

ANALISIS INDIKASI PERUBAHAN IKLIM (HUJAN) DI WILAYAH KOTA SURAKARTA

Dyah Khoirun Nisa¹⁾, Siti Qomariyah²⁾, Solichin,³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: dyahkhoirunnisa.3292@gmail.com

Abstract

Rainy climate change is one of the factors of climate change. Surakarta is a city that is often experienced inundation/flooding in every rainy season. Research on changes of precipitation in the region of Surakarta is using data from four stations, namely: Adi Soemarmo airport, Pabelan, Weru, and Mojolaban. The purpose of this research is to know the rain data quality, aware of the influence of climate change on rainfall in each station and in the city of Surakarta. This study meggunakan test method, test the station between variants variants of each station, and test variants of rain areas. All of these methods is carried out by means of Test-F. Test of the average value of each station and rain region using Test-t. The test is done by looking at changes in rainfall in a single year. Test data kepenggaban the rain is done using methods of RAPS. The result is at variance test indicates that the station is Mojolaban and there is a difference Pabelan variant is significant. Test the variants between the stations indicated that no significant changes in all stations. To the average values of the test showed that the only difference that isn't Pabelan average value. And in the season indicates that the test in the test showed that the variant DJF, JJA, MAM-SON and there is no difference in Annual Total. The average values of the test showed that MAM-SON and annual disparity exists in total average value was significant. And data quality rain from the fourth such station and in the region of Surakarta city already meets the test of kepenggaban/consistency.

Keywords : Climate change, Rain, Surakarta

Abstrak

Perubahan iklim hujan merupakan salah satu faktor perubahan iklim. Kota Surakarta merupakan kota yang sering mengalami genangan/banjir di setiap musim hujan. Penelitian terhadap perubahan curah hujan di wilayah kota Surakarta ini menggunakan data dari 4 stasiun, yaitu : Bandara Adi Soemarmo, Pabelan, Weru, dan Mojolaban. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas data hujan, mengetahui adanya pengaruh perubahan iklim terhadap curah hujan di masing-masing stasiun dan di wilayah kota Surakarta. Penelitian ini meggunakan metode uji varian antar stasiun, uji varian masing-masing stasiun, dan uji varian hujan wilayah. Semua metode tersebut dilakukan dengan cara Uji-F. Uji nilai rata-rata masing-masing stasiun dan hujan wilayah menggunakan Uji-t. Uji musim dilakukan dengan melihat perubahan curah hujan dalam satu tahun. Uji kepenggaban data hujan dilakukan dengan menggunakan metode RAPS. Hasilnya adalah pada uji varian menunjukkan bahwa stasiun Pabelan dan Mojolaban terdapat perbedaan varian yang signifikan. Uji varian antar stasiun menunjukkan bahwa tidak ada perubahan signifikan di semua stasiun. Untuk uji nilai rata-rata menunjukkan bahwa hanya Pabelan yang tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata. Dan di uji musim menunjukkan bahwa di uji varian menunjukkan bahwa DJF, JJA, MAM-SON dan Total Tahunan tidak terdapat perbedaan. Uji nilai rata-rata menunjukkan bahwa MAM-SON dan total tahunan terdapat perbedaan nilai rata-rata yang signifikan. Dan kualitas data hujan dari ke-empat stasiun tersebut dan di wilayah kota Surakarta sudah memenuhi uji kepenggaban/konsistensi.

