

**Prediksi Neraca Air DAS Tirtomoyo Dengan Metode GR2M
Berdasarkan Hujan Debit 15 Harian Tahun 2018**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret*



Disusun oleh :
Ridwan Kresna Bayu
I0114102

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

Prediksi Neraca Air DAS Tirtomoyo Dengan Metode GR2M Berdasarkan Hujan Debit 15 Harian Tahun 2018



Disusun Oleh:

Ridwan Kresna Bayu
NIM. I0114102

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Rr. Rintis Hadiani, M.T.
NIP. 196301201988032002

Ir. Solichin, M.T.
NIP. 196001101988031002

HALAMAN PENGESAHAN

Prediksi Neraca Air DAS Tirtomoyo Dengan Metode *GR2M* Berdasarkan Hujan Debit 15 Harian Tahun 2018

Disusun Oleh:

Ridwan Kresna Bayu
NIM. I0114102

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 24 Oktober 2018

Tim Penguji

Nama/NIP

Tanda Tangan

Dr. Ir. Rr. Rintis Hadiani, M.T.
NIP. 196301201988032002

.....

Ir. Solichin, M.T.
NIP. 196001101988031002

.....

Cahyono Ikhsan, S.T., M.T
NIP. 197009071997021001

.....

Ir. Adi Yusuf Muttaqien, M.T.
NIP. 195811271988031001

.....

Disahkan,
Tanggal :
Kepala Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

Wibowo, ST, DEA
NIP. 196810071995021001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada kemudahan.

Maka apabila kau telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.

Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(Q.S Al Insyirah : 5-8)



Tugas akhir ini kupersembahkan untuk:

Ayahku Agung Prabowo

Ibuku Tanti Ratnawati

Adikku Salma Mutiarani

ABSTRAK

Ridwan Kresna Bayu, Rintis Hadiani, Solichin, 2018. **Prediksi Neraca Air DAS Tirtomoyo Dengan Metode GR2M Berdasarkan Hujan Debit 15 Harian Tahun 2018**. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Pengelolaan air diperlukan untuk menjaga ketersediaan air di suatu DAS (Daerah Aliran Sungai). Kebutuhan air di suatu DAS terpenuhi apabila ketersediaan air tercukupi. Perlu diketahui neraca air yang terjadi agar pengelolaan air dapat dilakukan secara optimal.

Penelitian ini dilakukan di DAS Tirtomoyo. Penelitian ini menganalisis debit andalan dengan metode *GR2M*. Metode *GR2M* jarang digunakan untuk menghitung debit di Indonesia, walaupun hanya menggunakan dua parameter, yaitu kapasitas simpanan kelembaban tanah dan koefisien penyerapan tanah.

Hasil menunjukkan bahwa ketersediaan air di DAS Tirtomoyo tidak dapat memenuhi seluruh kebutuhan air di tahun 2018. Defisit air terbesar terjadi pada bulan April periode 15 harian ke dua sebesar $-8,2848 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan surplus air terbesar terjadi pada bulan Februari periode 15 harian ke dua sebesar $8,1220 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Kata Kunci: neraca air, *GR2M*, DAS Tirtomoyo

ABSTRACT

Ridwan Kresna Bayu, Rintis Hadiani, Solichin, 2018. *Prediction of Water Balance in Tirtomoyo Watershed with GR2M Method Based on 15 Daily Period of Rain in 2018*. Thesis. Department of Civil Engineering. Faculty of Engineering. Sebelas Maret University. Surakarta.

Water management is needed to maintain water availability in a watershed. Water requirement in a watershed are met if availability water is provided. It is necessary to know the water balance that occurs so that water management can be carried out optimally.

This research was carried out in the Tirtomoyo watershed. This study analyzes the mainstay discharge with GR2M method. GR2M method is still rarely used to calculate water discharge in Indonesia, although only using two parameters, namely soil moisture capacity and coefficient of soil infiltration.

The results show that water availability in Tirtomoyo watershed can not fulfill the water needs in 2018. The biggest deficit occurred in the second 15 daily period of April namely $-8,2848 \text{ m}^3/\text{second}$ and the biggest surplus occurred in the second 15 daily period of February namely $8,1220 \text{ m}^3/\text{second}$.

Keywords: water balance, GR2M, Tirtomoyo watershed

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penelitian dengan judul *Prediksi Neraca Air DAS Tirtomoyo Dengan Metode GR2M Berdasarkan Hujan Debit 15 Harian Tahun 2018*. Penelitian ini merupakan persyaratan akademik untuk meraih gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penelitian ini mengangkat tema neraca air, debit andalan untuk ketersediaan air dapat dihitung dengan beberapa metode. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *GR2M* yang masih jarang digunakan di Indonesia.

