

SKRIPSI

**STUDI PERUBAHAN CURAH HUJAN BULANAN
DAN HUJAN RENCANA DI WILAYAH BANDUNG
RAYA**



**JASSYND A MUTIARA
NPM : 2014410065**

PEMBIMBING: Doddi Yudianto, Ph. D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARI 2018**

SKRIPSI

**STUDI PERUBAHAN CURAH HUJAN BULANAN
DAN HUJAN RENCANA DI WILAYAH BANDUNG
RAYA**



**JASSYND A MUTIARA
NPM : 2014410065**

BANDUNG, 5 JANUARI 2018

PEMBIMBING:

Doddi Yudianto, Ph. D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARI 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Jassynda Mutiara

NPM : 2014410065

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul STUDI PERUBAHAN CURAH HUJAN BULANAN DAN HUJAN RENCANA DI WILAYAH BANDUNG RAYA adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 5 Januari 2018



Jassynda Mutiara

2014410065

STUDI PERUBAHAN CURAH HUJAN BULANAN DAN HUJAN RENCANA DI WILAYAH BANDUNG RAYA

**Jassynda Mutiara
NPM: 2014410065**

Pembimbing: Doddi Yudianto, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARI 2018**

ABSTRAK

Curah hujan memiliki pengaruh yang besar bagi kehidupan manusia dan dapat menimbulkan permasalahan yang serius. Karena itu, studi mengenai kecenderungan perubahan curah hujan sangat diperlukan, agar dampak dari hujan tersebut dapat dikendalikan sebelum menimbulkan masalah yang lebih besar. Untuk itu, dibutuhkan data curah hujan yang lengkap. Namun kelengkapan data hujan sangat sulit dicapai akibat sistem pemasukan data yang masih manual, penyebaran stasiun hujan yang tidak merata, dan kerusakan alat pengukur hujan. Untuk mengatasi hal tersebut, penggunaan satelit TRMM untuk mengukur presipitasi dapat dilakukan. Namun, data TRMM butuh dikoreksi terlebih dahulu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecenderungan perubahan curah hujan di wilayah Bandung menggunakan data hujan pada 14 stasiun dan 6 grid TRMM. Rata-rata nilai RMSE hujan bulanan TRMM terhadap stasiun hujan di sekitarnya dapat berkurang dari 119,9 mm menjadi 90,4 mm setelah koreksi data hujan bulanan TRMM, dan terdapat kesesuaian zonasi hujan rencana antara data TRMM dan data stasiun untuk periode ulang kecil. Sementara itu, terdapat peningkatan hujan bulanan rata-rata dari tahun 2001 hingga 2015 pada semua stasiun kecuali Padalarang dan Cileunyi, peningkatan hujan rata-rata seluruh stasiun hujan dan TRMM sebesar 36,90%, peningkatan curah hujan R80 tahun 2001-2015 dibandingkan hujan R80 tahun 2001-2010, peningkatan curah hujan rencana periode ulang dua hingga lima tahun pada empat dari enam zona penelitian, dan peningkatan jumlah kejadian hujan ekstrem selama 10 tahun terakhir.

Kata kunci: TRMM, pola hujan, hujan maksimum, hujan bulanan, perubahan curah hujan.

STUDY OF MONTHLY AND DESIGN RAINFALL CHANGE ON BANDUNG REGION

**Jassynda Mutiara
NPM: 2014410065**

Advisor: Doddi Yudianto, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARY 2018**

ABSTRACT

Precipitation affects human's life and if not anticipated may become a problem. Therefore, study of rainfall change tendency is needed, so the impact can be handled before serious problem arise. To do so, series of complete precipitation data is needed. On the other hand, rainfall data is difficult to get because of manual data entry, unequally spread rain station, and rain gauge technical defect. Rainfall satellite can be a solution to this problem because it has high temporal and spatial resolution, wide coverage, and fast accessibility. However, satellite data have to be corrected before used. This research aims to know the changes of rainfall on Bandung Region by using 14 ground station and 6 TRMM data. The average RMSE of monthly TRMM data can be reduced from 119,9 mm to 90,4 mm after corrected and there is a match of designated rainfall zones using TRMM data and ground station data. Meanwhile, there is indeed an increasing tendency of monthly rainfall from 2001 until 2015 on all ground stations except Padalarang and Cileunyi, 36,90% increasing average rainfall on all groundstations and TRMM, increasing 2001-2015 R80 rain compared to 2001-2010 R80, increasing design rainfall for two and five years return period in four out of six research zones, and increasing extreme rainfall occurrence in the past 10 years.