Kata kunci : Perubahan Iklim, Hujan, Surakarta

PENDAHULUAN

Perubahan iklim dapat menyebabkan terjadinya perubahan cuaca yang ekstrim. Faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan iklim tersebut antara lain : angin, suhu, kelembaban dan hujan. Dampak dari perubahan iklim tersebut dapat menyebabkan kenaikan temperatur air laut, perubahan aliran sungai, kenaikan muka air laut, perubahan pola sirkulasi angin, dan perubahan distribusi hujan. Kota Surakarta merupakan kota dalam lingkup DAS Bengawan Solo dengan perubahan curah hujan yang signifikan, sehingga perlu adanya penelitian terhadap wilayah tersebut. Tujuan dari penelitian terhadap curah hujan di kota Surakarta adalah untuk mengetahui kualitas hujan yang terjadi di wilayah kota Surakarta serta mengetahui adanya pengaruh perubahan iklim terhadap curah hujan di masing-masing stasiun dan di wilayah kota Surakarta. Data hujan diperoleh dari 4 stasiun, yaitu stasiun curah hujan Bandara Adi Soemarmo, Pabelan Weru dan Mojolaban. Data hujan masing-masing diperoleh 21 tahun (1992-2012). Pemilihan stasiun hujan juga berdasarkan lokasinya yang paling dekat dengan wilayah kota Surakarta, sehingga bisa merepresentasikan kondisi hujan wilayah.

LANDASAN TEORI

Hujan adalah suatu fenomena alam yang kejadiannya begitu acak baik waktu, lokasi, dan besarnya, sehingga sulit diperkirakan. Hujan yang diperhatikan dalam analisis adalah hujan yang tercatat pada stasiun pencatat hujan yang berada dalam DAS yang ditinjau.

Kualitas Data Hujan

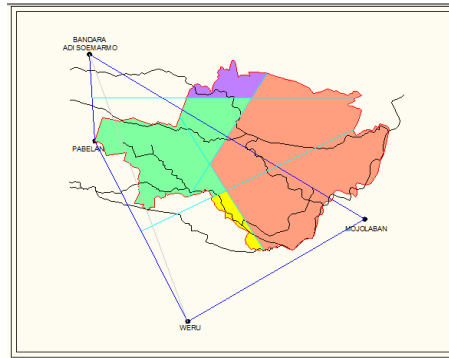
Kualitas data sangat menentukan hasil analisis yang dilakukan. Hasil pengumpulan data, seperti kelengkapan dan panjang data yang tersedia juga mempunyai peranan yang cukup besar.

Kepanggahan Data Hujan

Uji kepanggahan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Bila Q/\sqrt{n} yang didapat lebih kecil dari nilai kritik untuk tahun dan *confidence level* yang sesuai, maka data dinyatakan panggah.

Metode Thiessen

Metode Thiessen ini berdasarkan rata-rata timbang (*weighted average*). Metode ini sering digunakan pada analisis hidrologi karena lebih teliti dan obyektif. Cara nya adalah dengan memasukkan faktor pengaruh daerah yang mewakili oleh stasiun hujan yang disebut Koefisien Thiessen. Setelah luas pengaruh tiap-tiap stasiun didapat, maka Koefisien Thiessen dapat dihitung.



Gambar 1. Poligon Thiessen

Uji Varian Satu Set Sampel

Metode ini adalah untuk membandingkan varian antara 2 periode data hujan dari masing-masing stasiun. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\chi^2 = \frac{dk \cdot \ln \left[\frac{\frac{1}{dk} \sum_{i=1}^{k+1} dki \cdot si^2}{1 + \frac{1}{3k} \left(\sum_{i=1}^{k+1} \frac{1}{dki} \right) - \frac{1}{dk}} \right] - \left[\sum_{i=1}^{k+1} dki \cdot \ln si^2 \right]}{\dots} \dots \dots [1]$$

$$dk = \sum_{i=1}^{k+1} dki \dots \dots \dots [2]$$

Keterangan:

- i = periode ke 1,2, ..., n.
- ln = logaritma natural
- dk = derajat kebebasan

Keputusan:

Apabila χ^2 yang dihitung ternyata lebih besar dari pada χ^2 tabel, maka hipotesis nol yang dibuat ditolak dan menerima hipotesis alternatif.

Uji Varian Populasi

Metode ini adalah untuk membandingkan varian antar stasiun hujan. Dengan rumus sebagai berikut:

$$f(F) = c \left\{ \frac{\frac{(dk_1)}{F^{2-1}}}{(dk_2 + dk_1 F) \frac{(dk_1 + dk_2)}{2}} \right\} \dots \dots \dots [3]$$

$$c = \frac{(dk_1)^{dk_1/2} (dk_2)^{dk_2/2} \Gamma \left\{ \frac{(dk_1 + dk_2)}{2} \right\}}{\Gamma \left(\frac{dk_1}{2} \right) \Gamma \left(\frac{dk_2}{2} \right)} \dots \dots \dots [4]$$

$$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} \dots \dots \dots [5]$$

Keterangan:

- f(F) = fungsi distribusi F.
- F = perbandingan F.

