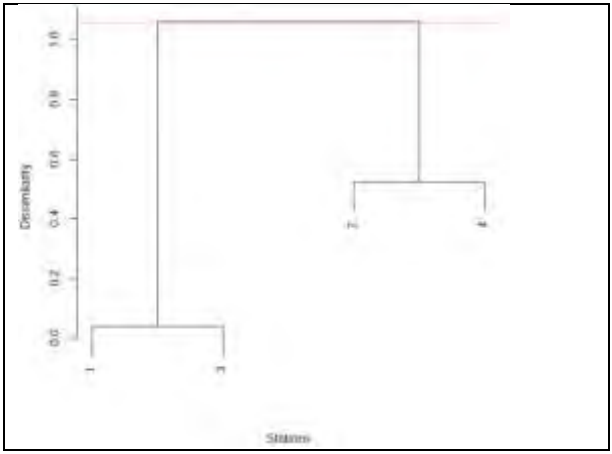
B. Temperatur Maksimum

Keterangan:
1= Perak I
2= Juanda
3= Perak II
4= Kalianget

Lanjutan Lampiran 5 (b) Dendogram



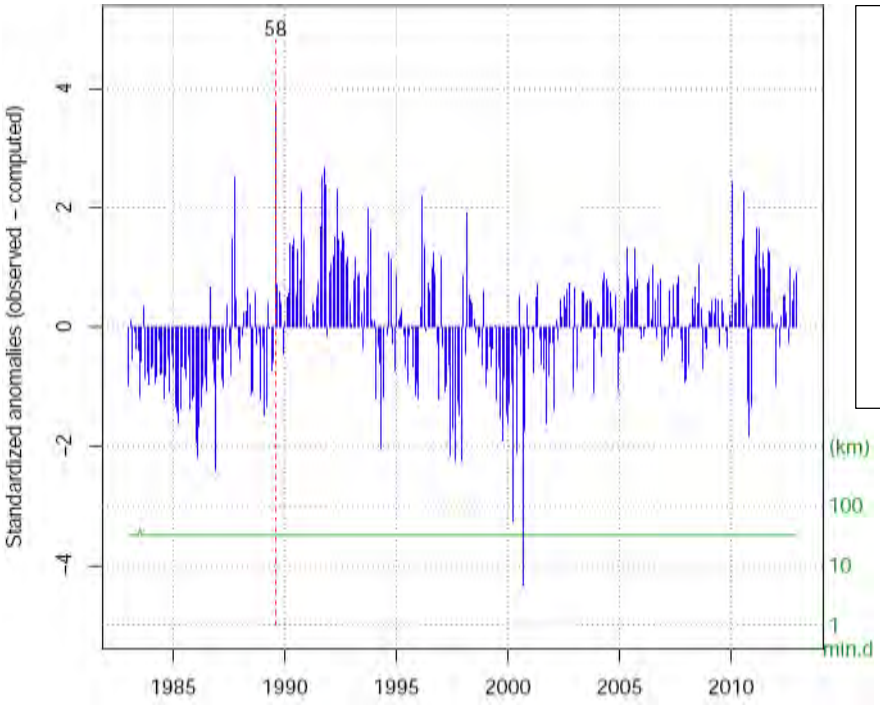
C. Temperatur Minimum



D. Curah Hujan

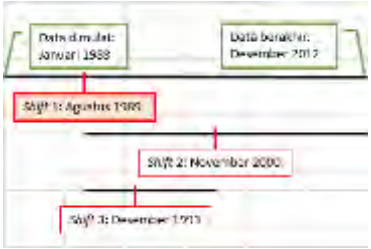
Keterangan:
1= Perak I
2= Juanda
3= Perak II
4= Kalianget

Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2 (Proses deteksi oleh Climatol)

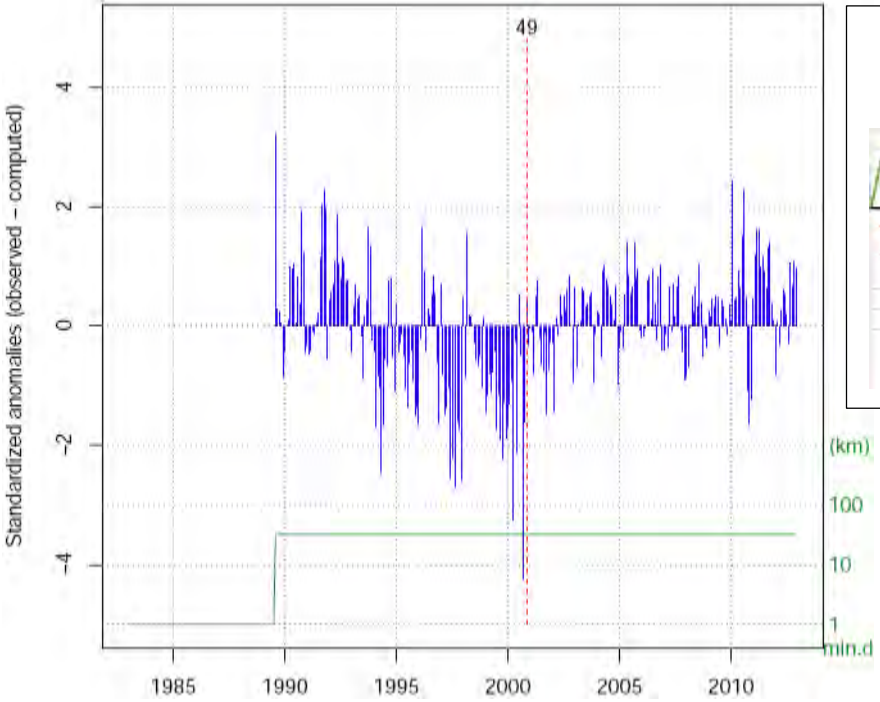


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Rata-Rata Stamet Perak I dengan Metode Climatol

---

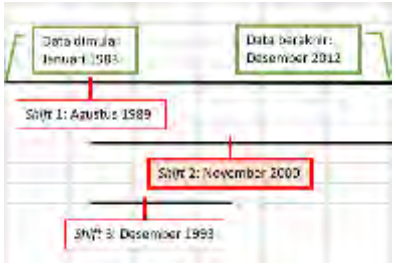


Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

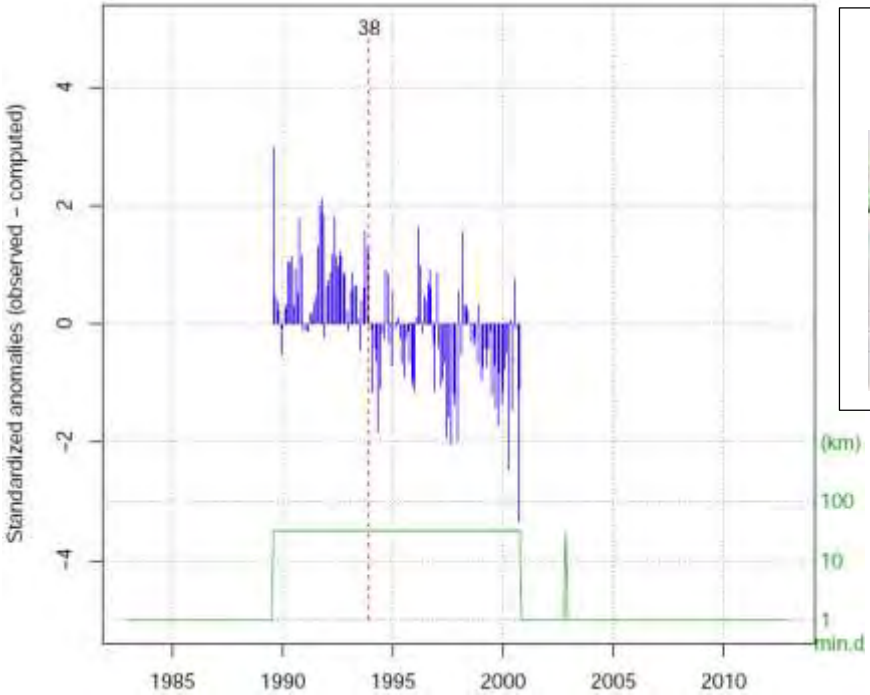


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Rata-Rata Stamet Perak I dengan Metode Climatol

---

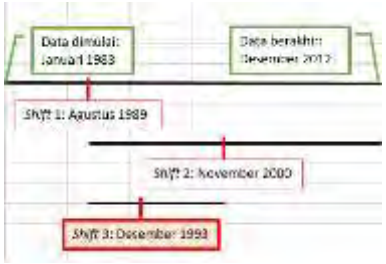


Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

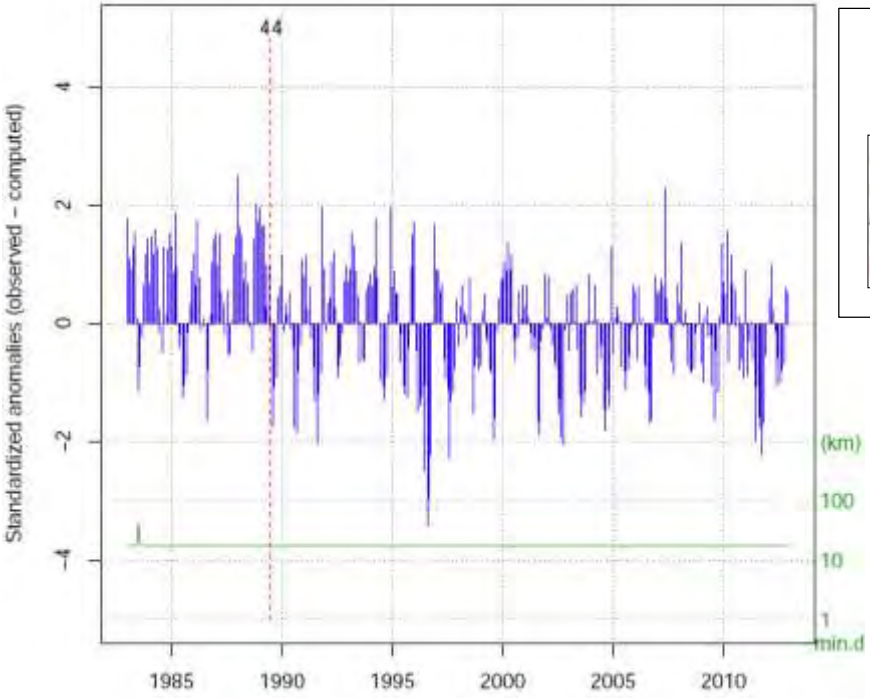


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Rata-Rata Stamet Perak I dengan Metode Climatol

---



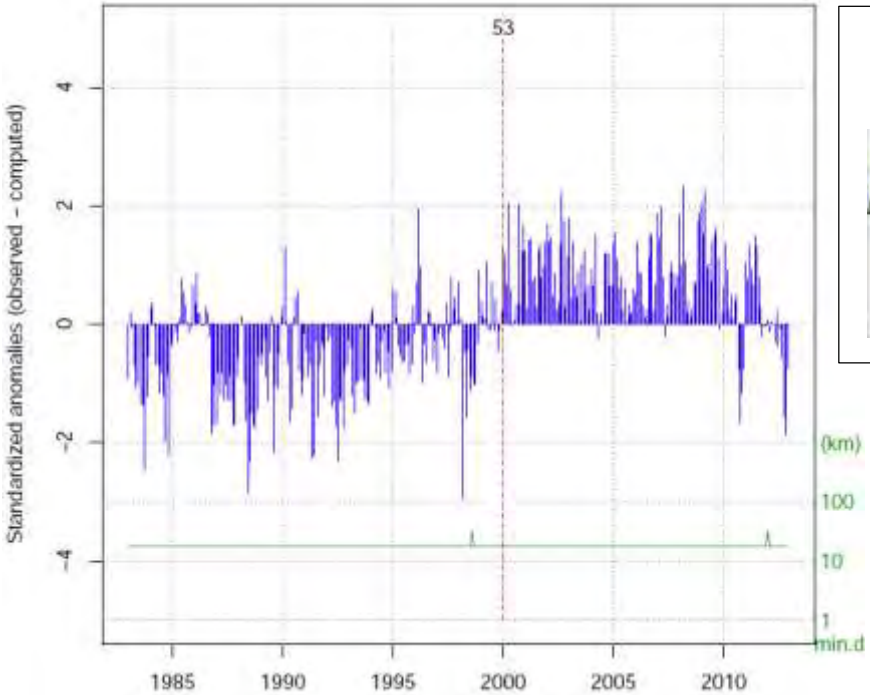
Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2



Keterangan *Break Point* Data Temperatur Rata-Rata Stamet Juanda dengan Metode Climatol

---

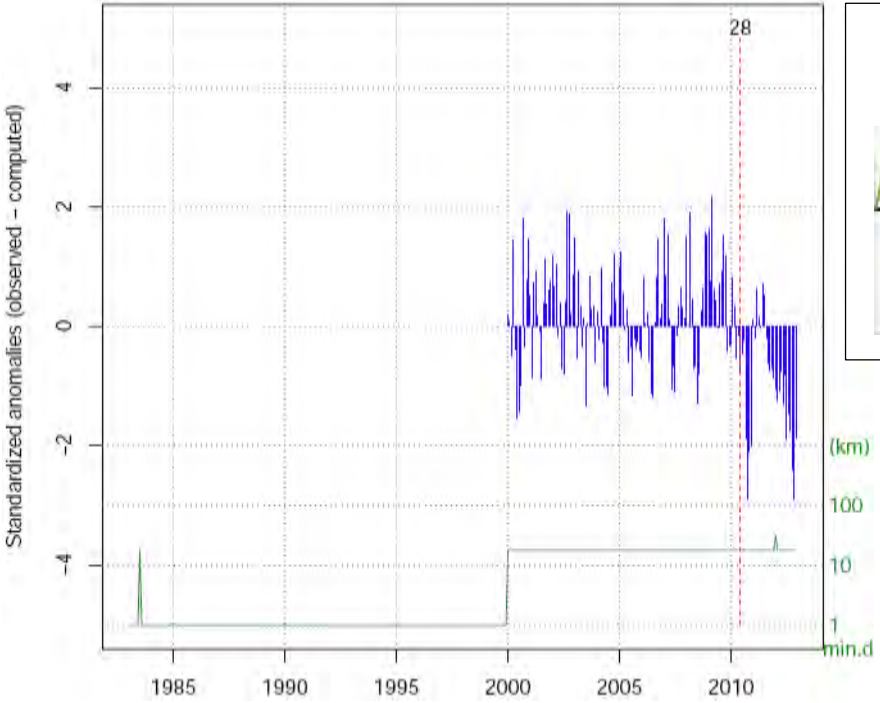
Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2



Keterangan *Break Point* Data Temperatur Rata-Rata Stamet Perak II dengan Metode Climatol

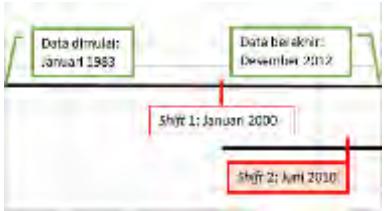
---

Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

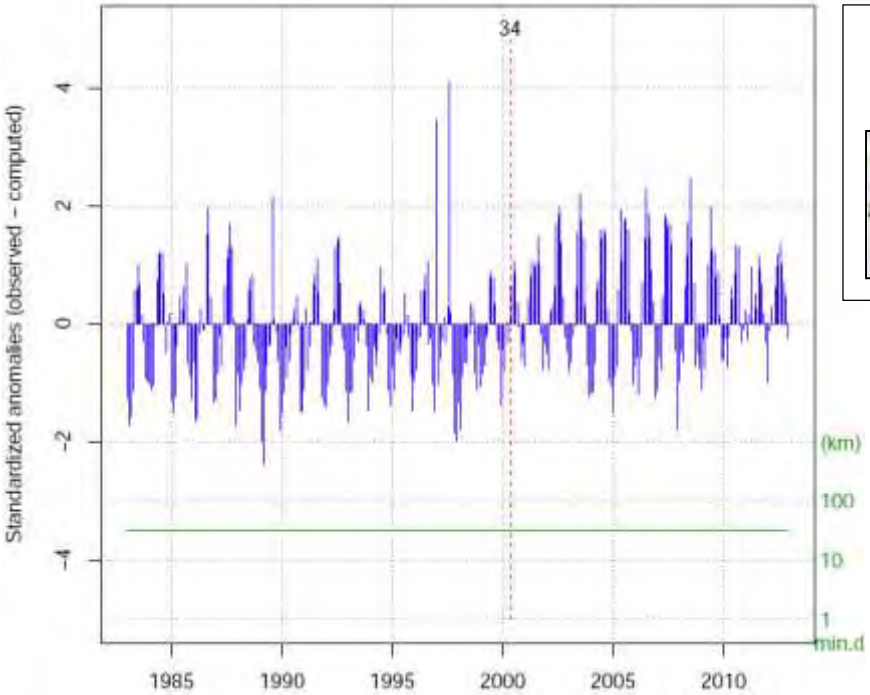


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Rata-Rata Stamet Perak II dengan Metode Climatol