Dalam penyusunan laporan ini, peneliti banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Rr. Rintis Hadiani, MT selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberi pengarahan selama penyusunan skripsi.
2. Ir. Solichin, MT selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberi pengarahan selama penyusunan skripsi.
3. Seluruh rekan-rekan mahasiswa S1 Regular Teknik Sipil UNS angkatan 2014.
4. Seluruh pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu kelancaran tugas kerja hingga terwujudnya laporan ini.

Penyusun menyadari keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penyusun miliki sehingga masih ada kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata semoga skripsi ini bermanfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca umumnya.

Surakarta, September 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Dasar Teori	9
2.2.1. DAS.....	9
2.2.2. Data klimatologi.....	9
2.2.3. Mengisi data hilang.....	9
2.2.4. Kepanggahan data	10
2.2.5. Hujan wilayah	10
2.2.6. Prediksi hujan wilayah	11
2.2.7. Debit andalan	11
2.2.8. Evapotranspirasi.....	12
2.2.9. Kebutuhan air irigasi	13
2.2.10. Kebutuhan air rumah tangga, perkotaan dan industri (RKI)	18
2.2.11. Kebutuhan air peternakan.....	19
2.2.12. Kebutuhan air perikanan.....	19

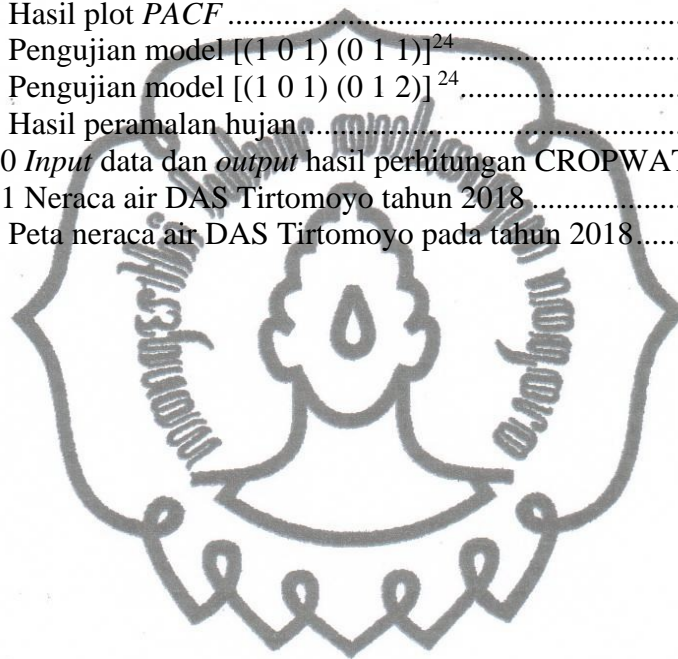
2.2.13.	Kebutuhan air pemeliharaan sungai	20
2.2.14.	Perhitungan debit dengan metode GR2M	20
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		23
3.1.	Metode Penelitian.....	23
3.2.	Lokasi Penelitian	23
3.3.	Data Penelitian.....	23
3.4.	Alat yang Digunakan.....	24
3.5.	Teknis Pengolahan Data.....	24
3.5.1.	Pengumpulan data	24
3.5.2.	Pengolahan peta	24
3.5.3.	Pengolahan data klimatologi.....	24
3.5.4.	Pengolahan data hujan.....	24
3.5.5.	Perhitungan debit dengan metode GR2M 15-harian	25
3.5.6.	Neraca air yang terjadi	25
3.6.	Diagram Alir Penelitian.....	26
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		27
4.1.	Data Hujan.....	27
4.2.	Uji Kepanggahan Data	27
4.3.	Hujan Wilayah.....	29
4.4.	Prediksi Hujan	31
4.5.	Evapotranspirasi	37
4.6.	Debit Lapangan	38
4.7.	Perhitungan Debit Metode GR2M	39
4.8.	Debit Andalan.....	41
4.9.	Analisis Kebutuhan Sumberdaya Air	43
4.8.1.	Kebutuhan air irigasi	43
4.8.2.	Kebutuhan air rumah tangga, perkotaan dan industri (RKI).....	50
4.8.3.	Kebutuhan air untuk peternakan	52
4.8.4.	Kebutuhan air untuk perikanan	52
4.8.5.	Kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai.....	52
4.10.	Neraca Air.....	56
4.11.	Pembahasan	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		59
5.1.	Kesimpulan.....	59

5.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62



DAFTAR GAMBAR

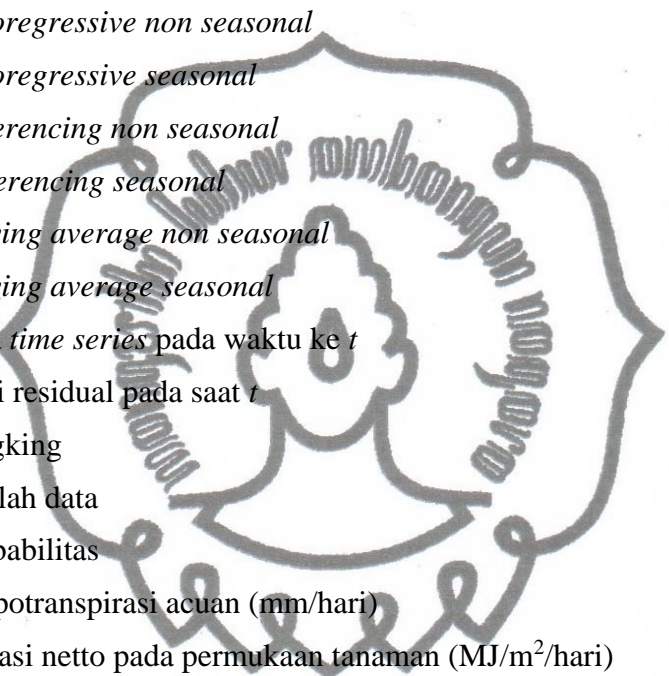
Gambar 1.1 Lokasi DAS Tirtomoyo	2
Gambar 2.1 Model <i>GR2M</i>	21
Gambar 3.1 Peta Wilayah DAS Tirtomoyo	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1 Kurva massa ganda data hujan DAS Tirtomoyo	28
Gambar 4.2 Poligon Thiessen DAS Tirtomoyo	29
Gambar 4.3 Hasil Akhir Poligon Thiessen DAS Tirtomoyo	30
Gambar 4.4 Pola data hujan	32
Gambar 4.5 Hasil plot <i>ACF</i>	33
Gambar 4.6 Hasil plot <i>PACF</i>	33
Gambar 4.7 Pengujian model $[(1 \ 0 \ 1) \ (0 \ 1 \ 1)]^{24}$	34
Gambar 4.8 Pengujian model $[(1 \ 0 \ 1) \ (0 \ 1 \ 2)]^{24}$	35
Gambar 4.9 Hasil peramalan hujan	36
Gambar 4.10 <i>Input</i> data dan <i>output</i> hasil perhitungan CROPWAT	38
Gambar 4.11 Neraca air DAS Tirtomoyo tahun 2018	57
Gambar 5.1 Peta neraca air DAS Tirtomoyo pada tahun 2018	60



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Novelty Penelitian Ketersediaan Air di DAS Tirtomoyo	5
Tabel 2.2 Harga-harga Koefisien Tanaman Padi	15
Tabel 2.3 Koefisien Beberapa Tanaman Tengah Bulanan Sesuai dengan Perhitungan ET Menurut FAO	15
Tabel 2.4 Koefisien curah hujan rata-rata bulanan dengan ET tanaman palawija rata-rata bulanan dan curah hujan rata-rata bulanan.....	16
Tabel 2.5 Kebutuhan air bersih individu.....	18
Tabel 2.6 Kebutuhan air untuk ternak.....	19
Tabel 2.7 Parameter GR2M	21
Tabel 3.1 Simbol warna neraca air.....	21
Tabel 4.1 Hasil uji pangkah data hujan DAS Tirtomoyo.....	28
Tabel 4.2 Koefisien Thiessen stasiun hujan.....	30
Tabel 4.3 Rekapitulasi hujan wilayah	31
Tabel 4.4 Rekapitulasi prediksi hujan pada tahun 2018	36
Tabel 4.5 Rekapitulasi debit bulanan dan ranking yang dipilih untuk Q80.....	41
Tabel 4.6 Debit andalan	42
Tabel 4.7 Rekapitulasi urutan data curah hujan rata-rata dari yang terbesar sampai terkecil dan ranking yang dipilih	43
Tabel 4.8 Hujan 15-harian dari ranking yang dipilih.....	44
Tabel 4.9 Rekapitulasi curah hujan efektif untuk padi	45
Tabel 4.10 Rekapitulasi curah hujan efektif untuk palawija.....	46
Tabel 4.11 Rekapitulasi perhitungan kebutuhan air untuk pengolahan lahan	47
Tabel 4.12 Rekapitulasi kebutuhan air irigasi untuk padi.....	49
Tabel 4.13 Rekapitulasi kebutuhan air irigasi untuk palawija	50
Tabel 4.14 Rekapitulasi debit bulanan dan ranking yang dipilih.....	53
Tabel 4.15 Rekapitulasi kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai.....	54
Tabel 4.16 Rekapitulasi kebutuhan air.....	55
Tabel 4.17 Neraca air DAS Tirtomoyo	56