- dk = derajat kebebasan
- Γ = fungsi gamma.
- N = jumlah kelompok
- S = deviasi standar

Uji Nilai Rata-Rata

Metode ini adalah untuk membandingkan varian antara 2 periode data hujan dari masing-masing stasiun. Dengan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sigma \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}} \dots\dots\dots [6]$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}} \dots\dots\dots [7]$$

Keterangan:

- t = variabel-t terhitung
- \bar{X}_1 = rata-rata hitung sampel
- N = jumlah sampel set ke 1
- S² = varian sampel
- dk = derajat kebebasan

Keputusan:

Apabila t terhitung lebih besar dari nilai kritis tc, (lihat tabel terlampir) pada derajat kepercayaan (α) tertentu, maka kedua sampel yang diuji tidak berasal dari populasi yang sama.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan uji kepanggahan dengan metode RAPS dan melakukan pengujian data dengan beberapa analisis statistik, yaitu : uji varian (uji F), uji varian antar stasiun (uji F), uji nilai rata rata (uji t), dan uji musim dalam 1 tahun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kepanggahan

Uji Kepanggahan dengan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*), data hujan panggh apabila :

$$\frac{Q_{abs(maks)}}{\sqrt{n}} < \text{nilai QRAPS}_{K_{kritik}} = 1,100 (90\%)$$

➤ Nilai Kritik

N	90%	95%	99%
20	1,100	1,220	1,420

Tabel 1 Data Curah Hujan Tahunan

Tahun	Adi Sumarmo	Pabelan	Weru	Mojolaban
1992	2425,42	2131,65	2645	2148
1993	2258,20	2414,70	2370	0
1994	2793,10	2641,41	1967	0
1995	1807,20	2576,00	2746	1867
1996	1417,12	2247,00	1682	2068
1997	2290,10	1292,00	1806	1402
1998	2299,13	2953,50	2269	1522
1999	1808,60	1834,50	2030	0
2000	2392,90	1528,00	1874	1788
2001	1708,40	1398,50	1303	1728
2002	1711,60	1015,00	1555	835
2004	4421,30	2522,50	711	873

2006	2316,60	2239,00	1143	1676
Tahun	Adi Sumarmo	Pabelan	Weru	Mojolaban
2008	2223,00	2425,50	1900	2494
2009	3477,50	2044,50	1278	1020
2010	2551,60	3136,00	2646	877
2011	2976,80	2243,00	2150	605
2012	2041,70	2227,00	1406	1041
Jumlah	51264,07	44647,76	37363,00	27851,00
Rata-rata	2563,20	2232,39	1868,15	1392,55

➤ Contoh perhitungan untuk stasiun hujan Weru tahun 1992 :

$$\begin{aligned}
 \text{Hujan (i)} &= 2645 \\
 \text{Hujan (i) rerata selama 10 tahun} &= \frac{37363}{20} = 1868,15 \\
 \text{SK} = (i) - \bar{X} &= 2645 - 1868,15 = 776,85 \\
 \text{SK Kumulatif} &= 0,000 + 776,85 = 776,85 \\
 \text{Standar deviasi} &= 576,71 \\
 \text{SK}^{**} &= \frac{776,85}{576,71} = 1,35 \\
 |SK^{**}| &= 1,35
 \end{aligned}$$

a. Bandara Adi Soemarmo

Berdasarkan perhitungan di atas, $Q/\sqrt{n} = 0,59 < 1,100$, hasil ini menunjukkan data hujan pada stasiun hujan Bandara Adi Soemarmo pangkah.

b. Pabelan

Berdasarkan perhitungan di atas, $Q/\sqrt{n} = 0,492 < 1,100$, hasil ini menunjukkan data hujan pada stasiun hujan Pabelan pangkah.

c. Weru

Berdasarkan perhitungan di atas, $Q/\sqrt{n} = 0,448 < 1,100$, hasil ini menunjukkan data hujan pada stasiun hujan Weru pangkah.

d. Mojolaban

Berdasarkan perhitungan di atas, $Q/\sqrt{n} = 0,579 < 1,100$, hasil ini menunjukkan data hujan pada stasiun hujan Mojolaban pangkah.