---



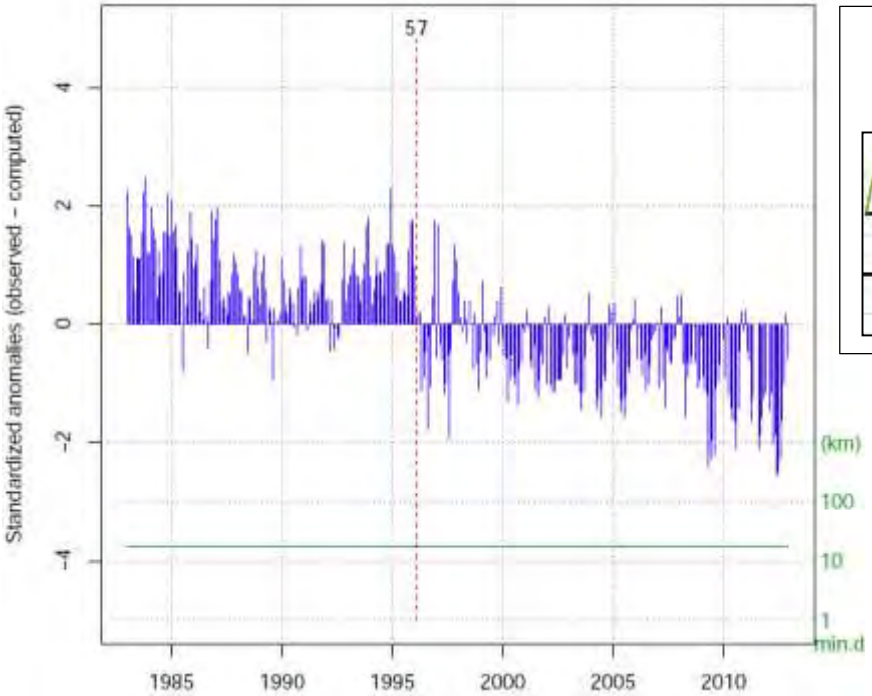
Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2



Keterangan *Break Point* Data Temperatur Maksimum Stamet Perak I dengan Metode Climatol

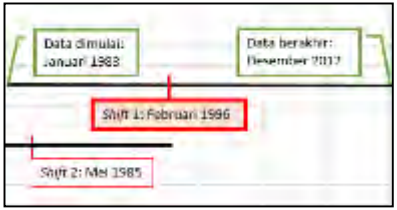
---

Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

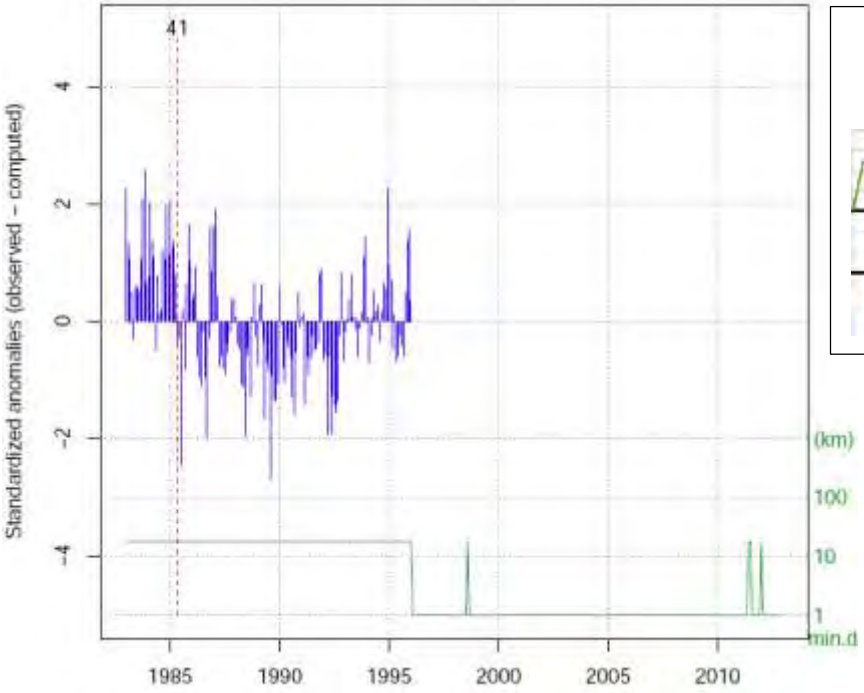


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Maksimum Stamet Juanda dengan Metode Climatol

---

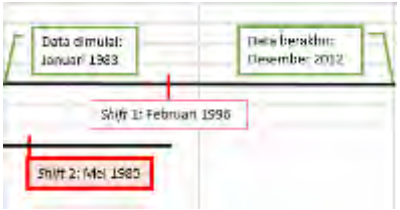


Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

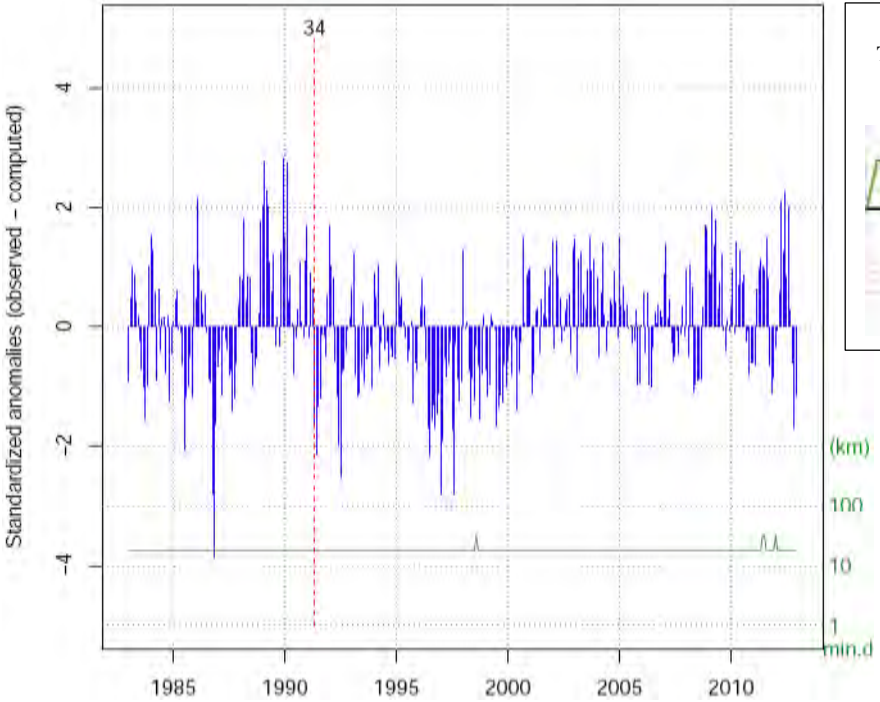


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Maksimum Stamet Juanda dengan Metode Climatol

---

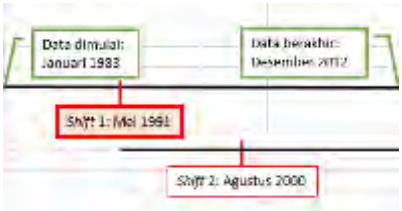


Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

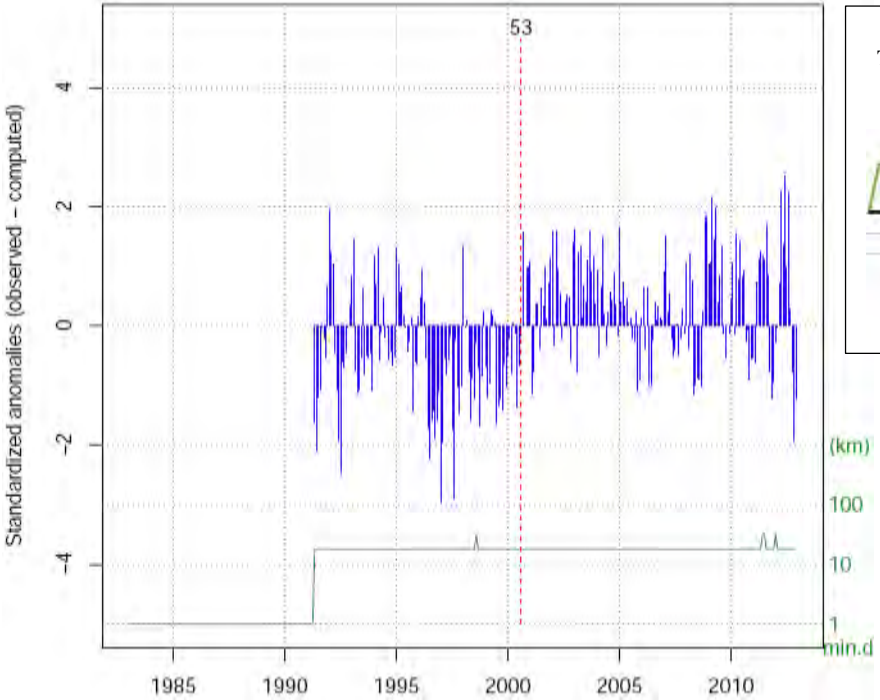


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Maksimum Stamet Perak II dengan Metode Climatol

---

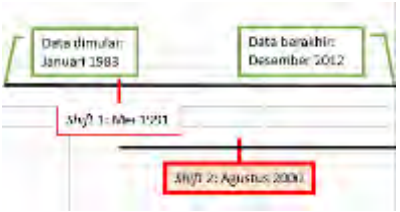


Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

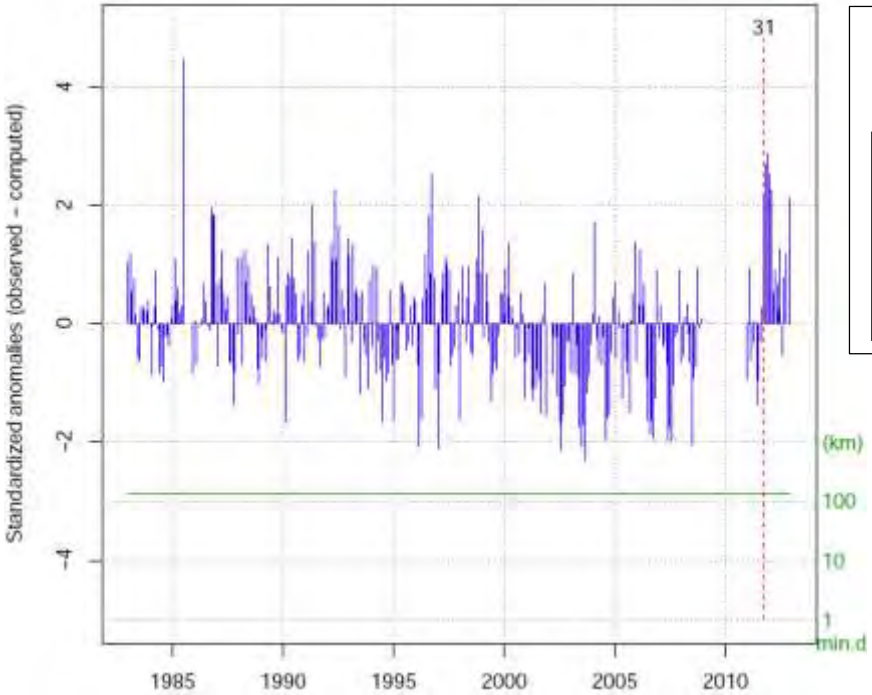


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Maksimum Stamet Perak II dengan Metode Climatol

---

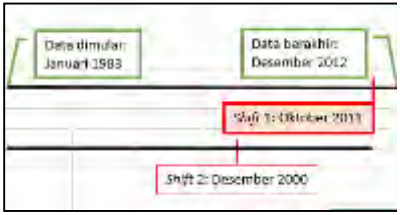


Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

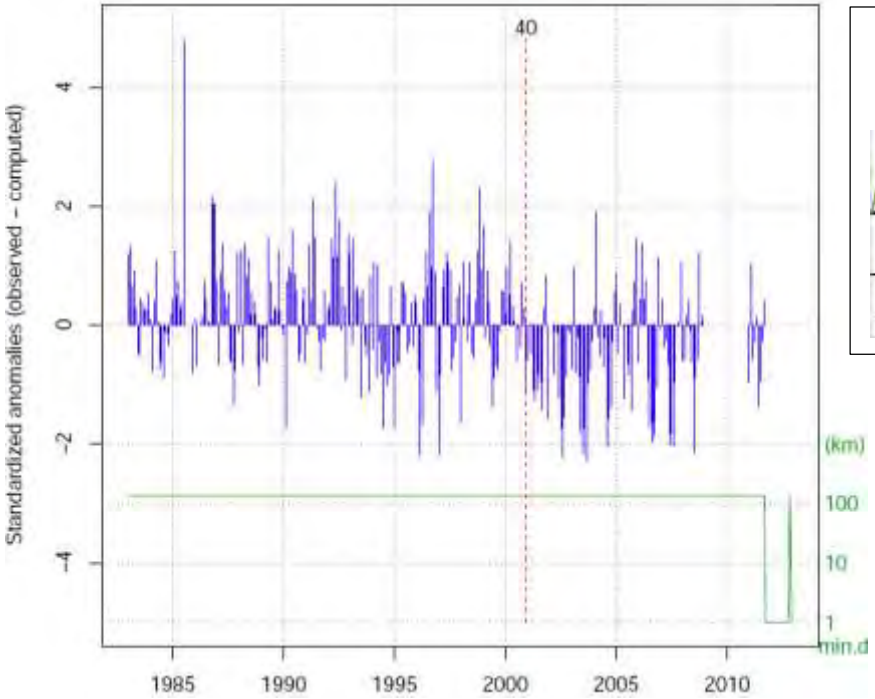


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Maksimum Stamet Kalianget dengan Metode Climatol

---



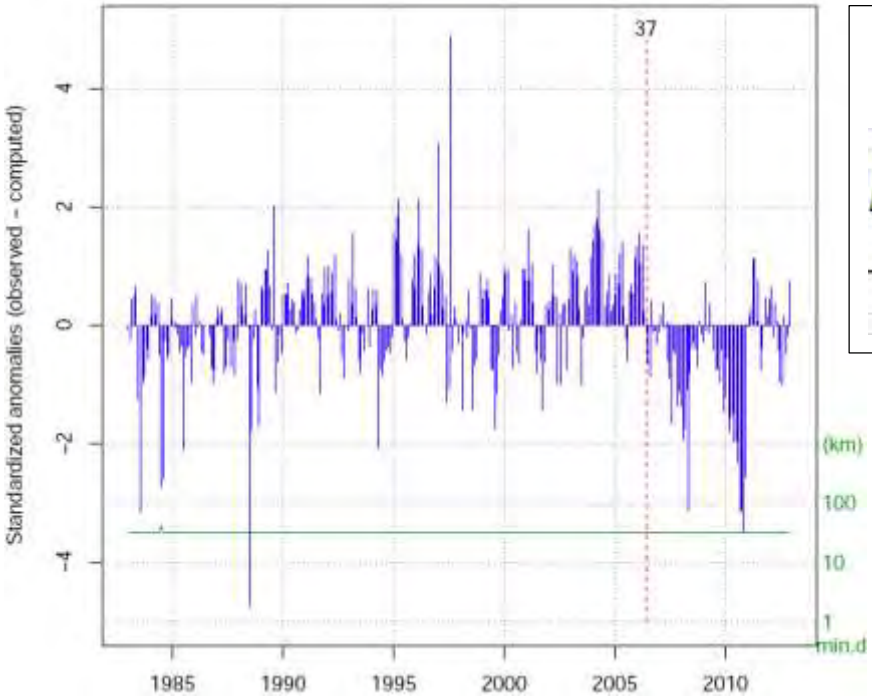
Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2



Keterangan *Break Point* Data Temperatur Maksimum Stamet Kalianget dengan Metode Climatol

---

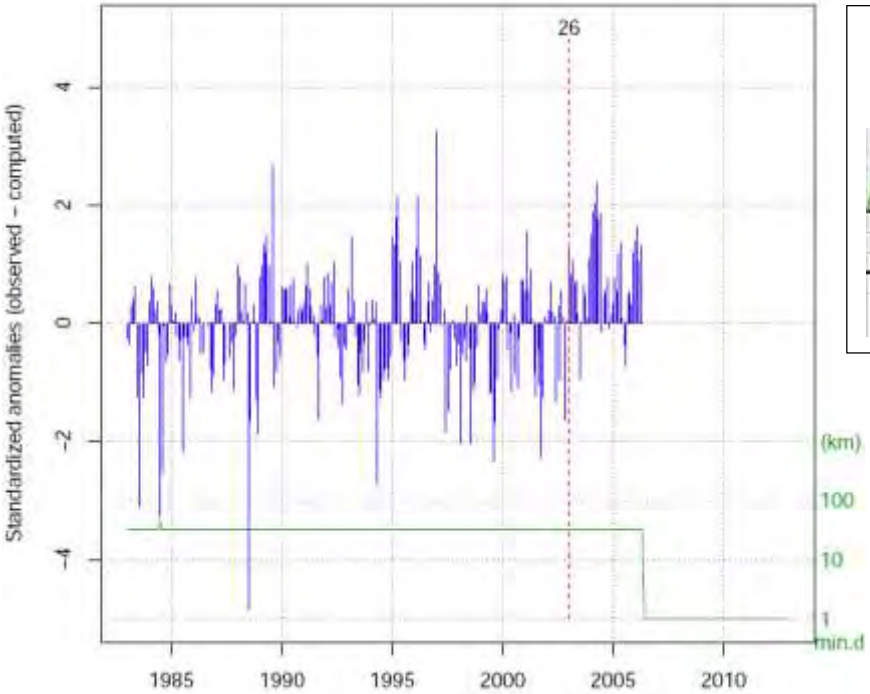
Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2



Keterangan *Break Point* Data Temperatur Minimum Stamet Perak I dengan Metode Climatol