DAFTAR NOTASI



p_x	= hujan yang hilang di stasiun x
p_i	= data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama
L_i	= jarak antar stasiun
P	= tebal hujan
A	= luas wilayah polygon Thiessen
$\phi_p(B)$	= <i>autoregressive non seasonal</i>
$\Phi_P(B^S)$	= <i>autoregressive seasonal</i>
$(1-B)^d$	= <i>differencing non seasonal</i>
$(1-B^S)^D$	= <i>differencing seasonal</i>
$\theta_q(B)$	= <i>moving average non seasonal</i>
$\Theta_Q(B^S)$	= <i>moving average seasonal</i>
Z_t	= data <i>time series</i> pada waktu ke t
a_t	= nilai residual pada saat t
R	= rangking
N	= jumlah data
p	= probabilitas
ETo	= evapotranspirasi acuan (mm/hari)
R_n	= radiasi netto pada permukaan tanaman (MJ/m ² /hari)
G	= kerapatan panas terus-menerus pada tanah (MJ/m ² /hari)
T	= temperatur harian rata-rata pada ketinggian 2 m (°C)
u_2	= kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s)
e_s	= tekanan uap jenuh (kPa)
e_a	= tekanan uap aktual (kPa)
D	= kurva kemiringan tekanan uap (kPa/°C)
g	= konstanta psychrometric (kPa/°C)
NFR	= kebutuhan bersih air irigasi (m ³)
Etc	= kebutuhan air konsumtif (mm/hari)
WLR	= kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (mm/hari)
p	= perkolasi (mm/hari)
Re	= hujan efektif (mm/hari)
DR	= kebutuhan bersih air disumber pengambilan (mm/hari)

e_f	= efisiensi irigasi
IR	= Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)
M	= Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang telah dijenuhkan (mm/hari)
E_o	= evaporasi didaerah terbuka (mm/hari)
T	= jangka waktu penyiapan air (hari)
S	= kebutuhan air untuk penjenhuan ditambah dengan lapisan air 50 mm
k_c	= koefisien tanaman
Re	= curah hujan efektif (mm/hari)
R_{80}	= curah hujan rata-rata tengah bulanan dengan kemungkinan tidak terpenuhi 20%
P_n	= jumlah penduduk setelah n tahun ke depan
P_o	= jumlah penduduk pada tahun awal
r	= angka pertumbuhan penduduk
n	= jangka waktu dalam tahun
Q_e	= kebutuhan air untuk ternak (l/hari)
$q_{(1)}$	= kebutuhan air untuk sapi, kerbau, dan kuda (l/ekor/hari)
$q_{(2)}$	= kebutuhan air untuk kambing dan domba (l/ekor/hari)
$q_{(3)}$	= kebutuhan air untuk unggas (l/ekor/hari)
$P_{(1)}$	= jumlah sapi, kerbau, dan kuda (ekor)
$P_{(2)}$	= jumlah kambing dan domba (ekor)
$P_{(3)}$	= jumlah unggas (ekor)
Q_{fp}	= kebutuhan air untuk perikanan (m^3 /hari)
$q_{(fp)}$	= kebutuhan air untuk pembilasan (l/hari/ha)
$A_{(fp)}$	= luas kolam ikan (ha)
S_1	= kelengasan tanah akibat presipitasi (mm/bulan)
S_0	= kelengasan awal tanah (mm/bulan). nilai kelengasan awal tanah untuk bulan pertama perhitungan maksimal sebesar X_1 , sedangkan nilai kelengasan awal tanah untuk bulan lain sebesar S pada bulan sebelumnya (mm/bulan)
P	= curah hujan bulanan (mm/bulan)
X_1	= kelengasan maksimum tanah (mm/bulan)
S_2	= kelengasan tanah akibat presipitasi dan evapotranspirasi (mm/bulan)
ETP	= evapotranspirasi
P_1	= aliran permukaan (mm/bulan)
X_1	= kelengasan maksimum tanah (mm/bulan)
S_a	= kelengasan tanah akibat infiltrasi ke lapisan tanah (mm/bulan)
P_2	= kedalaman hujan akibat pengurangan S_2-S (mm/bulan)

P_3 = kedalaman hujan total (P_1+P_2) (mm/bulan)
 R = nilai *routing* (mm/bulan)
 Q = debit *runoff* (mm/bulan)