1. Uji Varian

Periode 1 dan 2 tidak terdapat perbedaan varian yang nyata apabila $\chi^2 > 3,841$ (dari tabel Chi Kuadrat).

➤ Contoh Perhitungan :

Data hujan bandara Adi Soemarmo periode 1

$$\begin{aligned}
 X_1 &= 2425,42 \\
 \bar{X} &= 2165,75 \\
 (X_i - \bar{X}) &= (2425,42 - 2165,75) \\
 &= 259,67 \\
 (X_i - \bar{X})^2 &= (2425,42 - 2165,75)^2 \\
 &= 67427,35 \\
 S &= \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 / (N-1)} \\
 &= 413,97 \\
 \text{Varian (S}^2\text{)} &= 171369,36
 \end{aligned}$$

a. Hujan Wilayah

$\chi^2 = 38,8 > 3,841$, sehingga 95% terdapat perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2.

b. Bandara Adi Soemarmo

$\chi^2 = 38,8 > 3,841$, sehingga 95% terdapat perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2.

c. Pabelan

$\chi^2 = 3,07 > 3,841$, sehingga 95% tidak terdapat perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2.

d. Weru

$\chi^2=38,8 > 3,841$, sehingga 95% terdapat perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2.

e. Mojolaban

$\chi^2=1,88 > 3,841$, sehingga 95% tidak terdapat perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2.

2. Uji Varian Antar Stasiun

Stasiun 1 dan 2 tidak terdapat perbedaan varian yang nyata F terhitung $< F$ tabel = 2,19, sehingga H_0 dapat diterima.

➤ Contoh Perhitungan

- Bandara
 $N_1 = 18$
 $S_1 = 720,83$
- Pabelan
 $N_1 = 18$
 $S_1 = 756,72$
- Uji F
$$F = \frac{N_1 \times S_1^2 \times (N_2 - 1)}{N_2 \times S_2^2 \times (N_1 - 1)}$$
$$= 0,91$$

a. Bandara Adi Soemarmo dan Pabelan

Karena F terhitung = 0,91 $< F$ tabel = 2,19 maka H_0 dapat diterima. Sehingga 95% benar bahwa varian curah hujan di Bandara Adi Soemarmo dan Pabelan tidak ada beda nyata.

b. Bandara Adi Soemarmo dan Mojolaban

Karena F terhitung = 0,91 $< F$ tabel = 2,19 maka H_0 dapat diterima. Sehingga 95% benar bahwa varian curah hujan di Bandara Adi Soemarmo dan Mojolanban tidak ada beda nyata.

c. Weru dan Pabelan

Karena F terhitung = 0,81 $< F$ tabel = 2,19 maka H_0 dapat diterima. Sehingga 95% benar bahwa varian curah hujan di Weru dan Pabelan tidak ada beda nyata.

d. Bandara Adi Soemarmo dan Weru

Karena F terhitung = 1,05 $< F$ tabel = 2,19 maka H_0 dapat diterima. Sehingga 95% benar bahwa varian curah hujan di Bandara Adi Soemarmo dan Weru tidak ada beda nyata.

e. Mojolaban dan Pabelan

Karena F terhitung = 0,76 $< F$ tabel = 2,19 maka H_0 dapat diterima. Sehingga 95% benar bahwa varian curah hujan di Mojolaban dan Pabelan tidak ada beda nyata.

f. Mojolaban dan Weru

Karena F terhitung = 1,61 $< F$ tabel = 2,19 maka H_0 dapat diterima. Sehingga 95% benar bahwa varian curah hujan di Mojolaban dan Weru tidak ada beda nyata.