Keywords: TRMM, rainfall pattern, maximum rainfall, monthly rainfall, rainfall tendency.

PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkatNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Studi Perubahan Curah Hujan Bulanan dan Hujan Rencana di Wilayah Bandung Raya. Adapun tujuan penulisan skripsi ini ialah sebagai tugas akhir studi tingkat S-1 Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Doddi Yudianto, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan ilmu, bimbingan, kritik, saran, dan dukungan bagi penulis selama pengerjaan skripsi
2. Kedua orangtua dan kakak tercinta yang selalu memberikan dukungan baik materi maupun moral serta doa yang tanpa putus kepada penulis
3. Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph.D, Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng., Yiniarti Eka Kumala, Ir., Dipl.HE., Salahudin Gozali, Ph.D., dan segenap keluarga KBI TSDA Unpar
4. Steven Marsim, Dion, dan Caesar selaku teman seperjuangan skripsi saya
5. FX Ronaldo dan seluruh teman dari #SwaGrup (Nabila, Tania, Janice, Nia, Putri, Yosua, Stephen, Fidelis, Andre, Samuel, Hilario) yang selalu menemani dalam suka dan duka
6. Seluruh teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah menemani penulis selama kehidupan perkuliahan di Teknik Sipil Unpar.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan karena itu mengharapkan kritik dan saran yang membangun bagi tulisan ini. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi orang lain.

Bandung, 5 Januari 2018



Jassynda Mutiara

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Pembatasan Masalah	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-4
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1 <i>Tropical Rain Measuring Mission (TRMM)</i>	2-1
2.1.1 Instrumen Utama TRMM	2-2
2.1.2 Validasi TRMM	2-3
2.1.3 Koreksi Data TRMM terhadap Stasiun Hujan	2-4
2.2 Analisis Hujan R80	2-4
2.3 Pemeriksaan Kelayakan Data Hujan	2-5
2.3.1 Uji Outlier	2-5
2.3.2 Uji Trend	2-6
2.3.3 Uji Stabilitas <i>Mean</i> dan Variansi	2-7
2.3.4 Independensi	2-7
2.4 Analisis Frekuensi	2-8
2.4.1 Distribusi Normal	2-8
2.4.2 Log Normal Dua Parameter	2-9
2.4.3 Log Normal Tiga Parameter	2-10
2.4.4 Pearson III	2-12
2.4.5 Log Pearson III	2-13