---

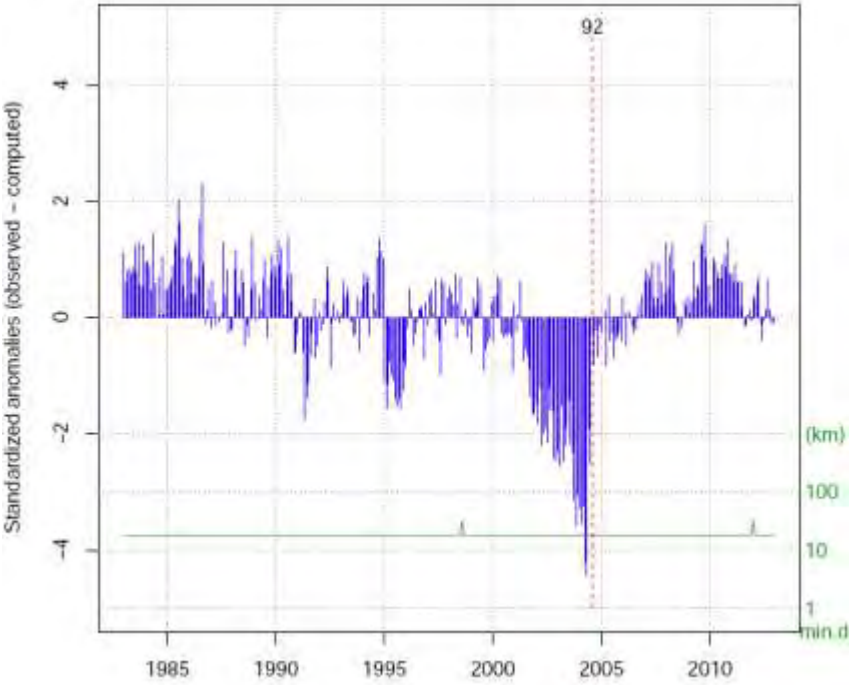
Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2



Keterangan *Break Point* Data Temperatur Minimum Stamet Perak I dengan Metode Climatol

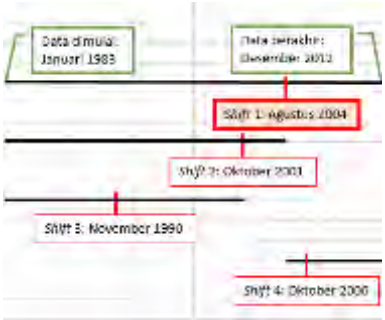
---

Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

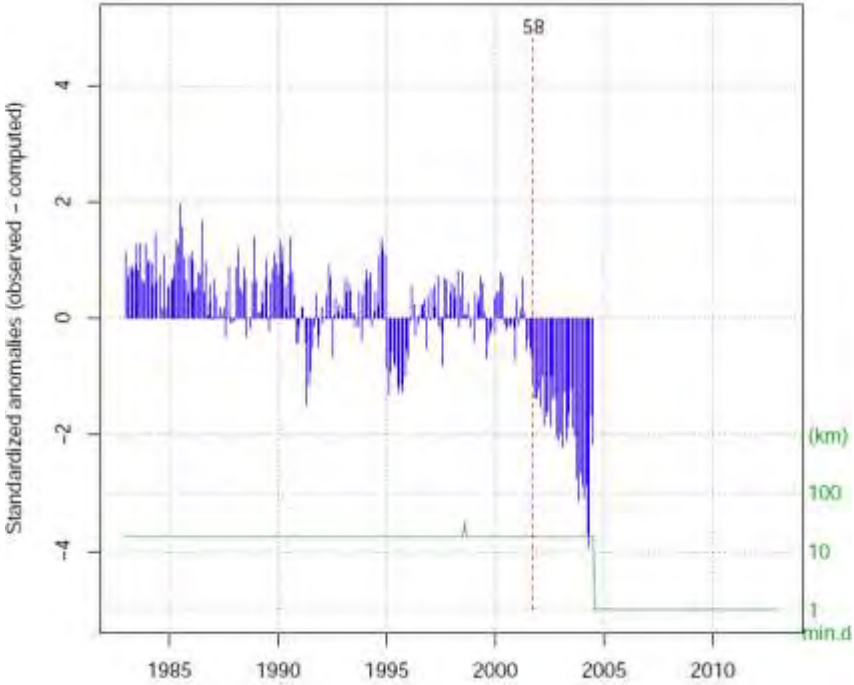


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Minimum Stamet Perak II dengan Metode Climatol

---

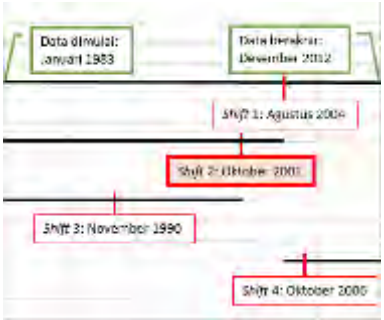


Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

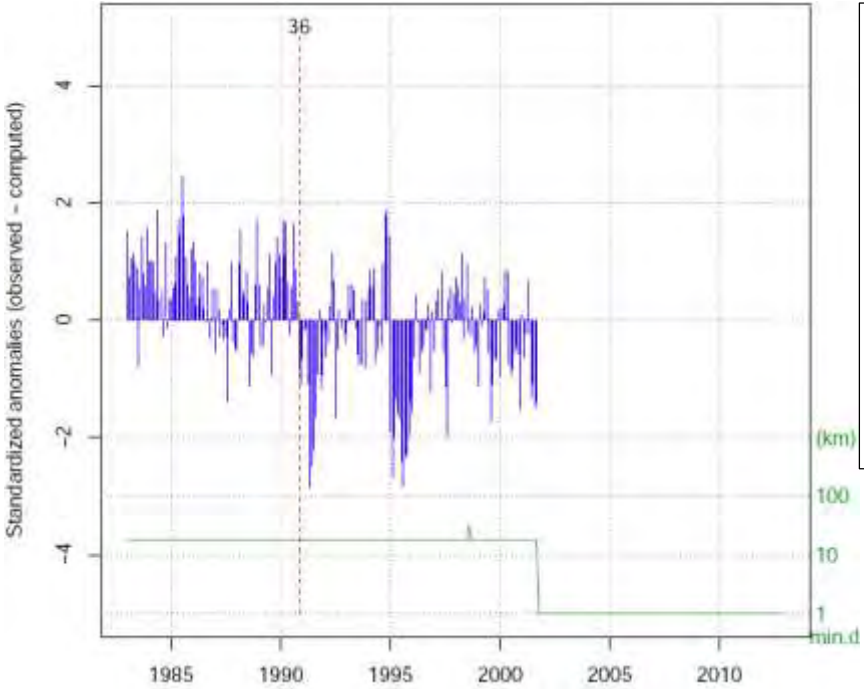


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Minimum Stamet Perak II dengan Metode Climatol

---

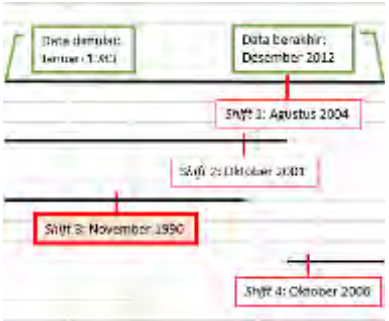


Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2

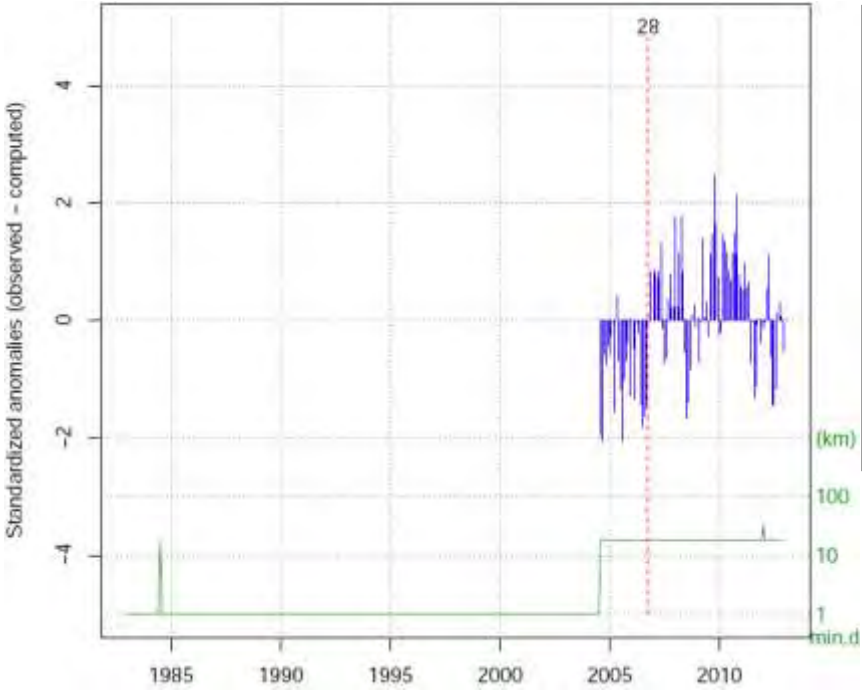


Keterangan *Break Point* Data Temperatur Minimum Stamet Perak II dengan Metode Climatol

---

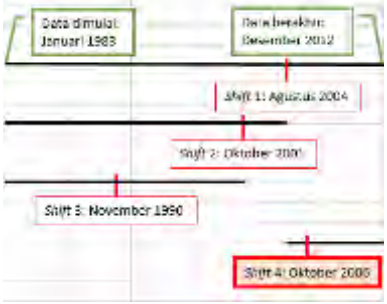


Lanjutan Lampiran 5 (c) Deteksi *Shift* pada *Stage* 1 dan *Stage* 2



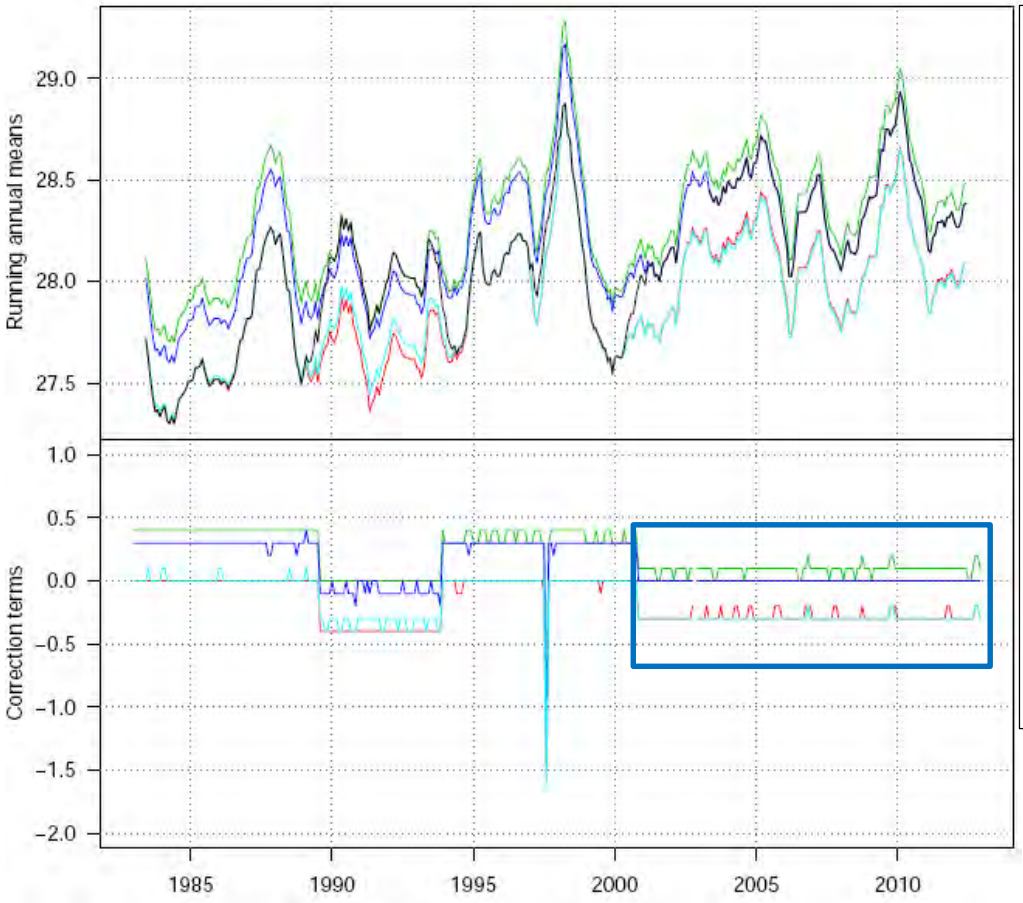
Keterangan *Break Point* Data Temperatur Minimum Stamet Perak II dengan Metode Climatol

---



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 5 (d) Plot dan Koreksi Data Hasil Homogenisasi Climatol



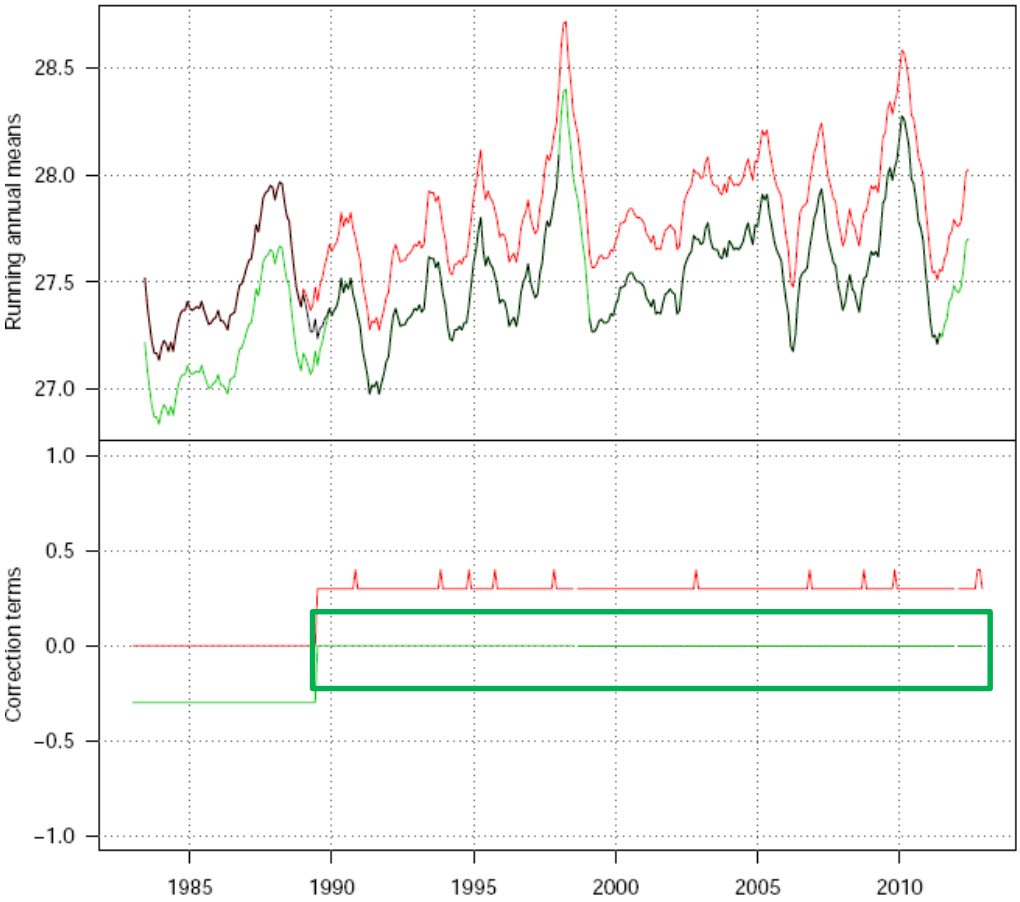
(a) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Rata-Rata Stamet Perak I

= Data asli
= Perak I-1(1)
= Perak I-2(2)
= Perak I-3(3)*
= Perak I-4(4)

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis biru memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret, ditunjukkan dengan kotak. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis biru berhimpitan dengan garis hitam di akhir deret.

Persentase data asli: 21%(1); 14%(2); 40%(3); 22%(4).

Nilai RMSE: 0,23(1); 0,25(2); 0,18(3); 0,28(4).



(b) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Rata-Rata Stamet Juanda

---

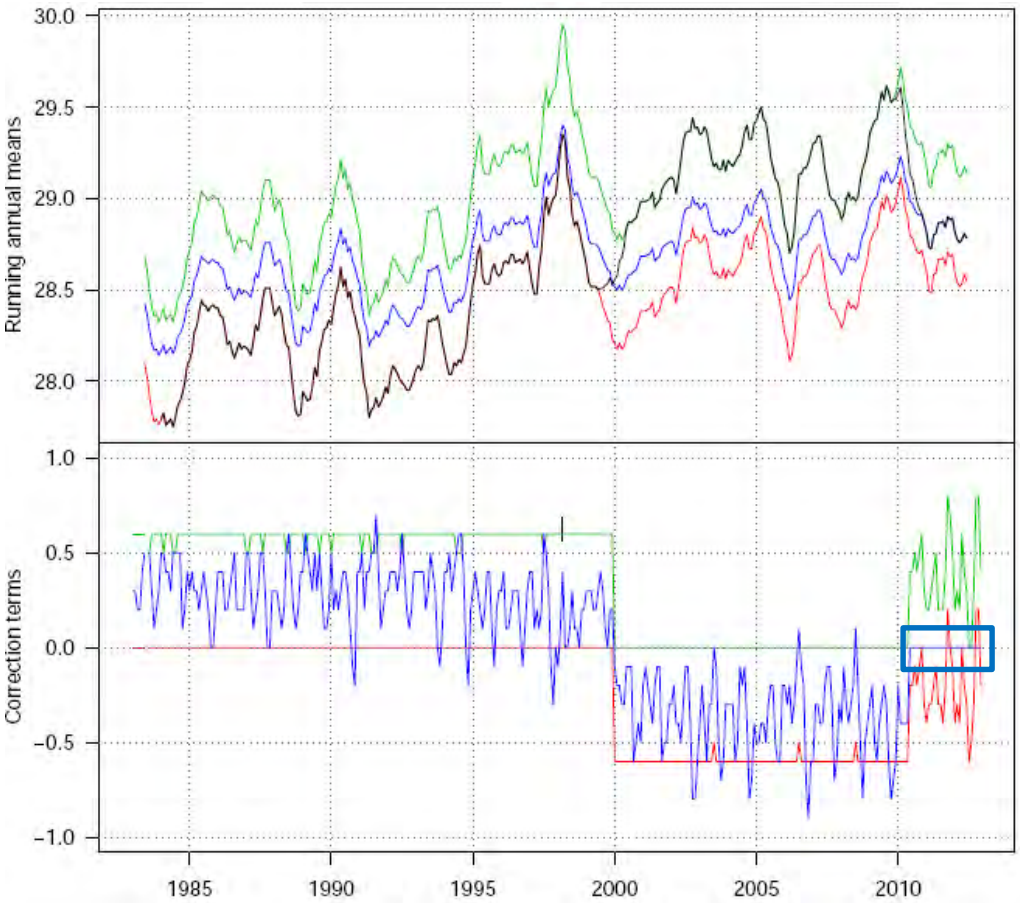
= Data asli
= Juanda-1(1)
= Juanda-2(2)*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis hijau memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret, ditunjukkan dengan tanda kotak. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis hijau berhimpitan dengan garis hitam di akhir deret.

Persentase data asli: 21%(1); 77%(2).

Nilai RMSE: 0,30(1); 0,33(2).

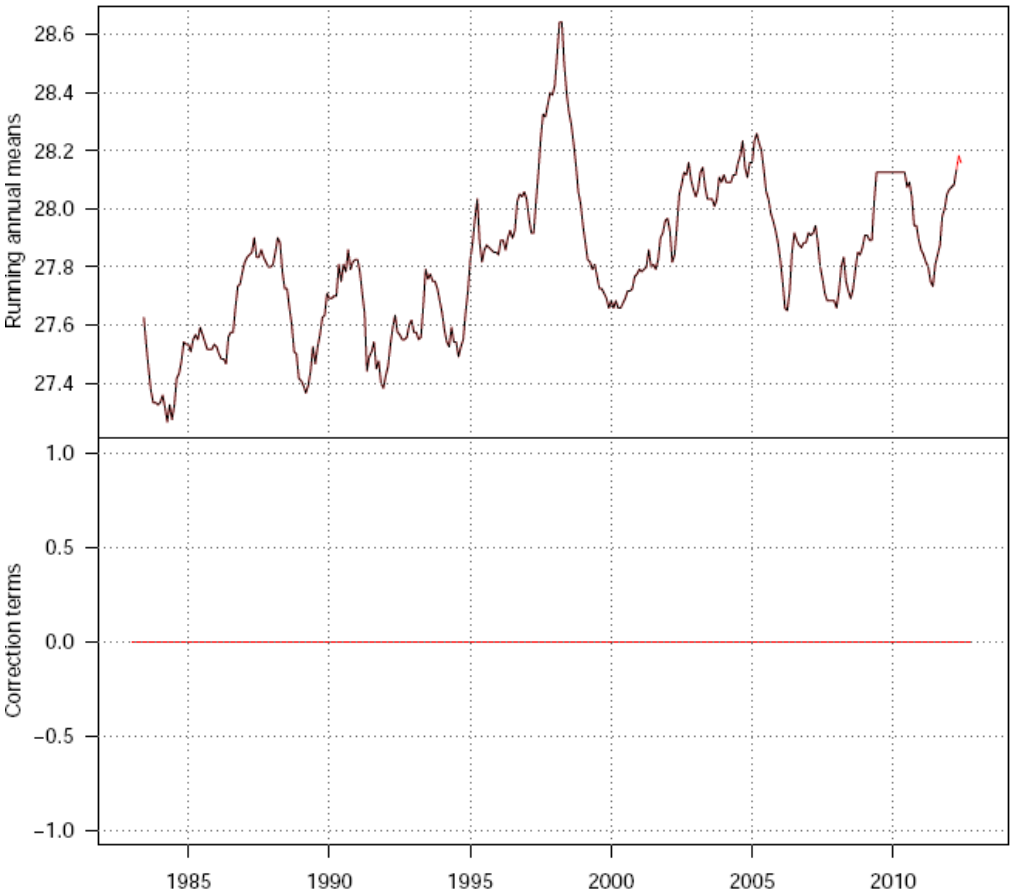
Lanjutan Lampiran 5 (d) Plot dan Koreksi Data Hasil Homogenisasi Climatol



(c) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Rata-Rata Stamet Perak II

= Data asli
= Perak II-1[(1)]
= Perak II-2[(2)]
= Perak II-3[(3)]*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis biru memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret, ditunjukkan dengan kotak. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis biru berhimpitan dengan garis hitam di akhir deret. Persentase data asli: 56%[(1)]; 34%[(2)]; 8%[(3)]. Nilai RMSE: 0,29[(1)]; 0,24[(2)]; 0,20[(3)].



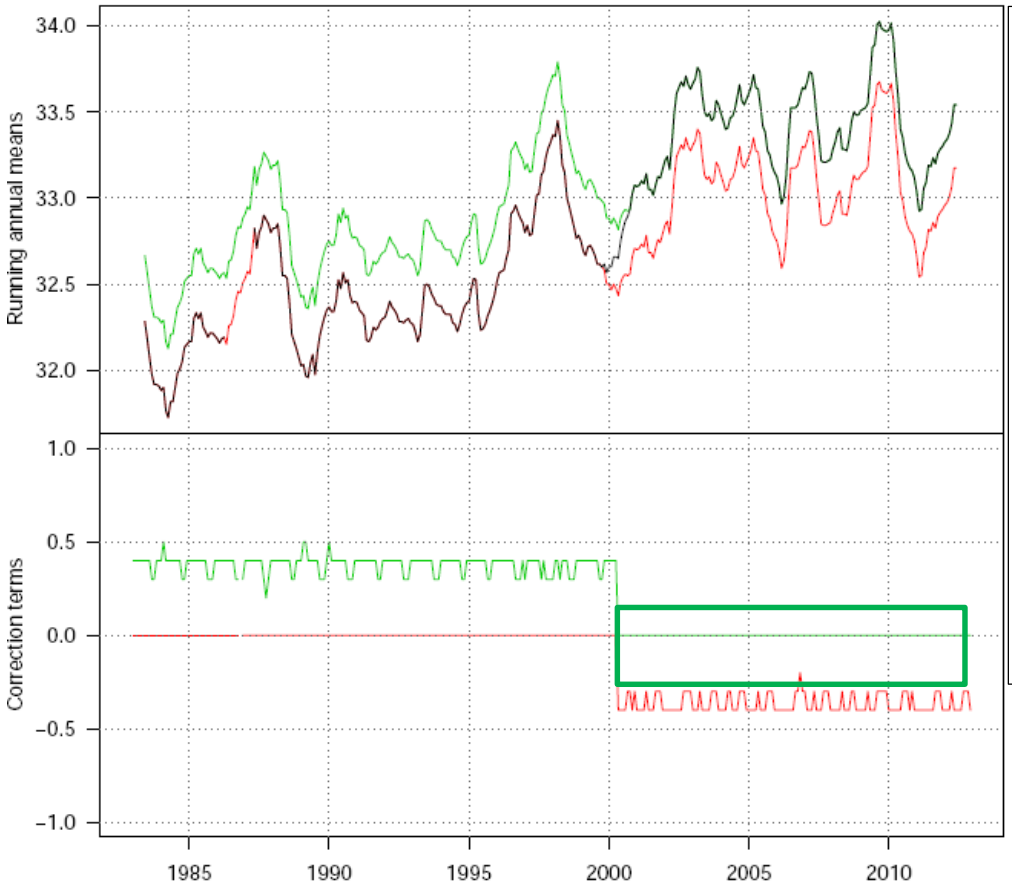
(d) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Rata-Rata Stamet Kalianget

---

= Data asli
= Kalianget*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis merah memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis merah berhimpitan dengan garis hitam sepanjang deret. Persentase data asli: 99%. Nilai RMSE: 0,37.

Lanjutan Lampiran 5 (d) Plot dan Koreksi Data Hasil Homogenisasi Climatol



(a) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Maksimum Stamet Perak I

= Data asli

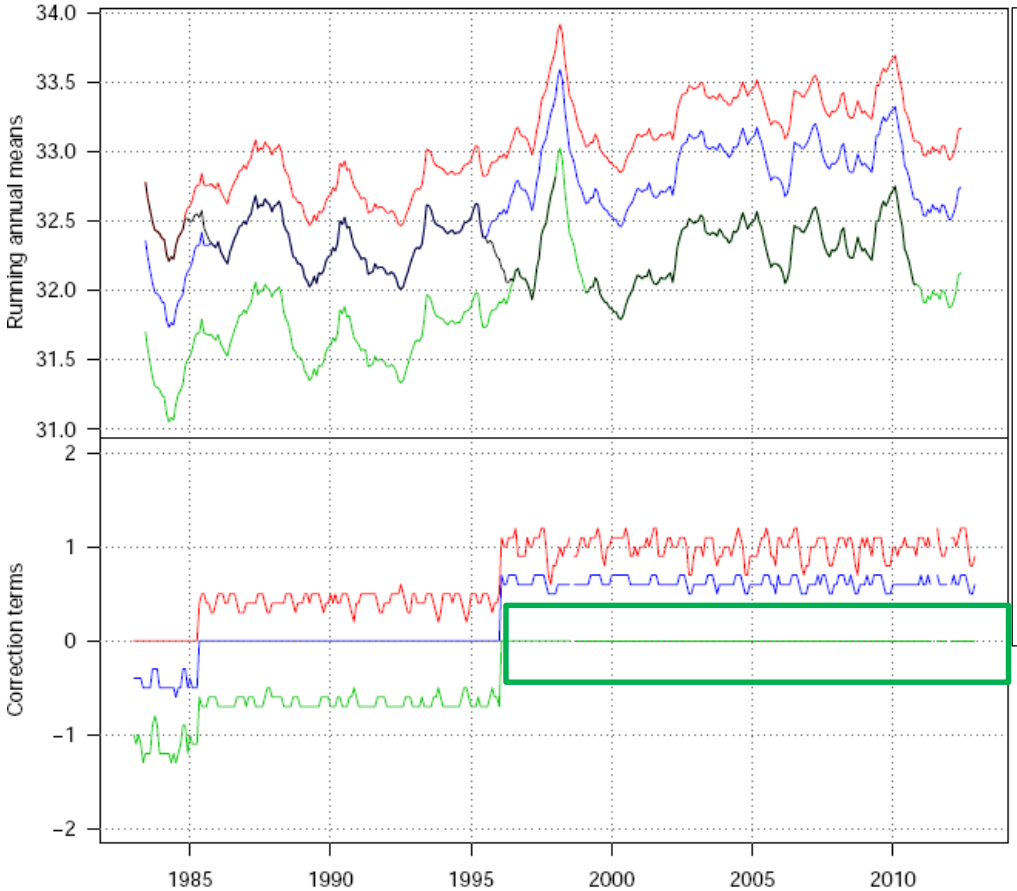
= Perak I-1(1)

= Perak I-2(2)*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis hijau memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret, ditunjukkan dengan tanda kotak. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis hijau berhimpitan dengan garis hitam di akhir deret.

Persentase data asli: 57%(1); 42%(2).

Nilai RMSE: 0,52(1); 0,46(2).



(b) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Maksimum Stamet Juanda

---

= Data asli

= Juanda-1(1)

= Juanda-2(2)*

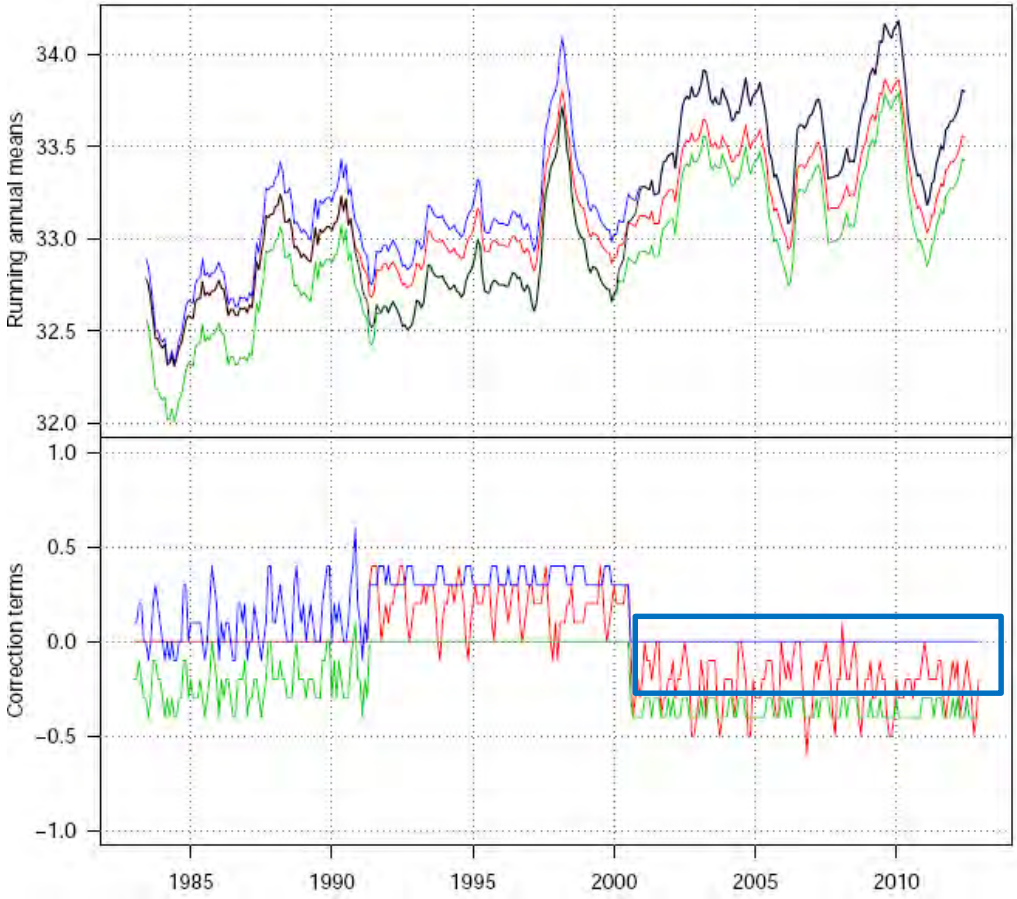
= Juanda-3(3)

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis hijau memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret, ditunjukkan dengan kotak. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis hijau berhimpitan dengan garis hitam di akhir deret.

Persentase data asli: 7%(1); 55%(2); 35%(3).

Nilai RMSE: 0,28(1); 0,39(2); 0,31(3).

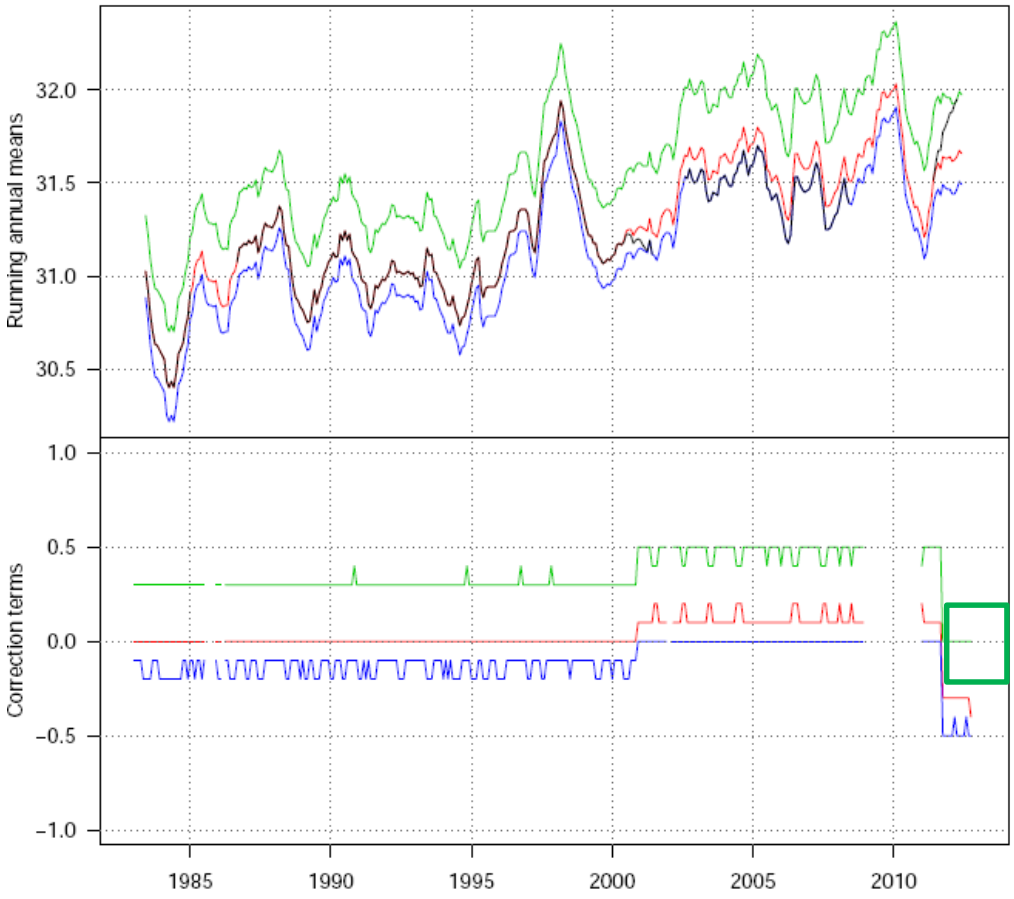
Lanjutan Lampiran 5 (d) Plot dan Koreksi Data Hasil Homogenisasi Climatol



(c) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Maksimum Stamet Perak II

= Data asli
= Perak II-1[(1)]
= Perak II-2[(2)]
= Perak II-3[(3)]*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis biru memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret, ditunjukkan dengan kotak. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis biru berhimpitan dengan garis hitam di akhir deret. Persentase data asli: 27%[(1)]; 30%[(2)]; 41%[(3)]. Nilai RMSE: 0,36[(2)]; 0,30[(2)]; 0,29[(3)].



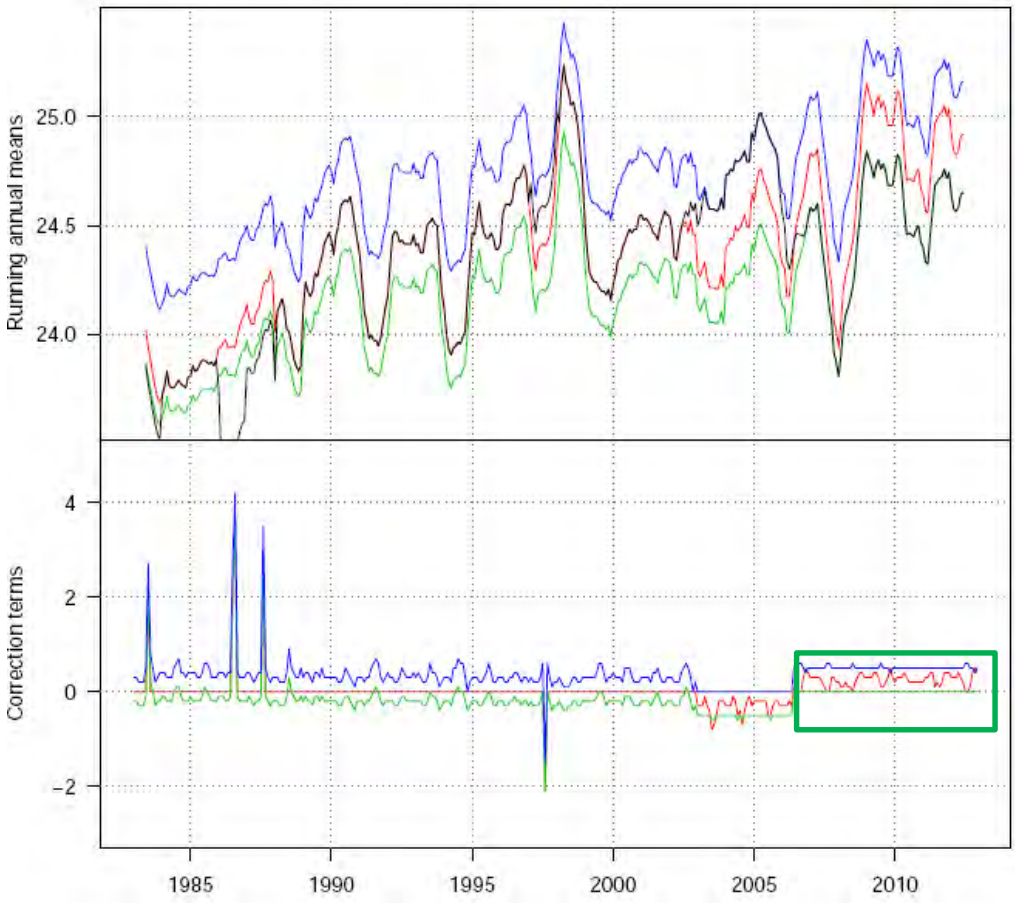
(d) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Maksimum Stamet Kalianget

---

= Data asli
= Kalianget-1[(1)]*
= Kalianget-2[(2)]
= Kalianget-3[(3)]

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis hijau memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret, ditunjukkan dengan kotak. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis hijau berhimpitan dengan garis hitam di akhir deret. Persentase data asli: 58%[(1)]; 3%[(2)]; 28%[(3)]. Nilai RMSE: 0,28[(1)]; 0,32[(2)]; 0,26[(3)].

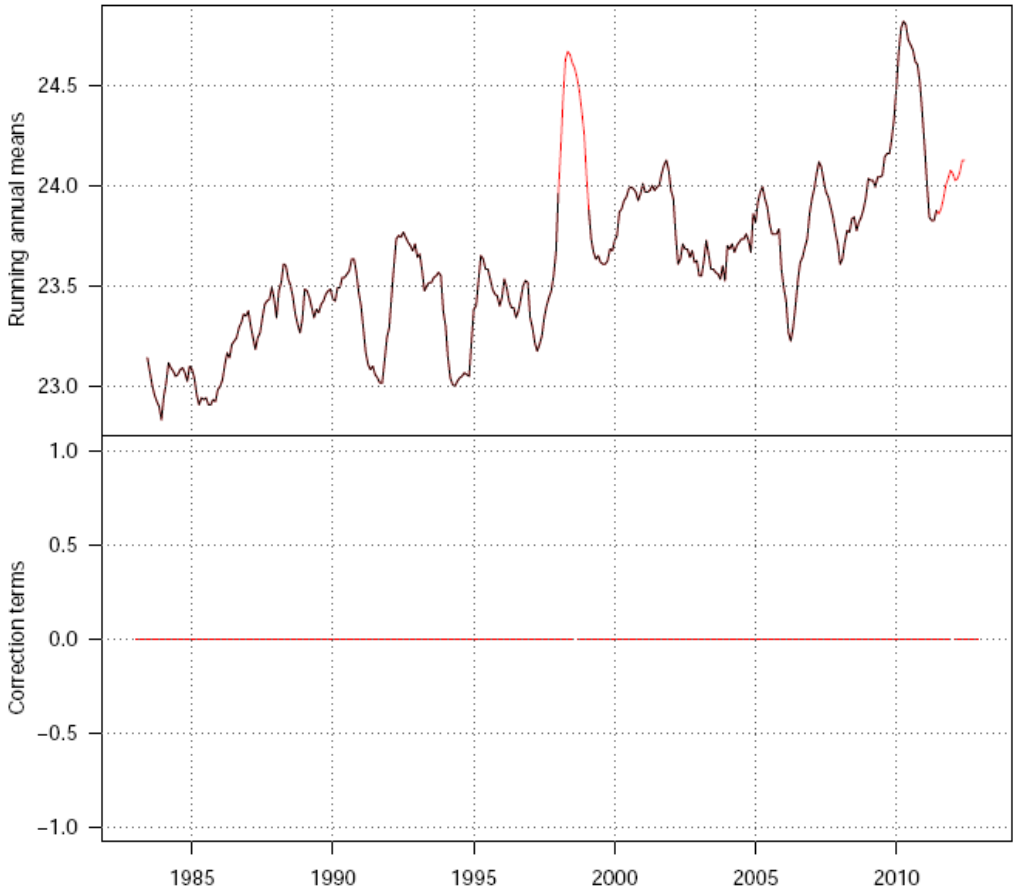
Lanjutan Lampiran 5 (d) Plot dan Koreksi Data Hasil Homogenisasi Climatol



(a) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Minimum Stamet Perak I

= Data asli
= Perak I-1(1)*
= Perak I-2(2)
= Perak I-3(3)

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis hijau memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret, ditunjukkan dengan kotak. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis hijau berhimpitan dengan garis hitam di akhir deret. Persentase data asli: 65%(1); 21%(2); 11%(3). Nilai RMSE: 0,30(1); 0,39(2); 0,27(3).



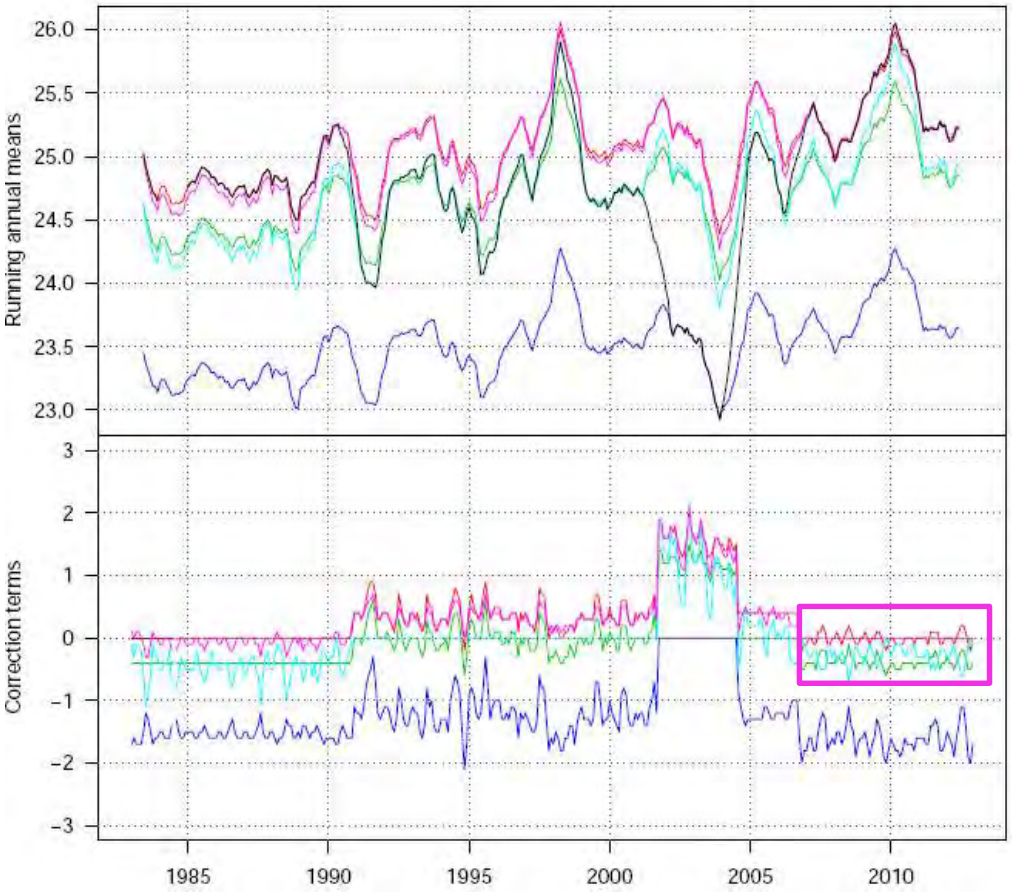
(b) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Minimum Stamet Juanda

---

= Data asli
= Juanda*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis merah memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis merah berhimpitan dengan garis hitam sepanjang deret. Persentase data asli: 99%. Nilai RMSE: 0,57.

Lanjutan Lampiran 5 (d) Plot dan Koreksi Data Hasil Homogenisasi Climatol



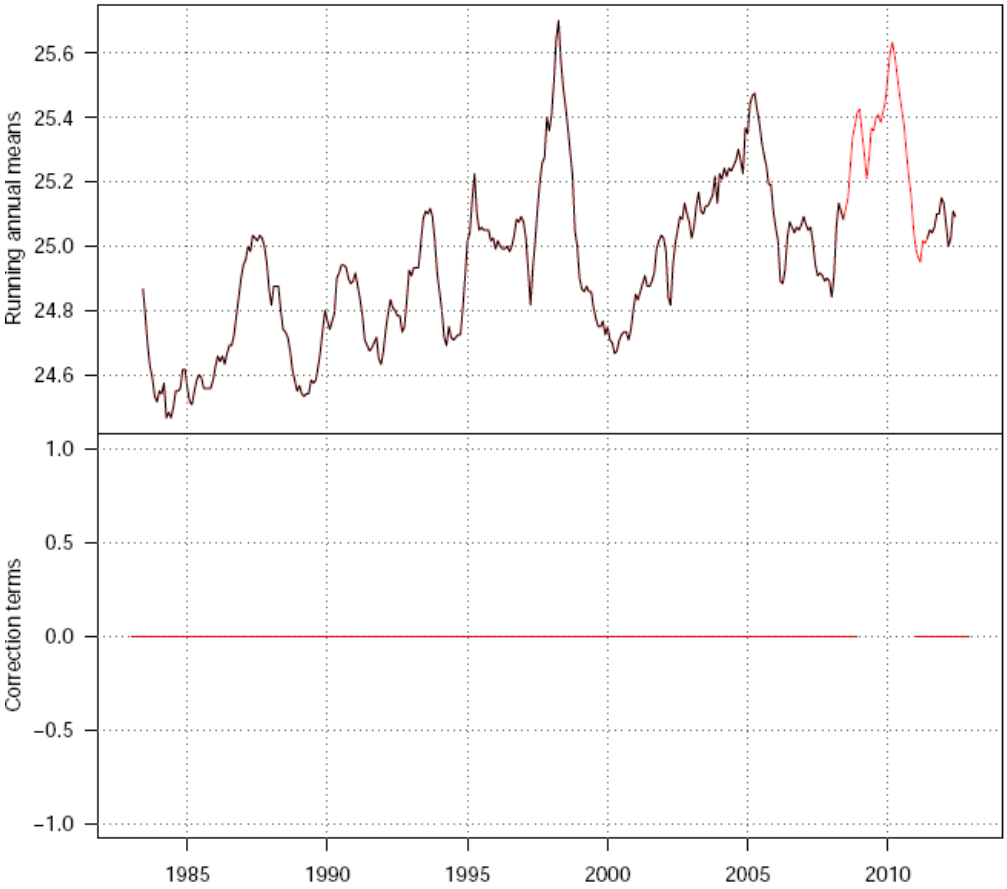
(c) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Minimum Stamet Perak II

= Data asli
= Perak II-1(1)
= Perak II-2(2)
= Perak II-3(3)
= Perak II-4(4)
= Perak II-5(5)*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis merah muda memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret, ditunjukkan dengan kotak. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis merah muda berhimpitan dengan garis hitam di akhir deret.

Persentase data asli: 25%(1); 7%(2); 9%(3); 36%(4); 20%(5).

Nilai RMSE: 0,30(1); 0,19(2); 0,45(3); 0,41(4); 0,27(5).



(d) Keterangan Plot dan Koreksi Data Temperatur Minimum Stamet Kalianget

---

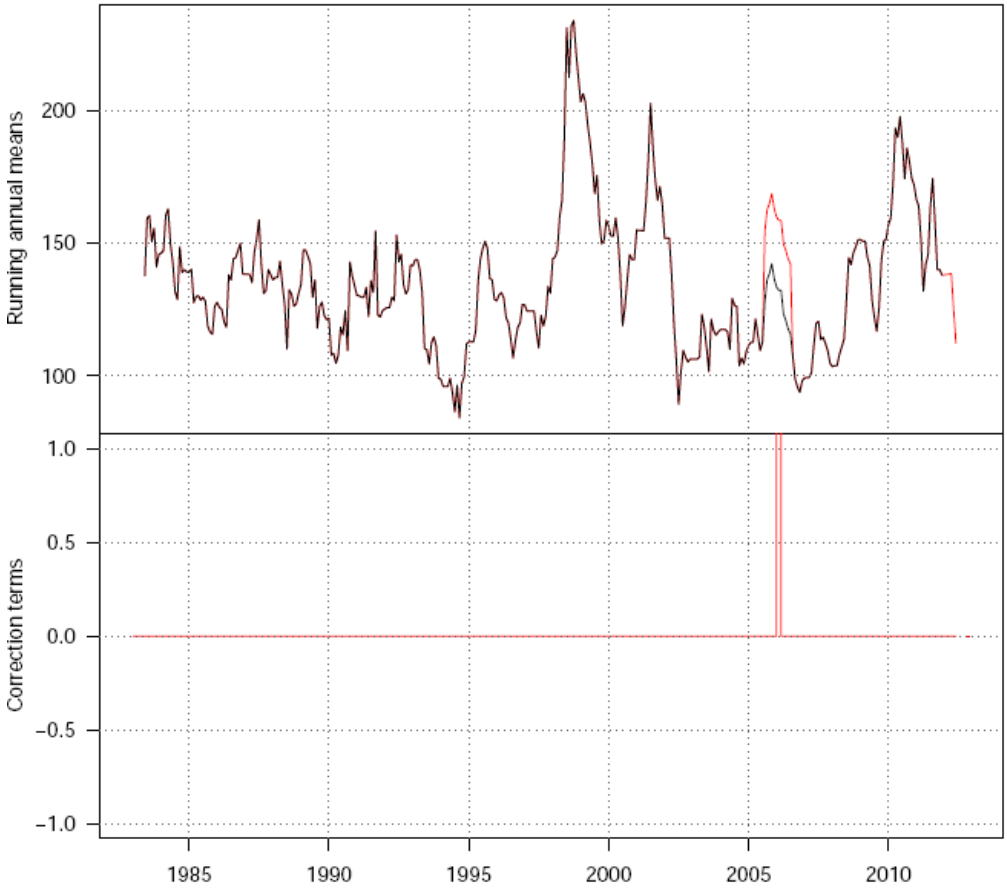
= Data asli
= Kalianget*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis merah memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis merah berhimpitan dengan garis hitam sepanjang deret.

Persentase data asli: 93%.

Nilai RMSE: 0,56.

Lanjutan Lampiran 5 (d) Plot dan Koreksi Data Hasil Homogenisasi Climatol



(a) Keterangan Plot dan Koreksi Data Curah Hujan Stamet Perak I

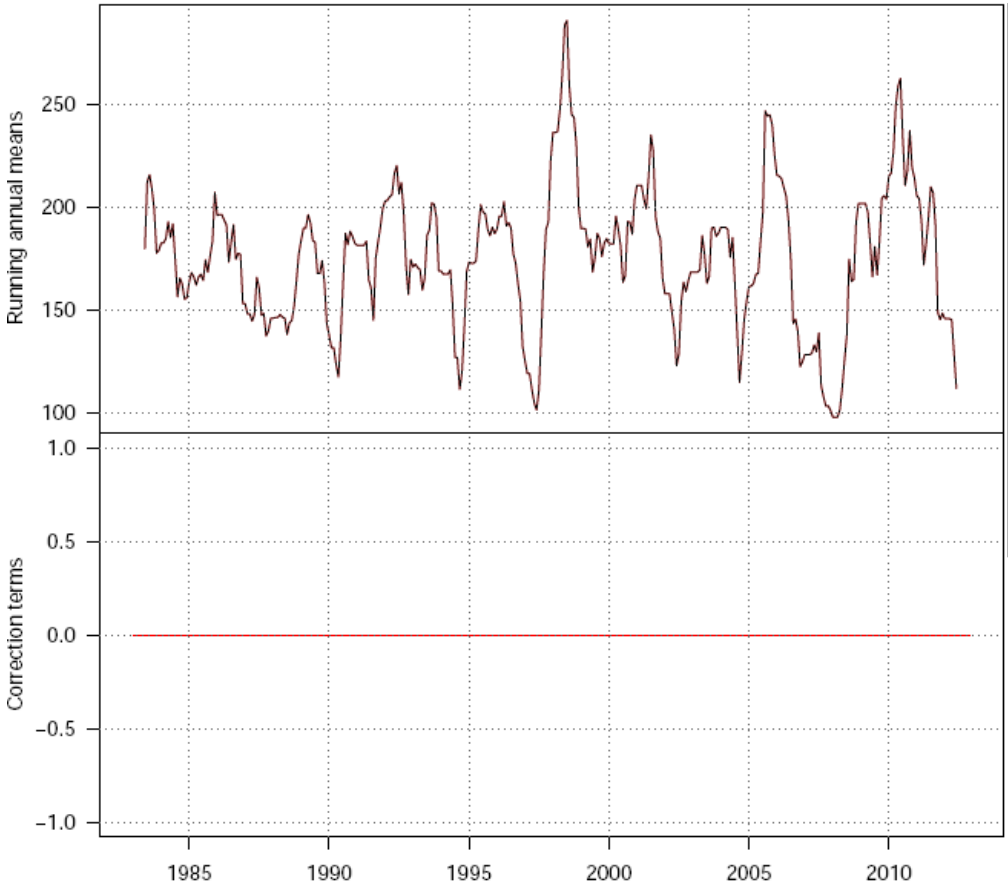
= Data asli

= Kalianget*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis merah memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis merah berhimpitan dengan garis hitam sepanjang deret.

Persentase data asli: 98%.

Nilai RMSE: 47,6.



(b) Keterangan Plot dan Koreksi Data Curah Hujan Stamet Juanda

---

= Data asli

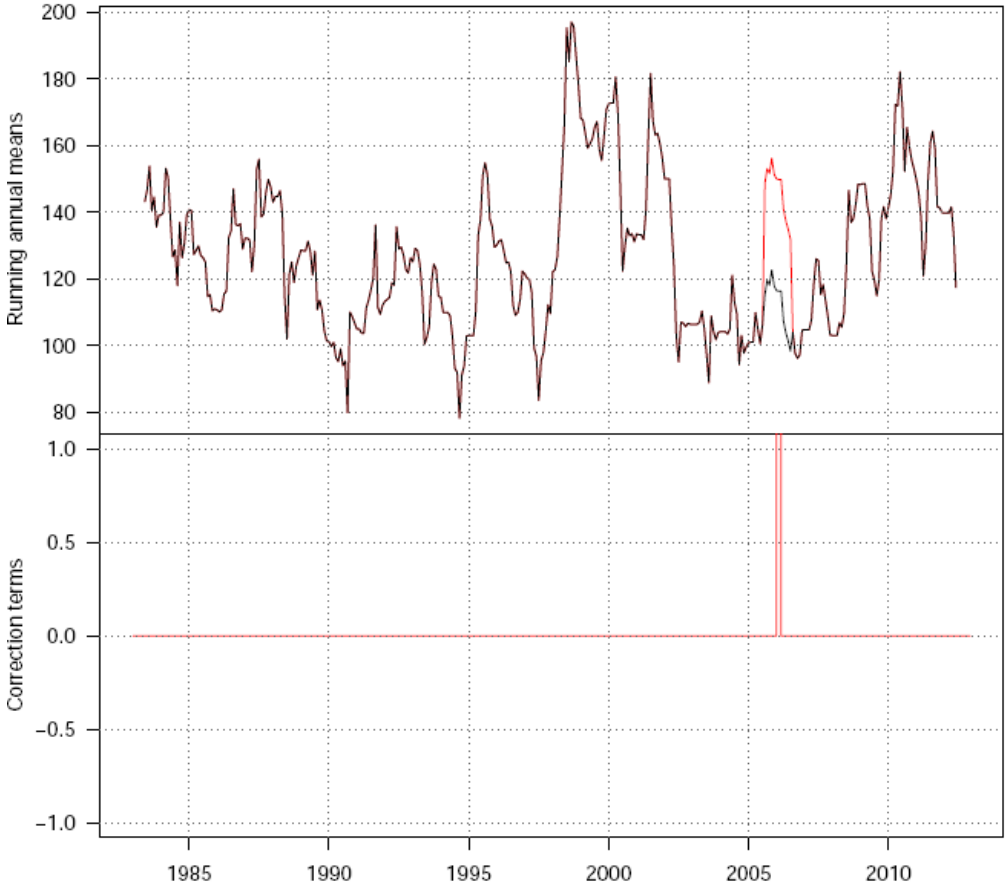
= Kalianget*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis merah memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis merah berhimpitan dengan garis hitam sepanjang deret.

Persentase data asli: 100%.

Nilai RMSE: 92,4.

Lanjutan Lampiran 5 (d) Plot dan Koreksi Data Hasil Homogenisasi Climatol

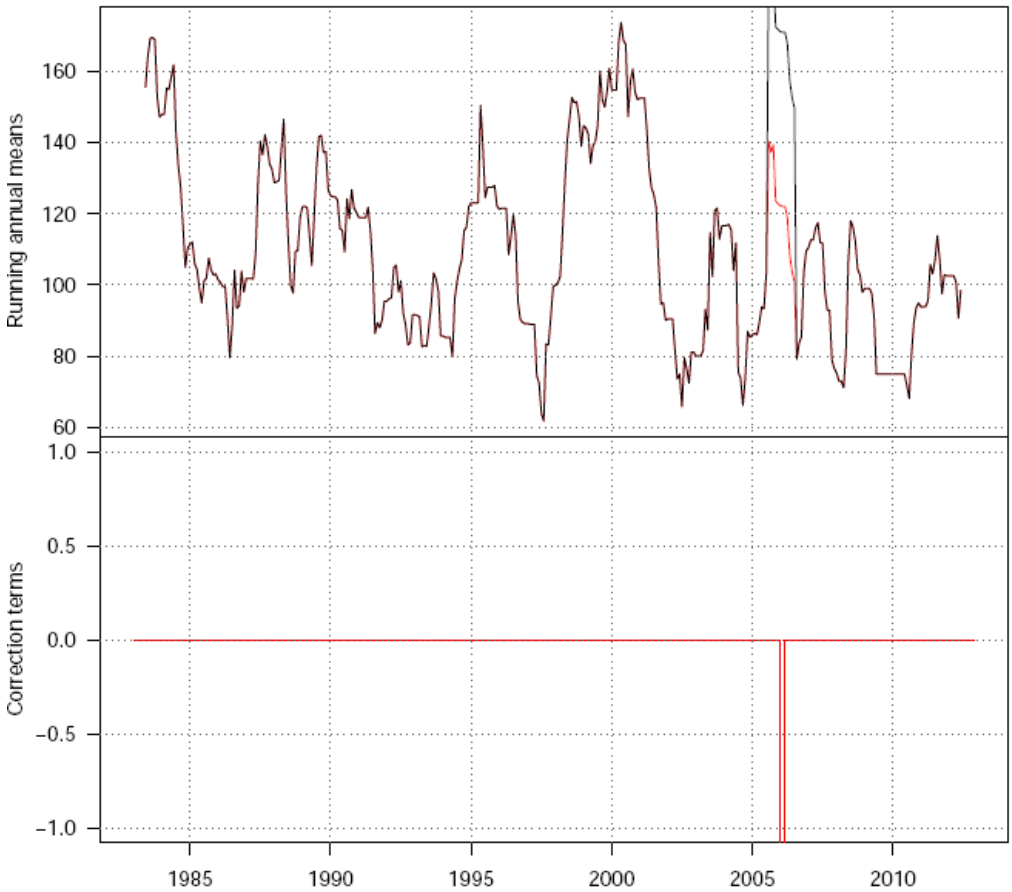


(c) Keterangan Plot dan Koreksi Data Curah Hujan Stamet Perak II

= Data asli

= Kalianget*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis merah memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis merah berhimpitan dengan garis hitam sepanjang deret. Persentase data asli: 99%. Nilai RMSE: 48,3.



(d) Keterangan Plot dan Koreksi Data Curah Hujan Stamet Kalianget

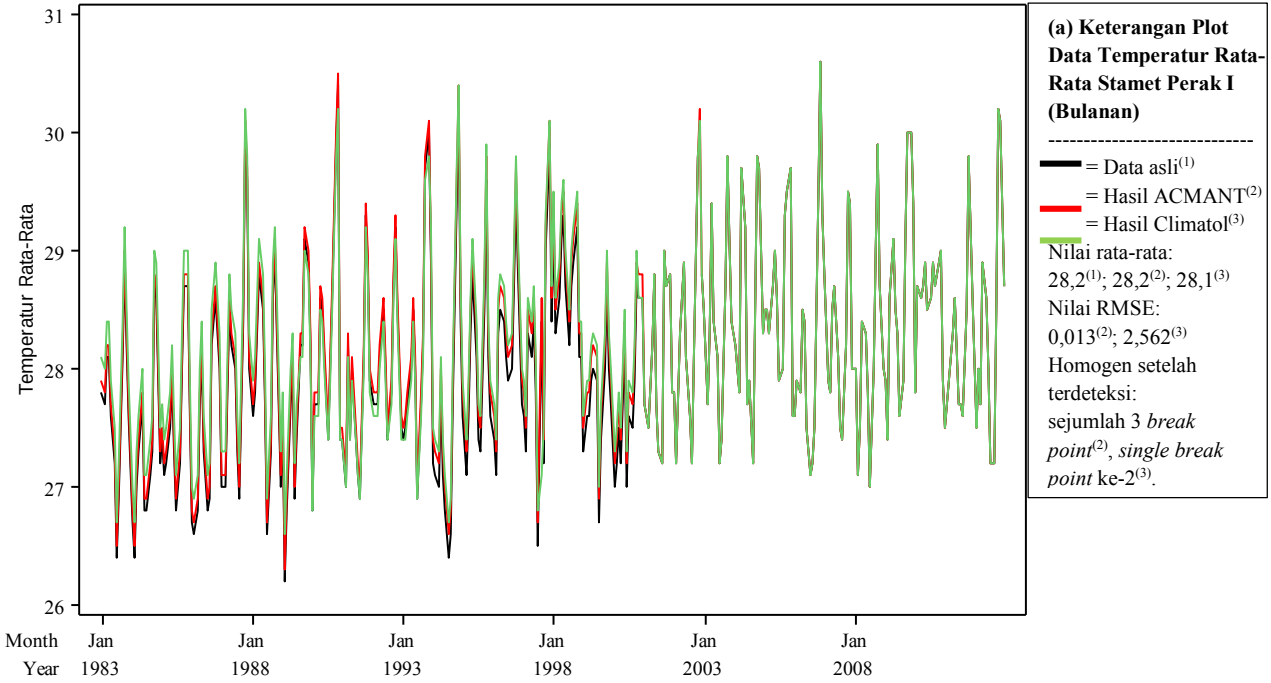
---

= Data asli

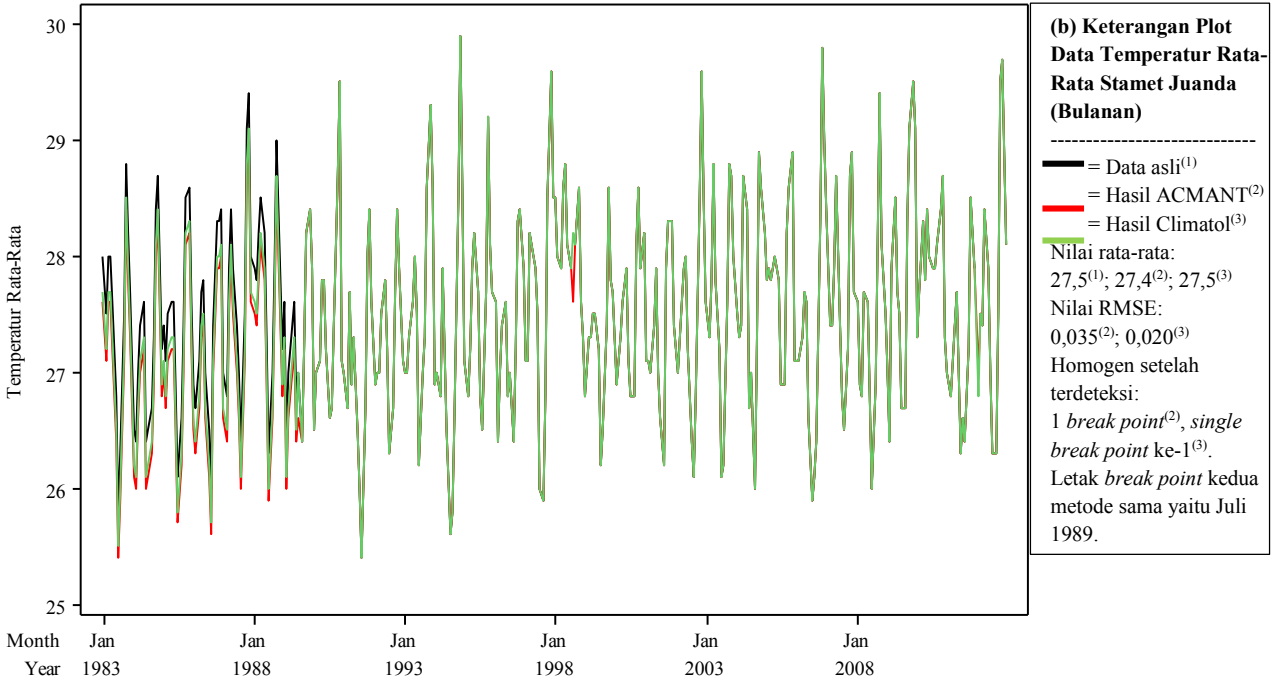
= Kalianget*

Koreksi antara data hasil homogenisasi dan data asli menunjukkan bahwa garis merah memiliki nilai koreksi sebesar 0 di akhir deret. Pada plot data, menunjukkan bahwa garis merah berhimpitan dengan garis hitam sepanjang deret. Persentase data asli: 99%. Nilai RMSE: 70,0.

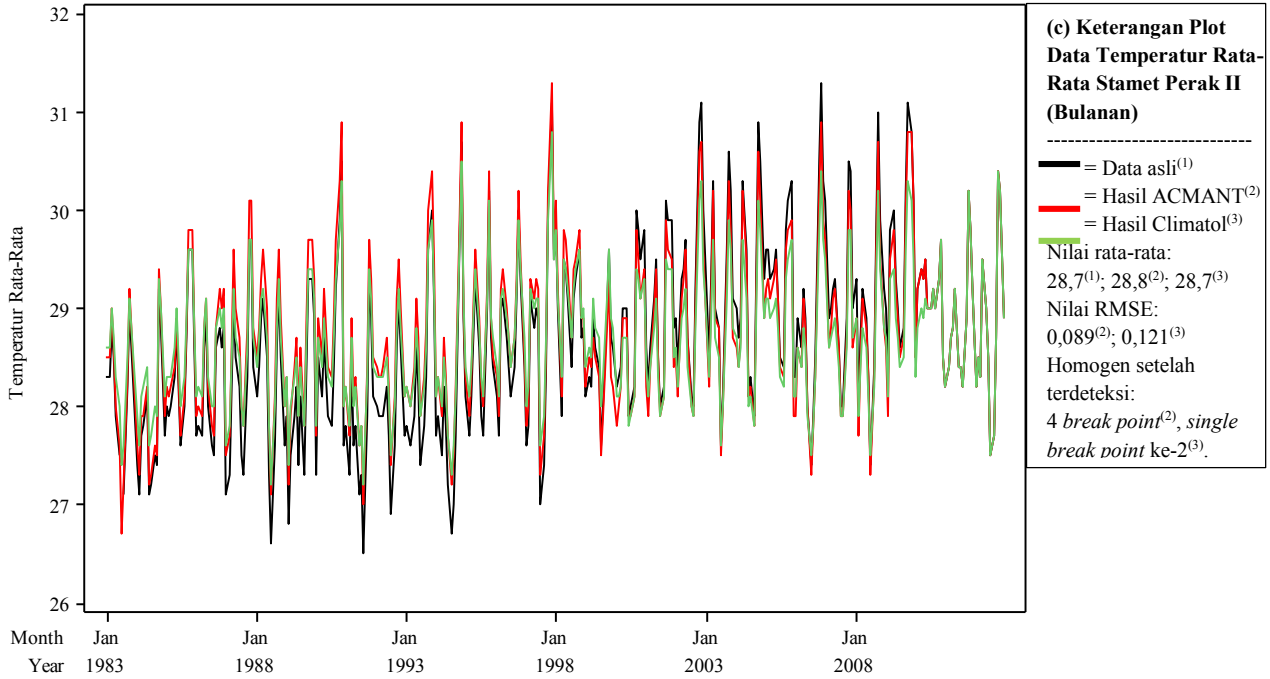
Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



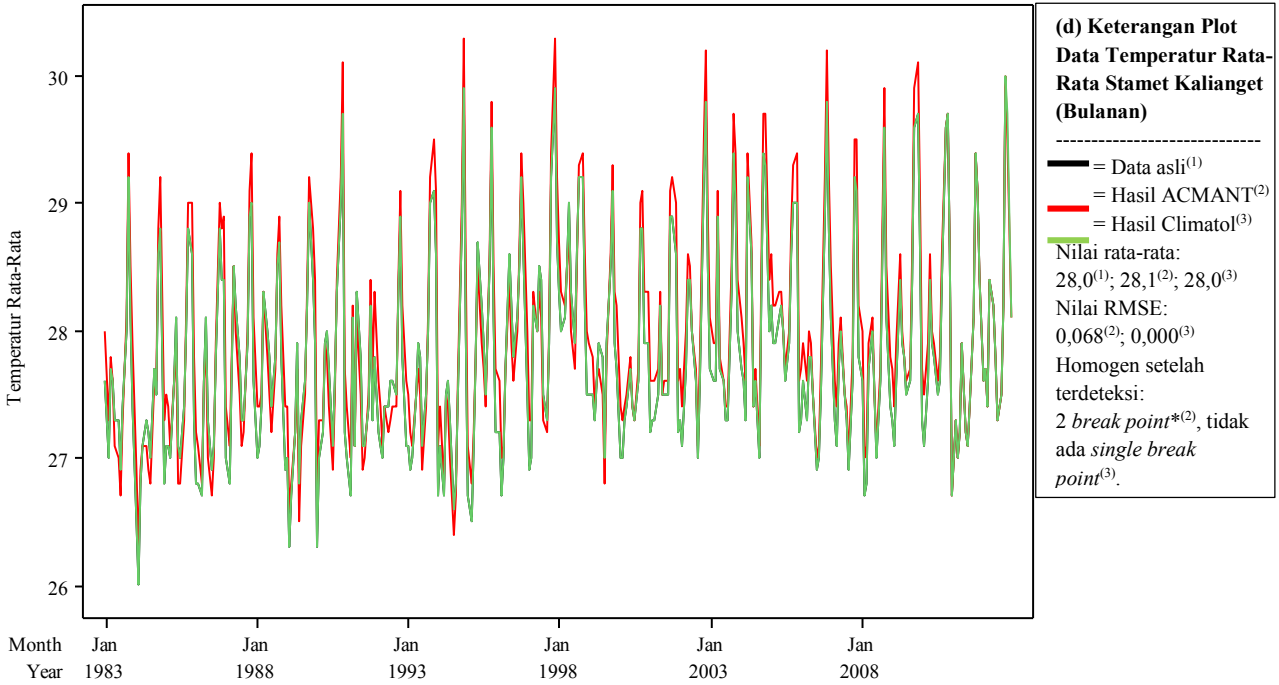
Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



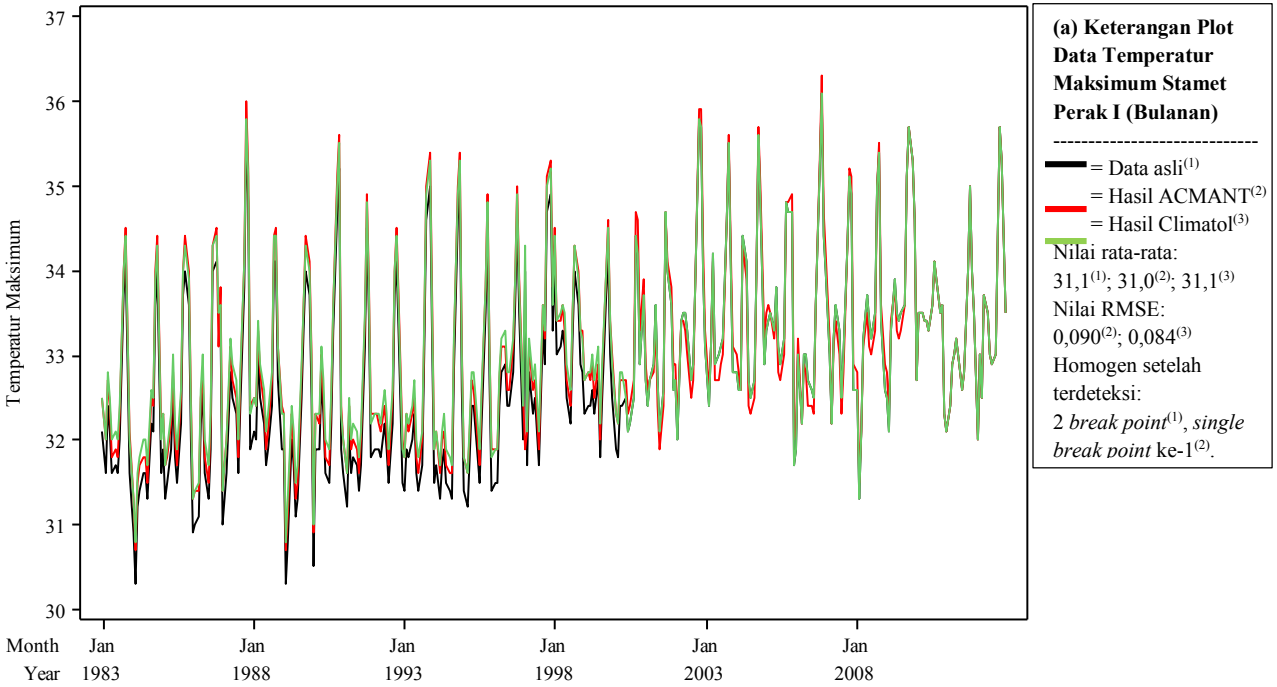
Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



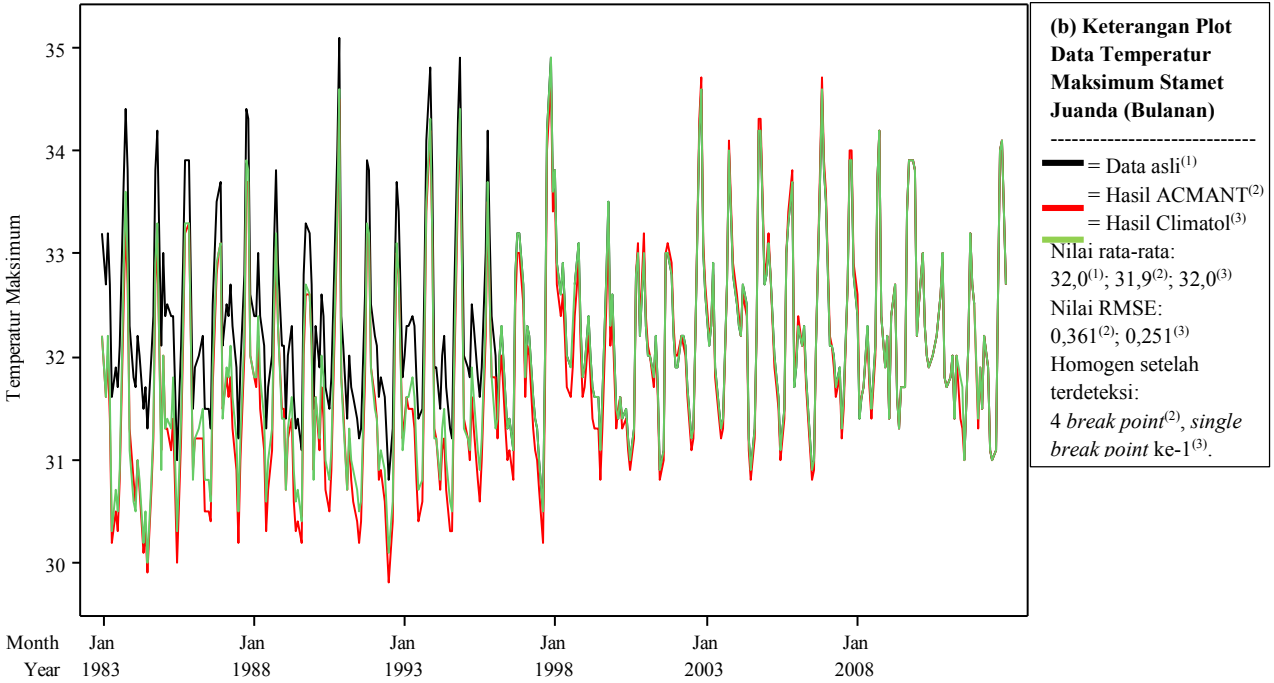
Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



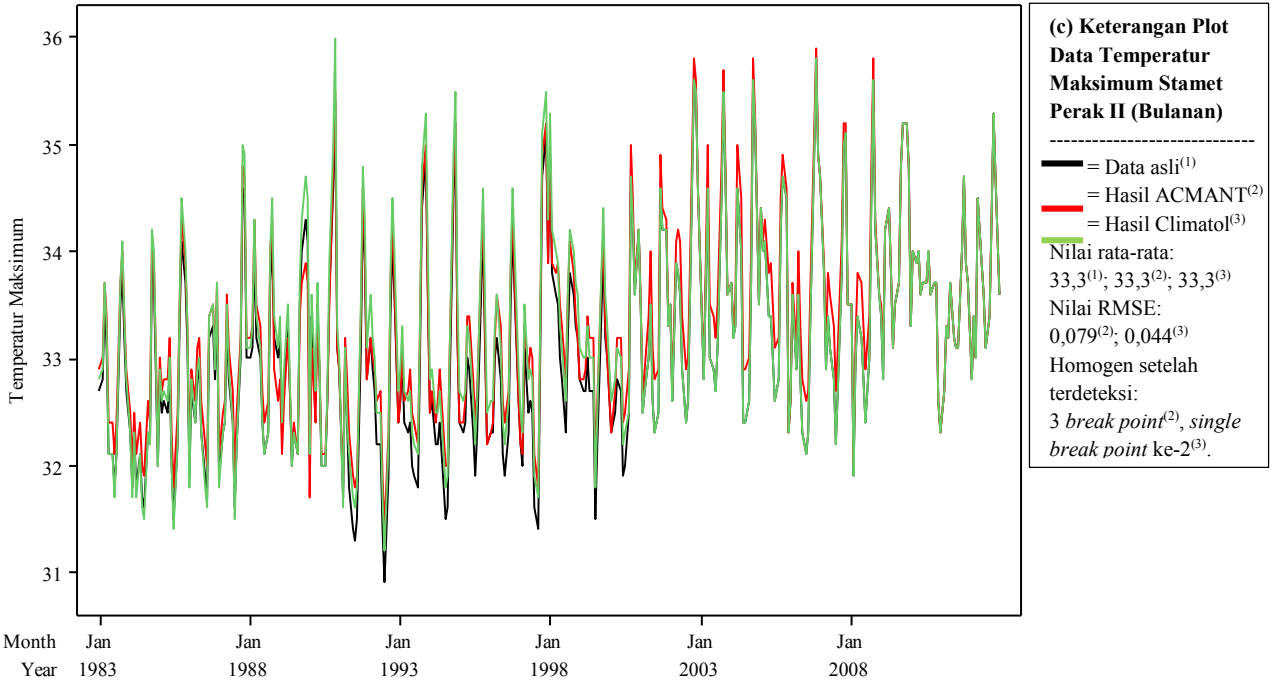
Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



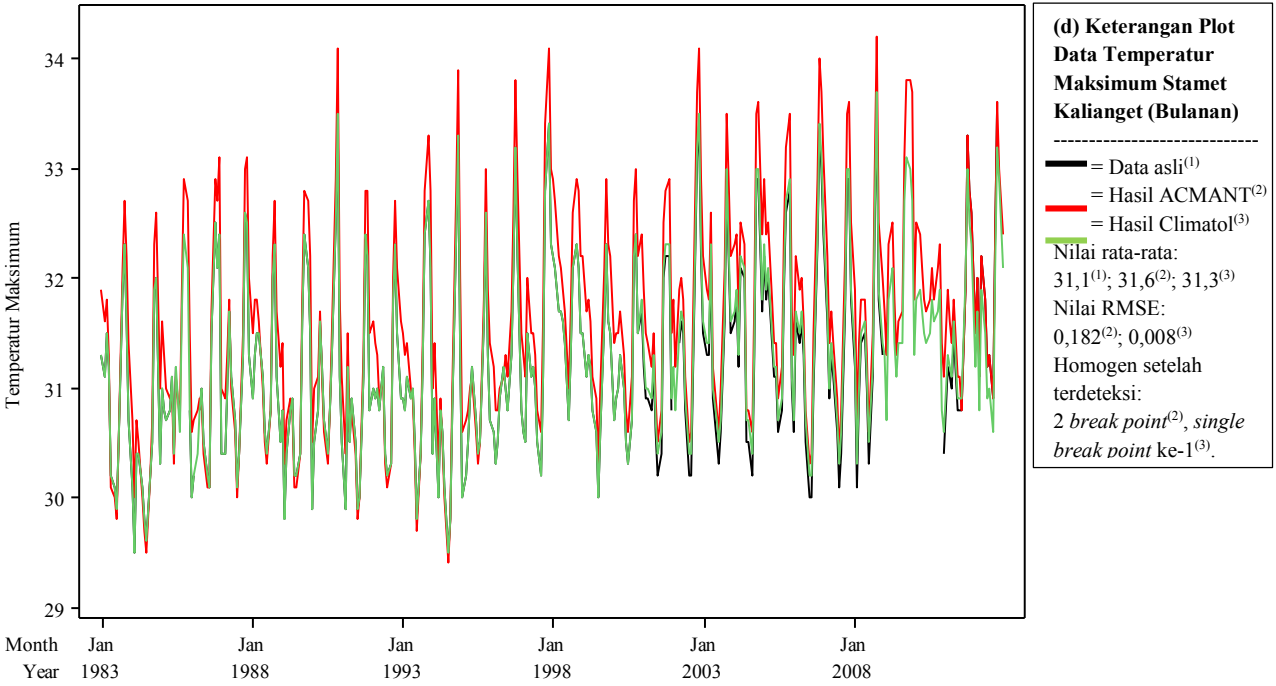
Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



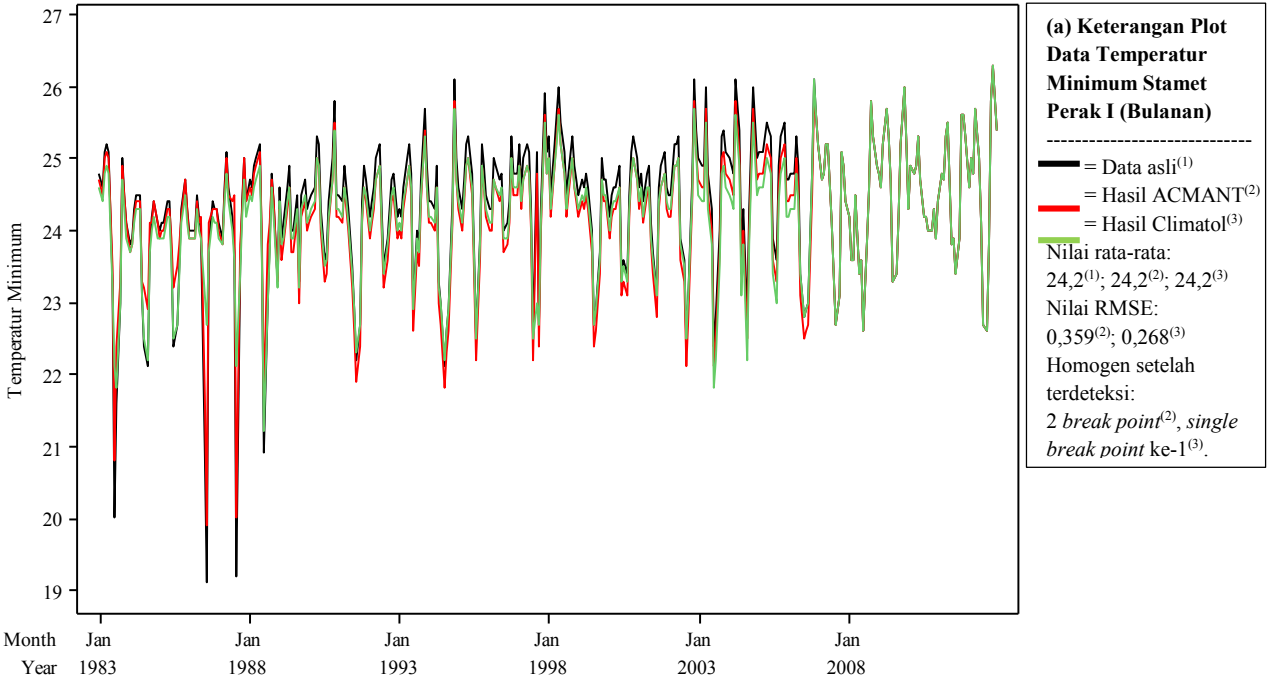
Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



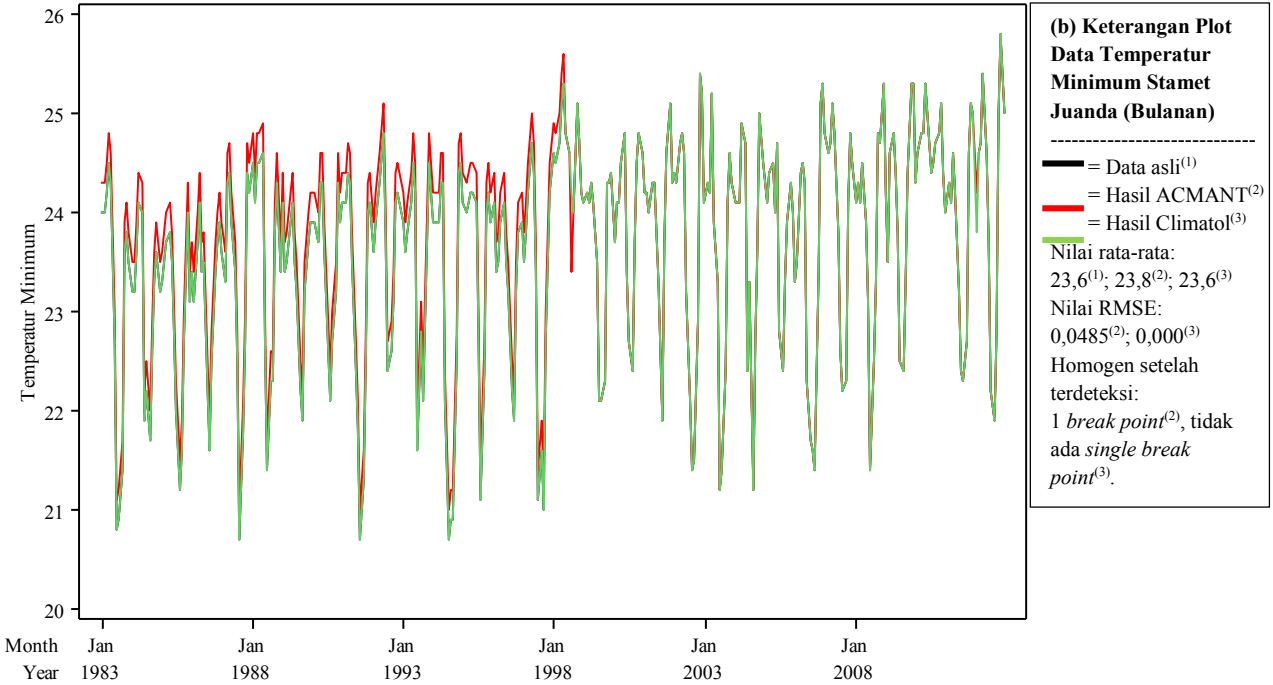
Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



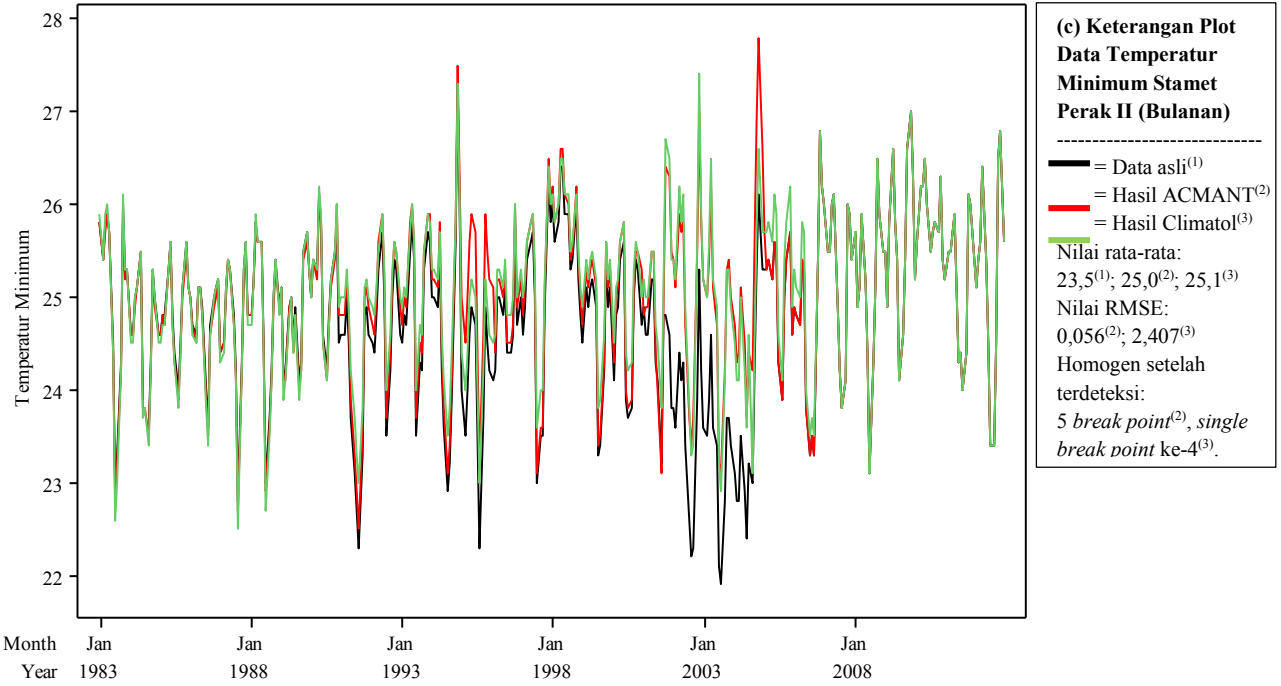
Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



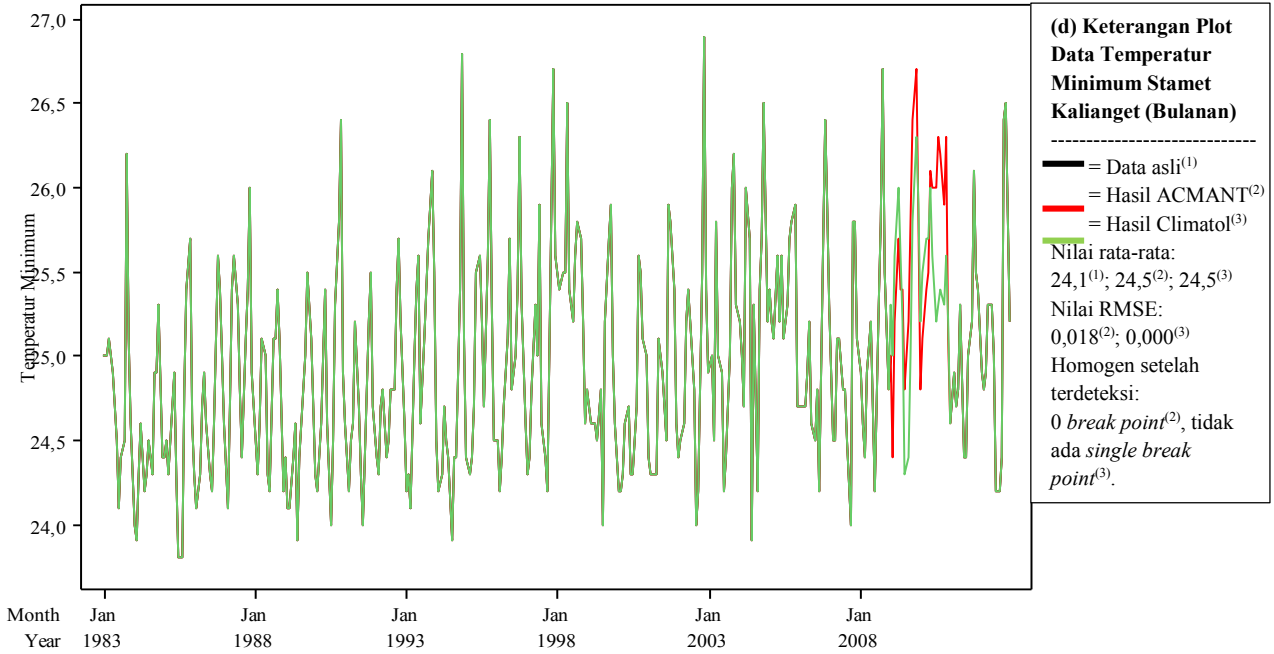
Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



Lanjutan Lampiran 6. Plot Data Asli, Data Hasil Homogenisasi ACMANT dan Climatol



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

1. Variabel penelitian yang dapat dihomogenkan dengan ACMANT yaitu Trata, Tmaks, Tmin dengan basis skala waktu harian dan bulanan. Untuk variabel CH harian dan bulanan tidak dapat dihomogenkan karena tidak ditemukannya unsur spasial dan temporal, dilihat dari nilai korelasi antar stasiun. Selisih nilai rata-rata keseluruhan sebesar 0,1 derajat Celcius lebih besar dari pada rata-rata keseluruhan data asli sebelum diken-dalikan.
2. Variabel penelitian yang dapat dihomogenkan dengan Climatol yaitu Trata, Tmaks, Tmin, dan CH dengan basis skala waktu bulanan. Untuk variabel dengan basis skala waktu harian tidak dapat dilakukan karena banyaknya gangguan yang ada pada data harian. Nilai rata-rata keseluruhan data hasil homogeniasi adalah sama dengan nilai rata-rata keseluruhan dat asli.
3. Sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa metode yang dapat mendeteksi *multiple break point* lebih unggul, maka pada penelitian ini terbukti bahwa ACMANT memberikan nilai CRMSE yang lebih kecil dari pada Climatol.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil Tugas Akhir yang telah dilakukan maka saran kepada peneliti selanjutnya adalah untuk lebih cermat pada proses screening data (pengendalian kualitas *basic*) karena masih terdapat banyak data yang bernilai sama dalam

satuan harian, bulanan, bahkan tahunan. Saran untuk BMKG yaitu metode ACMANT atau metode yang dapat mendeteksi *multiple break point* dapat menjadi alternatif metode yang dapat digunakan untuk menghohogenkan data temperatur dan curah hujan.

DAFTAR PUSTAKA

Aguilar, E., Auer, I., Brunet, M., Peterson, T.C., Wieringa, J. (2003). Guidelines on Climate Metadata And Homogenization. *In. Llansó, Paul (Ed.), WMO/TD* No. 1186, WCDMP No. 53. *Geneva: World Meteorogical Organization*.

Alexandersson, H., Moberg, A. (1997). Homogenization of Swedish Temperature Data. Part I: Homogeneity Test For Linear Trends. *International Journal Climatol.* 17 (1), 25–34.

Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht : Kluwer Academic Publisher.

Beaulieu, C., Seidou, O., Ourada, T. B. M. J., Zhang, X., Boulet, G., & Yagouti, A . (2008). Intercomparison of Homogenization Techniques for Precipitation Data. *Water Resources Research* VOL. 44, W02425, doi:10.1029/2006WR005615, 2008.

Daget J. (1979). Les Modèles Mathematiques En Écologie. *Collection d'Écologie* 8, 172 pp, Masson, Paris.

Domonkos, P. (2011a). Efficiency Evaluation for Detecting Inhomogeneities by Objective Homogenization Methods. *Theory Application Climatol* 105 (3-4), 455–467.

Domonkos, P., (2011b*).* Adapted Caussinus–Mestre Algorithm for Networks of Temperature Series (ACMANT). *Internatonal Journal Geosci.* 2 (03), 293–309.

Domonkos, P., Venema, V., Auer, I., Mestre, O., Brunetti, M. (2012). The Historical Pathway Towards More Accurate Homogenisation. *Advances in Science Research* 8 (1), 45-52.

Domonkos, P. (2013). Measuring Performances of Homo-Genization Methods. *Idojárás* 117(1), 91-112.

Domonkos, P. (2014). *Homogenization of precipitation time series with ACMANT*. Diakses 1 Februari 2015 dari http://dx.doi.org/10.1007/s00704-014-1298-5.

Domonkos, P. (2015). *ACMANT Homogenization Software: Manual Version 3.0*. Diakses 1 Februari 2015 dari http://www.c3. urv.cat/data.html.

Guijarro, Jose A. (2014). *User's Guide to Climatol*. Diakses 1 Februari 2015 dari State Meteorological Agency (AEMET), Balearic Islands Office, Spain website: http://www.climatol.eu/index.html

Isaaks, E. H., R. M. Srivastava. (1989). *Applied Geostatistics*. New York: Oxford University Press.

Nihayatin, L. Z. (2013). *Perbandingan Uji Homogenitas Runtun Data Curah Hujan sebagai Pra-Pemrosesan Kajian Perubahan Iklim*. Jurnal Sains dan Seni POMITS Vol. 2, No.2, (2013) 2337-3520.

Li, C.J. & Yan, Z. W. (2012). Progress in Research on Homogenization of Climate Data. *Advances In Climate Change Research* 3(2): 59{67, 2012. DOI: 10.3724/SP.J.1248.2012.00059.

Peterson, Thomas C., Easterling, D. R., Karl, T. R., Groisman, P., Nicholls, N., Plummer, N., dkk. (1998). Homogeneity Adjustments of in Situ Atmospheric Climate Data: A Review. *International Journal Climatol* 18: 1493–1517.

Paulhus J.L.H., Kohler M.A. (1952). Interpolation of Missing Precipitation Records Month. *Weath. Rev.*, 80:129-133.

Ribeiro, S., Caineta J., Costa, A.C. (2015). Review and Discussion of Homogenisation Methods for Climate Data. *Journal Physics and Chemistry Earth* (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2015.08.007

Sokal R.R., Rohlf P.J. (1969). *Introduction to Biostatistics*. 2nd edition. 363 pp. New York: W.H. Freeman.

Taufik, M. (2010). *Analisa Tren Iklim dan Ketersediaan Air Tanah di Palembang, Sumatra Selatan*. Jurnal Agromet 24 (1), hal: 42 – 49.

Venema, V. K. C., Mestre, O., Aguilar, E., Auer, L., Guijarro, J.A., Domonkos, P., dkk . (2012). Benchmarking Homogenization Algorithms for Monthly Data. *Clim. Past*, 8, 89–115, 2012.

WMO (World Meteorological Organization). (2002). *WMO Technical Document.* 1125, GCOS-76.

WMO. (2016). *Web Site of The Task Team on Homogenization*. Diakses pada 1 Februari 2010 dari www.climatol.eu/DARE

BMKG. (2014). *Tugas dan Fungsi BMKG*. Diakses pada 1 Februari 2010 dari website www.bmkg.go.id

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS

Penulis yang bernama lengkap Putri Juanita Wahab lahir di Kendal, Jawa Tengah pada tanggal 22 Juni 1994. Meskipun lahir di Kabupaten Kendal, penulis tumbuh dan dibesarkan di Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis adalah SD Negeri Singkalanyar 1 Prambon Nganjuk (2000-2006), MTs Negeri Tanjung Tani Prambon Nganjuk (2006-2009), dan SMA Negeri 1 Kediri (2009-2012). Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Statistika FMIPA ITS melalui jalur SNMPTN Undangan pada tahun 2012 dengan NRP 1312100022. Selain aktif dibidang akademik, penulis juga terlibat dalam berbagai organisasi kemahasiswaan. Beberapa pengalaman organisasi penulis, yaiu Anggota UKM Penalaran 2012/2013, *Volunteer Youth Environmental Leader Program* (YELP) 2013, *Volunteer Social Development* (SOSDEV) 2013, Staff FORSIS (Forum Mahasiswa Muslim Statistika ITS) 2013/2014, Staff Kementerian Sosial Masyarakat BEM ITS 2013/2014 Kabinet Muda Bersahabat, Asisten Dirjen Ruang Publik Kementerian Sosial Masyarakat BEM ITS 2014/2015 Kabinet Kolaborasi, dan Wakil Menteri II Kementerian Sosial Masyarakat BEM ITS 2015/2016 Kabinet Berani. Penulis pernah mengikuti beberapa forum nasional, yaitu President University *Leader Summit Program* tahun 2013 di Bekasi dan *Petrolium Inspiring Talk & Trip* (PITT) tahun 2015 oleh STT Akamigas di Cepu, Jawa Tengah. Kritik dan saran kepada penulis terkait Tugas Akhir ini dapat disampaikan melalui *email* wahabputri@gmail.com.