3. Uji Nilai Rata-Rata

Periode 1 dan 2 tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata apabila H_0 diterima apabila $-t_c < t < t_c$ ($t_c=2,120$).

➤ Contoh Perhitungan :

Data hujan bandara Adi Soemarmo periode 1

$$\begin{aligned} X_1 &= 2425,42 \\ \bar{X} &= 2165,75 \\ (X_i - \bar{X}) &= (2425,42 - 2165,75) \\ &= 259,67 \\ (x_i - \bar{X})^2 &= 67427,35 \\ \sigma &= \sqrt{(N_1 \times S_1^2) + (N_2 \times S_2^2) / (N_1 + N_2)} \\ &= 676,28 \end{aligned}$$

a. Hujan Wilayah

$H_0 = -2,120 < 1,58 < 2,120$, maka H_0 dapat diterima pada derajat kepercayaan 5%, maka 95% benar bahwa tidak terdapat beda nyata antara periode 1 dan periode 2.

b. Bandara Adi Soemarmo

$H_0 = -2,120 < 2,26 < 2,120$, maka H_0 tidak dapat diterima pada derajat kepercayaan 5%, maka 95% benar bahwa terdapat beda nyata antarperiode 1 dan periode 2.

c. Pabelan

$H_0 = -2,120 < 0,98 < 2,120$, maka H_0 dapat diterima pada derajat kepercayaan 5%, maka 95% benar bahwa tidak ada beda nyata antara periode 1 dan periode 2.

d. Weru

$H_0 = -2,120 > -2,34 < 2,120$, maka H_0 tidak dapat diterima pada derajat kepercayaan 5%, maka 95% benar bahwa terdapat beda nyata antara periode 1 dan periode 2.

e. Mojolaban

$H_0 = -2,120 < -0,42 < 2,120$, maka H_0 dapat diterima pada derajat kepercayaan 5%, maka 95% benar bahwa tidak terdapat beda nyata antara periode 1 dan periode 2.

4. Uji Musim

Untuk melihat kemungkinan terjadinya perubahan curah hujan pada musim dalam 1 tahun maka dilakukan uji dengan melihat pergantian musim yang berguna untuk membandingkan kedua periode curah hujan yang dipilih. Untuk uji ini dipilih data hujan Bandara Adi Soemarmo, karena memiliki data hujan yang panjang dan data hujan ini lebih akurat karena dihitung setiap 3 jam sekali. Pada uji varian tidak terdapat perbedaan antar 2 periode, pada uji nilai rata-rata terdapat perbedaan tetapi tidak terlalu signifikan dan pada uji varian antar stasiun bandara Adi Soemarmo tidak terdapat perbedaan nyata dengan stasiun lainnya. Untuk lebih menajamkan analisis maka dilakukan pengujian dalam periode basah DJF (Desember- Januari-Februari), periode kering JJA (Juni-Juli-Agustus), periode peralihan gabungan MAM-SON (Maret-April-Mei-September-Oktober-November), dan Total tahunan.

5. Hasil Rekap Semua Jenis Uji Analisis Statistik

a. Uji Varian

Nama Stasiun	Uji Varian
Bandara Adi Soemarmo	95% tidak ada perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2
Pabelan	95% ada perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2
Weru	95% tidak ada perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2
Mojolaban	95% ada perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2
Hujan Wilayah	95% ada perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2

b. Uji Varian Antar Stasiun

Nama Stasiun	Uji Varian Antar Stasiun
Bandara Adi Soemarmo dan Pabelan	95% benar bahwa varian curah hujan di Bandara Adi Soemarmo dan Pabelan tidak mempunyai beda nyata
Bandara Adi Soemarmo dan Mojolaban	5% benar bahwa varian curah hujan di Bandara Adi Soemarmo dan Mojolaban tidak mempunyai beda nyata
Weru dan Pabelan	95% benar bahwa varian curah hujan di Weru dan Pabelan tidak mempunyai beda nyata
Bandara Adi Soemarmo dan Weru	95% benar bahwa varian curah hujan di Bandara Adi Soemarmo dan Weru tidak mempunyai beda nyata
Mojolaban dan Pabelan	95% benar bahwa varian curah hujan di Mojolaban dan Pabelan tidak mempunyai beda nyata
Mojolaban dan Weru	95% benar bahwa varian curah hujan di Mojolaban dan Weru tidak mempunyai beda nyata