2.4.6 Gumbel I.....	2-14
BAB 3 KONDISI DAERAH STUDI DAN KETERSEDIAAN DATA	3-1
3.1 Daerah Studi	3-1
3.2 Lokasi Stasiun Hujan	3-1
3.3 Ketersediaan Data Hujan Stasiun Hujan.....	3-2
3.4 Ketersediaan Data Hujan TRMM.....	3-3
3.5 Zonasi Menurut Lokasi	3-4
BAB 4 ANALISIS DATA	4-1
4.1 Hasil Pemeriksaan Kelayakan Data Hujan.....	4-1
4.1.1 Kelayakan Data Hujan Stasiun Hujan.....	4-1
4.1.2 Kelayakan Data Hujan TRMM.....	4-2
4.2 Analisis Curah Hujan Bulanan	4-2
4.2.1 Plot Hujan Tahunan	4-2
4.2.2 Perbandingan Data Hujan Bulanan Stasiun dan TRMM	4-3
4.2.3 Koreksi Data TRMM	4-6
4.2.4 Pola dan Perubahan Hujan Bulanan.....	4-9
4.2.5 Pola dan Perubahan Hujan R80	4-14
4.3 Analisis Curah Hujan Rencana.....	4-17
4.3.1 Curah Hujan Rencana Stasiun Hujan.....	4-19
4.3.2 Curah Hujan Rencana TRMM.....	4-19
4.3.3 Kejadian Hujan Badai	4-20
4.3.4 Zonasi Curah Hujan Rencana	4-23
4.3.5 Evaluasi Kecenderungan Perubahan Curah Hujan Rencana.....	4-26
4.3.6 Hujan Ekstrem Basah di Atas 100 mm	4-29
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN 1 ANALISIS CURAH HUJAN RENCANA	L1-1
LAMPIRAN 2 ANALISIS HUJAN BULANAN	L2-1
LAMPIRAN 3 ANALISIS R80	L3-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- a, b : koefisien yang nilainya bergantung pada durasi hujan yang terjadi di DAS
- D_i : perbedaan ranking variabel x_i , K_{x_i} , dan ranking berdasar nomor urut data asli K_{y_i}
- K_N : konstanta yang nilainya bergantung pada ukuran sampel
- n_i : jumlah data sub-sampel
- R_{24} : curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)
- R80 : hujan dengan probabilitas terlampaui 80%
- s : variansi sampel
- S_n : standard deviasi varian yang nilainya bergantung pada jumlah data
- S_y : simpangan baku data
- t : durasi hujan dalam jam
- T_r : periode ulang dalam tahun
- Y : batas (*threshold*) dari outlier atas dan bawah
- \bar{y} : nilai rata-rata dari data
- v_i : $n_i - 1$, derajat kebebasan sub-sampel i
- Y_n : reduksi rata-rata varian yang nilainya bergantung pada jumlah data n
- Y_T : reduksi varian
- σ : variansi populasi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir penelitian.....	1-4
Gambar 2.1 Skema tiga instruen utama TRMM: TMI, PR, dan VIRS	2-2
Gambar 3.1 Lokasi 14 stasiun di wilayah Bandung.....	3-2
Gambar 3.2 Lokasi 6 titik pengamatan TRMM.....	3-3
Gambar 3.3 Pembagian grid titik pengamatan TRMM dan stasiun hujan	3-4
Gambar 4.1 Hujan tahunan tiap <i>grid</i> TRMM dan stasiun hujan.....	4-3
Gambar 4.2 Perbandingan data hujan bulanan TRMM dan stasiun hujan	4-5
Gambar 4.3 Perbandingan data TRMM terkoreksi dengan data stasiun hujan ..	4-8
Gambar 4.4 Hujan bulanan Januari sampai Desember <i>grid</i> B.....	4-10
Gambar 4.5 Kecenderungan perubahan hujan bulanan rata-rata semua stasiun dari tahun 2001-2015	4-12
Gambar 4.6 Analisis R80 tiap bulan untuk <i>grid</i> B.....	4-16
Gambar 4.7 <i>Plotting</i> hujan harian maksimum tahunan tiap <i>grid</i>	4-19
Gambar 4.8 Kejadian hujan harian maksimum tahunan terhadap curah hujan rencana	4-22
Gambar 4.9 Zonasi curah hujan rencana untuk stasiun hujan dan TRMM	4-24
Gambar 4.10 Perbandingan zonasi curah hujan rencana TRMM dan stasiun hujan	4-25
Gambar 4.11 Kecenderungan perubahan curah hujan rencana.....	4-28
Gambar 4.12 Peningkatan persentase jumlah hujan ekstrem dari tahun ke tahun	4-30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai K_n untuk uji <i>outlier</i>	2-6
Tabel 2.2 Nilai variabel reduksi Gauss	2-9
Tabel 2.3 Nilai k untuk distribusi Log Normal Dua Parameter.....	2-10
Tabel 2.4 Tabel nilai k untuk distribusi Log Normal Tiga Parameter	2-11
Tabel 2.5 Nilai k untuk distribusi Pearson III.....	2-12
Tabel 2.6 Tabel nilai k untuk distribusi Log Pearson III	2-13
Tabel 2.7 Nilai variabel reduksi Gumbel	2-15
Tabel 2.8 Hubungan reduksi rata-rata Y_n dan reduksi standard deviasi S_n dengan jumlah data kejadian n	2-16
Tabel 3.1 Ketersediaan data stasiun hujan	3-3
Tabel 3.2 Ketersediaan data hujan TRMM	3-4
Tabel 3.3 Pengelompokan stasiun hujan dan titik pengamatan TRMM	3-5
Tabel 4.1 Hasil uji kelayakan data hujan harian maksimum tahunan stasiun hujan	4-1
Tabel 4.2 Hasil uji kelayakan data hujan TRMM.....	4-2
Tabel 4.3 Koefisien korelasi data hujan bulanan TRMM dengan stasiun hujan	4-5
Tabel 4.4 Faktor koreksi untuk data TRMM.....	4-6
Tabel 4.5 Perbandingan nilai RMSE sebelum dan setelah data TRMM dikoreksi.....	4-8
Tabel 4.6 Besar perubahan hujan bulanan rata-rata seluruh stasiun dan TRMM 2001-2015.....	4-13
Tabel 4.7 Kecenderungan hujan tahunan dan bulanan rata-rata.....	4-13
Tabel 4.8 Kecenderungan perubahan hujan R80 untuk semua <i>grid</i>	4-17
Tabel 4.9 Curah hujan rencana stasiun hujan	4-19
Tabel 4.10 Curah hujan rencana TRMM.....	4-20
Tabel 4.11 Jumlah kejadian hujan badai periode 2001-2015 stasiun hujan.....	4-23
Tabel 4.12 Jumlah kejadian hujan badai periode 2001-2015 TRMM	4-23
Tabel 4.13 Kecenderungan perubahan curah hujan rencana	4-29

Tabel 4.14 Persentase jumlah kejadian hujan ekstrem terhadap jumlah data hujan	
a	4-30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis Curah Hujan Rencana.....	L1-1
Lampiran 2 Analisis Hujan Bulanan.....	L2-1
Lampiran 3 Analisis Hujan R80.....	L3-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Bandung adalah ibukota provinsi Jawa Barat yang secara topografi memiliki suatu keunikan, yaitu berada pada sebuah kawasan dengan bentuk cekungan dan dikelilingi oleh gunung api. Kota Bandung terletak kira-kira pada ketinggian 768 meter di atas permukaan laut, sehingga memiliki iklim yang lembab dan sejuk, dengan temperatur berkisar antara 23-29 °C. Batas tertinggi Kota Bandung berada di sebelah utara dengan ketinggian 1.050 meter di atas permukaan laut, sedangkan sebelah selatan merupakan kawasan rendah dengan ketinggian 675 meter di atas permukaan laut.

Curah hujan di wilayah Bandung memiliki tipe monsunial, artinya hujan memiliki satu puncak musim hujan (November-April) dan satu puncak musim kemarau (Mei-Oktober). Menurut Subarna dalam studinya tentang analisis variabilitas curah hujan di cekungan Bandung, data curah hujan memiliki persistensi yang sangat rendah dan variabilitas yang tinggi. Berdasar data hujan bulanan tahun 1998-2007, curah hujan di Cekungan Bandung berkisar antara 0 hingga 564 mm dan rata-rata curah hujan 175 mm. Sementara itu, pada Oktober 2016 lalu, Kota Bandung mengalami hujan yang mencapai ketinggian 77,5 mm dalam 1,5 jam.

Berdasarkan penelitian Aryansyah, intensitas lengkung IDF tahun 1989-2013 mengalami kenaikan dibandingkan intensitas lengkung IDF tahun 1989-1998. Studi serupa oleh Saktina pada 2015 juga menyebutkan adanya peningkatan intensitas hujan maksimum sebesar 18% di kota Bandung. Sementara itu, terdapat kecenderungan peningkatan curah hujan rencana yang signifikan untuk wilayah Kota Bandung dan kecenderungan peningkatan curah hujan rencana yang relatif lebih kecil di wilayah Talaga Bodas, Lembang, dan Padalarang sejak tahun 2013 (Fitriana dan Yudianto, 2017). Ketiga penelitian ini dilakukan berdasarkan data curah hujan yang tercatat pada stasiun hujan.

Pada kenyataannya, untuk mendapatkan data pengamatan curah hujan yang representatif baik secara kualitas maupun kuantitas di daerah tertentu dapat dikatakan sulit, di antaranya karena keterbatasan alat ukur, sistem pencatatan yang masih manual, kerusakan teknis alat ukur, dan persebarannya yang tidak merata (Syaifullah, 2014). Pengamatan hujan sendiri dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengamatan cuaca secara langsung yang berbasis stasiun hujan dan pengamatan hujan secara tidak langsung yang berbasis penginderaan jauh seperti satelit. Pada stasiun hujan, data didapatkan dengan pengukuran di atas tanah yang benar-benar mewakili curah hujan di kawasan pengukuran. Sedangkan pada penginderaan jauh, data presipitasi didapatkan dengan pengukuran curah hujan di daerah tropis dan subtropis secara berkelanjutan, melalui informasi tentang ketinggian atmosfer dimana terjadi perubahan temperatur yang terkait dengan hujan (Maulidani dkk, 2016).

Dalam penelitian ini, digunakan stasiun hujan untuk pengamatan langsung dan satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) untuk pengamatan tidak langsung. Merujuk pada penelitian Darand tahun 2006 dan Su tahun 2007, pencatatan data hujan oleh satelit TRMM memiliki potensi yang tinggi untuk digunakan dalam aplikasi hidrologi. Hanya saja, data TRMM perlu divalidasi dan dikoreksi terlebih dahulu sebelum digunakan untuk analisis curah hujan (Vernimmen, 2011). Penelitian sejauh ini menunjukkan hujan TRMM memiliki hubungan yang lebih baik dengan hujan pada stasiun hujan pada skala bulanan dibandingkan skala harian (As-Syakur, 2011).

Dalam penelitian ini, akan dikaji kecenderungan perubahan curah hujan di wilayah Bandung dengan menggunakan data dari stasiun hujan dan data dari satelit TRMM, serta akan dievaluasi kesesuaian pola hujan berbasis TRMM terhadap analisis hujan berbasis stasiun hujan di Kota Bandung dan sekitarnya.

1.2 Inti Permasalahan

Adapun inti permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini ialah adanya potensi data hujan satelit TRMM untuk digunakan dalam analisis hujan serta adanya indikasi peningkatan curah hujan di Kota Bandung.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah mengkaji kesesuaian pola antara hujan pencatatan TRMM dan stasiun hujan, serta melihat kecenderungan perubahan curah hujan di wilayah Bandung Raya.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data stasiun hujan yang digunakan ialah data hujan dari 14 stasiun yang terletak di wilayah Bandung, yaitu Stasiun Bandung, Talaga Bodas, Ujung Berung, Lembang, Sukawana, Padalarang, Cililin, Montaya, Cileunyi, Cicalengka, Ciparay, Paseh, Chincona, dan Cisondari.
2. Data TRMM yang digunakan ialah data hujan harian dari wilayah Bandung sesuai lokasi stasiun hujan yang digunakan, yaitu terdapat enam titik pengamatan.
3. Data hujan yang digunakan ialah data hujan harian maksimum tahunan dan hujan bulanan.
4. Koreksi terhadap data TRMM yang dilakukan hanyalah pada data hujan TRMM skala bulanan.

1.5 Metode Penelitian

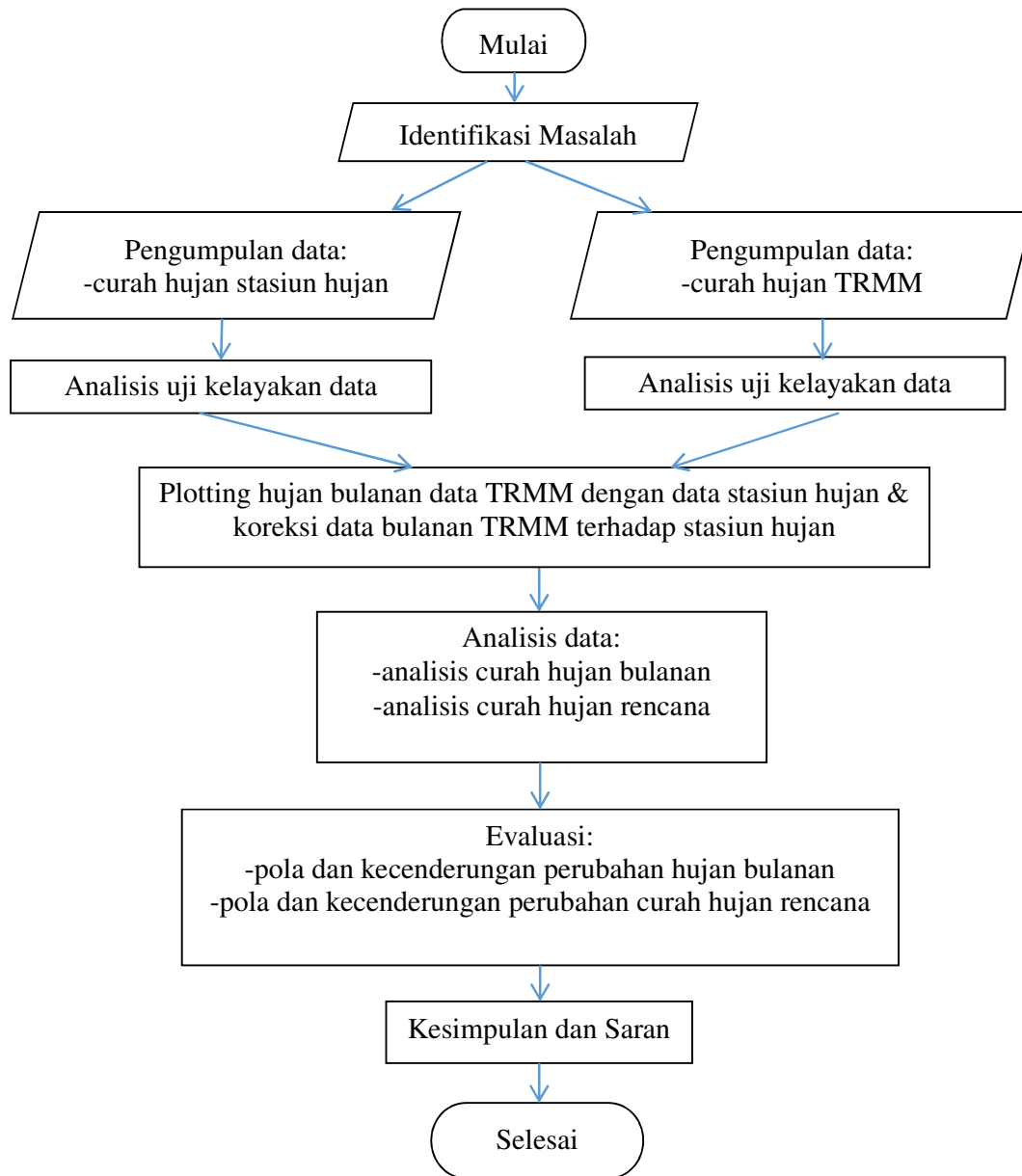
Secara umum, studi ini dilakukan dengan metodologi penelitian sebagai berikut.

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk lebih memahami masalah yang ada, serta memahami konsep uji kelayakan data, perhitungan curah hujan rencana, dan juga analisis curah hujan berbasis TRMM.

2. Perhitungan Matematis

Secara lengkap, proses analisis disajikan seperti pada Gambar 1.1 dibawah ini.



Gambar 1.1 Diagram alir penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Studi ini akan dibagi menjadi beberapa bab, yaitu:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Di dalam bab ini dijelaskan latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB 2 DASAR TEORI

Di dalam bab ini dijelaskan teori dasar mengenai hujan ekstrem, satelit TRMM, uji kelayakan data hujan, analisis curah hujan rencana.

3. BAB 3 KONDISI UMUM DAERAH STUDI DAN KETERSEDIAAN DATA

Di dalam bab ini dijelaskan tentang kondisi daerah studi dan ketersediaan data hidrologi di wilayah Bandung

4. BAB 4 ANALISIS DATA

Di dalam bab ini dijelaskan tentang analisis atau perhitungan untuk mendapatkan kesesuaian antara data hujan TRMM dan stasiun hujan, serta untuk mendapatkan kecenderungan perubahan curah hujan bulanan dan curah hujan rencana.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Di dalam bab ini disebutkan kesimpulan yang didapat dari penelitian.