c. Uji Nilai Rata-Rata

Nama Stasiun	Uji Nilai Rata-Rata
Bandara Adi Soemarmo	95% terdapat perbedaan nyata pada periode 1 dan periode 2
Pabelan	95% tidak terdapat perbedaan nyata pada periode 1 dan periode 2
Weru	95% terdapat perbedaan nyata pada periode 1 dan periode 2
Mojolaban	95% terdapat perbedaan nyata pada periode 1 dan periode 2
Hujan Wilayah	95% terdapat perbedaan nyata pada periode 1 dan periode 2

d. Uji Varian Musim

Musim	Uji Varian
Total Tahunan	95% tidak terdapat perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2
Bulan Basah (DJF)	95% tidak terdapat perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2

Bulan Kering (JJA)	95% tidak terdapat perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2
Bulan Peralihan (MAM-SON)	95% tidak terdapat perbedaan varian pada periode 1 dan periode 2

e. Uji Nilai Rata-Rata Musim

Musim	Uji Nilai Rata-Rata
Total Tahunan	95% terdapat perbedaan nilai rata-rata pada periode 1 dan periode 2
Bulan Basah (DJF)	95% tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata pada periode 1 dan periode 2
Bulan Kering (JJA)	95% tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata pada periode 1 dan periode 2
Bulan Peralihan (MAM-SON)	95% terdapat perbedaan nilai rata-rata pada periode 1 dan periode 2

SIMPULAN

Dari seluruh pengujian, analisis data, dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Kualitas data dari ke-empat stasiun dinyatakan memenuhi uji kepangghahan/konsistensi.
- Hasil uji terhadap masing-masing stasiun menunjukkan bahwa pada uji varian stasiun Pabelan dan Mojolaban terdapat perbedaan varian yang signifikan. Uji varian antar stasiun menunjukkan bahwa tidak ada perubahan signifikan di semua stasiun.
Untuk uji nilai rata-rata menunjukkan bahwa hanya Pabelan yang tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata. Dan di uji musim menunjukkan bahwa di uji varian menunjukkan bahwa DJF, JJA, MAM-SON dan Total Tahunan tidak terdapat perbedaan. Uji nilai rata-rata menunjukkan bahwa MAM-SON dan total tahunan terdapat perbedaan nilai rata-rata yang signifikan.
- Hasil uji terhadap hujan di wilayah kota Surakarta menunjukkan bahwa pada uji varian tidak terdapat perbedaan nilai varian dan pada uji nilai rata-rata terdapat perbedaan yang signifikan antar kedua periode.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Ir. Siti Qomariyah, MT dan Ir. Solichin, MT yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Armi Susandi, dkk., 2008, *Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketinggian Muka Laut Di Wilayah Banjarmasin*. Jurnal Ekonomi Lingkungan Vol.12/No.2/2008.
- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Jogjakarta.
- Dunne, dkk, 2008, *The impacts of climate change on hydrology in Ireland*. University College, Dublin, Ireland.
- Latifa Tunnsa, 2013, *Potensi Banjir Di Das Sivalub Menggunakan Metode Soil Conservation Service Dan Soil Conservation Service Modifikasi Sub Dinas Pengairan Jateng*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- RopriNurhidayah, 2010, *Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Di Sub DasAlang* Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Mamok Soeprapto ,2008, *Pemodelan Pengelolaan Aliran Rendah Dengan PendekatanHidrologi Elementer*. Disertasi, UGM, Yogyakarta.
- Sri Harto Br, 1993, *Analisis Hidrologi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Soewarno, 2014, *Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisis Data Jilid 2*. Penerbit Nova, Bandung
- Winda Agustin, 2010, *Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Di Sub Das Keduang*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- YunieWiyasri, 2010, *Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Di Sub Das Temon Dan Wuryantoro*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta