

BENTUK DISTRIBUSI HUJAN JAM – JAMAN KABUPATEN KAMPAR BERDASARKAN DATA SATELIT

Thessalonika⁽¹⁾, Yohanna Lilis Handayani⁽²⁾ Manyuk Fauzi⁽²⁾

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau⁽¹⁾

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau⁽²⁾

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: thessalonika@student.unri.ac.id

Abstract

Rainfall distribution is one of the parameters required for calculations of the design flood. The pattern of rainfall distribution is the mean of rainfall expressed in a graph that describe time function to variation in depth of rainfall. The pattern of rainfall distribution is obtained in two method, empirical method and averaging hourly rainfall data. The rainfall data used is obtained from TRMM JAXA in eight years (2009-2016) for Kampar Regency. In this research, the approach of distribution form between empirical methods with the hourly rainfall data average of TRMM to simplify the acquisition pattern of rainfall distribution. The empirical method used is Alternating Block Method (ABM), Modified Mononobe, and Tadashi Tanimoto. Based on TRMM rainfall data, that rainfall duration was dominated by one hours rainfall events. The analysis results for pattern of rainfall distribution approach of TRMM JAXA with empirical method shows that designed rainfall duration (3 to 8 hours) tends to approach Alternating Block Method (ABM) pattern.

Keywords: Rainfall distribution, satellite rainfall data, Alternating Block Method, Modified Mononobe, Tadashi Tanimoto

A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang hanya memiliki dua musim, yakni musim kemarau dan musim hujan. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara yang memiliki durasi hujan yang lebih panjang dibandingkan beberapa negara lainnya. Durasi hujan yang cukup panjang dapat mengakibatkan dampak negatif pada beberapa daerah di Indonesia (Asfa, 2014). Selain itu, adanya efek pemanasan global yang dapat mempengaruhi kondisi cuaca/iklim menjadi berubah - ubah. Pola curah hujan menjadi tidak menentu dan memberi pengaruh pada lingkungan hidrologi diantaranya bangunan air. Pada perencanaan bangunan air dibutuhkan data debit rencana dikarenakan nilai debit rencana akan menentukan dimensi hidrolis dari suatu bangunan air yang direncanakan. Apabila data debit tidak tersedia, debit rencana dapat dihitung dengan

mentransformasikan data curah hujan menjadi data aliran (Salem, 2016).

Perencanaan bangunan air didasarkan pada debit banjir rencana yang diperoleh dari analisis hujan-aliran, yang dapat berupa banjir rencana dengan periode ulang tertentu. Dalam perhitungan banjir rancangan, diperlukan masukan data berupa hujan rencana yang didistribusikan kedalam hujan jam-jaman. Untuk dapat mengubah hujan rencana ke dalam besaran hujan jam-jaman perlu didapatkan terlebih dahulu suatu pola distribusi hujan jam-jaman. Dengan merata - ratakan pola distribusi hujan hasil pengamatan, kemudian didapatkan pola distribusi rerata yang selanjutnya dianggap mewakili kondisi hujan dan dipakai sebagai pola untuk mendistribusikan hujan rancangan menjadi besaran hujan jam-jaman. Selain cara tersebut untuk mendapatkan kedalaman hujan jam- jaman dari hujan rencana dapat juga menggunakan model

distribusi hujan. Model distribusi hujan yang telah dikembangkan menggunakan beberapa metode, yakni distribusi hujan seragam, ABM (*Alternating Block Methods*), *Triangular Hyetograph Method* (THM), Tadashi Tanimoto dan metode Mononobe Modifikasi (Triatmodjo, 2010).

Seiring dengan adanya perkembangan teknologi salah satunya penginderaan jarak jauh seperti satelit dan radar, penggunaan citra satelit untuk pengukuran curah hujan juga mulai dikembangkan. Teknologi ini memungkinkan pengamatan curah hujan pada wilayah yang cukup luas bahkan tempat yang tidak dapat dijangkau oleh peralatan konvensional. Pada wilayah tropis saat ini telah tersedia sebuah perangkat remote sensing yang melakukan pengukuran curah hujan menggunakan satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*). Berdasarkan pengamatan satelit ini dapat menghasilkan data curah hujan dalam satuan kedalaman air (mm). Pada penelitian ini data satelit TRMM yang digunakan diperoleh dari JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*).

Agustin (2010), melakukan penelitian pada sub DAS Keduang, Kabupaten Wonogiri dengan hasil sebagai berikut agihan hujan 2, 3, 5, 7 dan 8 jam serupa dengan pola *Modified Mononobe*, sedangkan pola agihan hujan 4 dan 6 jam serupa dengan pola *Triangular Hyetograph Method* (THM). Penelitian serupa juga pernah dilakukan Asfa (2014), dalam penelitiannya dengan menggunakan data hujan harian berupa data lapangan dari salah satu stasiun hujan Pasar Kampar, Kecamatan Kampar Timur, Kabupaten Kampar. Hasil dari penelitian tersebut diperoleh bahwa distribusi hujan 3 jam sampai 7 jam mengikuti model distribusi hujan *Alternating Block Method* (ABM), sedangkan untuk distribusi hujan 8 jam mengikuti model distribusi hujan *Tadashi Tanimoto*.

Kabupaten Kampar merupakan salah satu kabupaten yang terdapat pada Provinsi Riau dengan luas 10.928,20 km². Kampar

merupakan salah satu daerah yang sering terkena banjir tiap tahunnya. Intensitas hujan yang tinggi berakibat pada beberapa desa di Kabupaten Kampar dilanda banjir. Banjir yang melanda di beberapa wilayah itu merupakan luapan dari sungai Kampar (Detikcom, 2014). Banjir yang merendam ribuan rumah tersebar dipuluhan desa di daerah Kampar dalam kurun waktu sekitar 40 tahun belakangan. Namun, Pemerintah belum menetapkan siaga darurat banjir (TribunPekanbaru, 2016). Pada penelitian ini akan menganalisa data curah hujan yang diperoleh berdasarkan data satelit TRMM Jaxa pada Kabupaten Kampar. Diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan pola distribusi hujan jam-jaman selama beberapa tahun untuk kabupaten Kampar.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Hujan

Hujan umumnya bisa terjadi dimana saja dengan adanya faktor massa udara yang lembab dan sarana meteorologis yang dapat mengangkat massa udara tersebut untuk berkondensasi. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir – butir air dan kristal – kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan (Triatmodjo, 2010). Hujan hanya akan terjadi apabila molekul – molekul air hujan sudah mencapai ukuran lebih dari 1 mm. hal ini memerlukan waktu yang cukup untuk tumbuh dari ukuran sekitar 1-100 mikron (Barry, 1971 dalam Sri Harto, 2000).

2. Pengukuran Hujan

Selain pengukuran hujan dengan pengamatan lapangan pada stasiun hujan kini telah dikembangkan pula metode pengukuran curah hujan dengan data berbasis citra satelit. Penggunaan remote sensing ini mampu melakukan pengukuran presipitasi (curah hujan) dari jarak jauh.

Pengukuran curah hujan dengan teknologi ini memungkinkan perolehan data dari daerah – daerah yang sebelumnya sangat sulit atau hampir mustahil dengan cara pengamatan. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa teknologi ini dapat memperoleh data presipitasi dimana saja dan kapan saja.

Saat ini salah satu teknologi satelit yang mulai digunakan adalah TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) dikembangkan oleh NASA (*National Aerospace Exploration Agency*) dan JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*). TRMM merupakan satelit dengan saluran microwave, visibel dan inframerah yang memonitoring fenomena atmosfer seperti mengamati volume awan yang menghasilkan hujan didaerah subtropis dan tropis namun tidak dapat memonitoring keadaan secara global (Kummerow et al., 1998 dalam Harsita, 2012).

Syaifullah (2014) menyatakan JAXA mengembangkan data TRMM dengan format dan kualitas yang lebih baik. JAXA menggunakan sistem pengolahan data near – real – time dan menyebarkannya melalui situs internet. Algoritmanya dikembangkan berdasarkan Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) sehingga dikenal dengan GSMaP near real time (GSMaP_NRT). Proyek ini telah diterapkan sejak bulan oktober 2008. Pada penelitian ini akan digunakan data TRMM level 3 karena data hujan yang dihasilkan telah memiliki nilai – nilai hujan.

3. Pola Distribusi Hujan

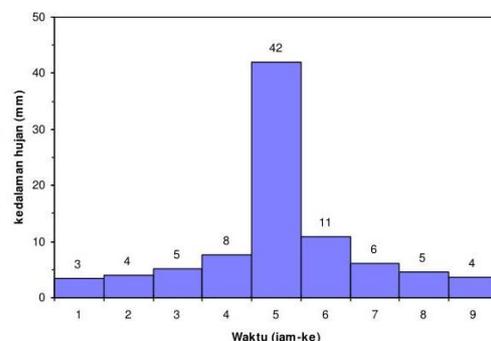
Distribusi hujan adalah berbeda – beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau. Umumnya hujan pada suatu wilayah tertentu memiliki pola distribusi hujan untuk hujan jam-jaman. Pola kejadian hujan memiliki beragam bentuk sesuai dengan perhitungan yang diperoleh. Bentuk pola kejadian hujan biasanya berbentuk histogram. Beberapa bentuk dari pola kejadian hujan yakni bentuk lonceng, lonceng terbalik, anak tangga menurun, anak tangga menaik, garis lurus, dan tidak

beraturan. Bentuk distribusi yang beragam diakibatkan karena berbedanya nilai persentase perjam suatu distribusi hujan.

Dalam penelitian ini dilakukan pendekatan dengan model pola distribusi hujan secara empiris yaitu *Alternating Block Method* (ABM), *Modified Mononobe*, dan Tadashi Tanimoto. Menurut Bambang Triatmodjo (2010) secara ringkas, masing – masing model dijelaskan sebagai berikut :

1) *Alternating Block Method* (ABM)

Alternating Block Method (ABM) adalah cara sederhana untuk membuat hyetograph rencana dari kurva IDF (Chow et al., 1988). Hyetograph rencana yang dihasilkan oleh metode ini adalah hujan yang terjadi dalam n rangkaian interval waktu yang berurutan dengan durasi Δt selama waktu $T_d = n \Delta t$. Untuk periode ulang tertentu, intensitas hujan diperoleh dari kurva IDF pada setiap durasi waktu $\Delta t, 2\Delta t, 3\Delta t, \dots$. Kedalaman hujan diperoleh dari perkalian antara intensitas hujan dan durasi waktu tersebut. Perbedaan antara nilai kedalaman hujan yang berurutan merupakan pertambahan hujan dalam interval waktu Δt . Pertambahan hujan tersebut (blok-blok), diurutkan kembali ke dalam rangkaian waktu dengan intensitas hujan maksimum berada pada tengah – tengah durasi hujan T_d dan blok – blok sisanya disusun dalam urutan menurun secara bolak – balik pada kanan dan kiri dari blok tengah.



Gambar 1 Hyetograph dengan *Alternating Block Method* (ABM)

(Sumber : Bambang Triatmodjo, 2010)

2) Modified Mononobe

Dalam perencanaan, curah hujan rancangan yang ditetapkan berdasarkan analisis perlu diubah menjadi lengkung intensitas curah hujan. Lengkung tersebut diperoleh berdasarkan data curah hujan dalam rentang waktu yang pendek seperti, menit atau jam. Lengkung intensitas curah hujan dengan durasi pendek ini kemudian akan ditentukan berdasarkan data hujan harian menggunakan *Modified Mononobe* dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_t = \frac{R_{24}}{t_c} \left(\frac{t_c}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Dengan :

I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

t_c = waktu konsentrasi hujan (jam)

t = durasi hujan (jam)

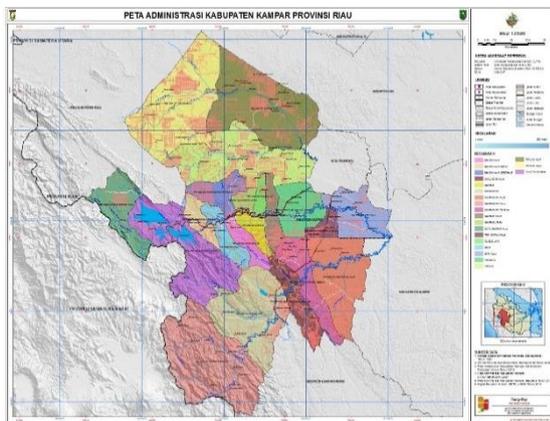
3) Tadashi Tanimoto

Tadashi Tanimoto mengembangkan distribusi hujan jam–jaman yang dapat digunakan di Pulau Jawa.

C. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada Kabupaten Kampar Provinsi Riau dengan durasi selama delapan tahun yakni tahun 2009 – 2016. Cakupan daerah penelitian didasarkan pada batas administrasi daerah Kabupaten Kampar.



Gambar 2 Peta wilayah Kabupaten Kampar, Riau

2. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan berupa data satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) yang diperoleh dari JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*). Pada tahap ini dilakukan pengunduhan data menggunakan FileZilla. Penggunaan perangkat lunak filezilla ini membantu untuk terhubung dengan TRMM Jaxa. Pengunduhan data disesuaikan dengan waktu perekaman data yang akan digunakan yaitu dari tahun 2009 sampai tahun 2016.

Kemudian dilakukan pengolahan data dengan aplikasi GrADS (*Grid Analysis and Display System*). GrADS dapat digunakan dengan bantuan aplikasi command prompt. Data curah hujan TRMM diolah dengan merunning data tiap hari dari tahun 2009 sampai 2016. Untuk merunning data menggunakan software command prompt digunakan listing program dengan format “Ch_riau.gs” dan “Chwil_riau.gs”.

3. Mendistribusikan Data Hujan

Pendistribusian data hujan dilakukan dengan mengolah data hujan jam – jaman TRMM selama delapan tahun untuk Kabupaten Kampar. Langkah – langkah pengolahan data hujan jam – jaman TRMM adalah sebagai berikut :

- Memindahkan data hujan jam – jaman yang telah dirunning dalam bentuk Notepad kedalam tabel secara berurutan berdasarkan tanggal kejadian hujan.
- Memilih dan mengelompokkan data hujan berdasarkan durasi hujan yang terjadi. Pengelompokkan hujan jam – jaman dalam satu hari dengan durasi hujan jam ke – 1, 2, 3, ... , dan seterusnya.
- Menjumlahkan nilai curah hujan perdurasinya. Penjumlahan dilakukan dengan menambahkan setiap nilai hujan yang terjadi selama durasi hujan terjadi.
- Mencari persentase hujan perjamnya terhadap jumlah nilai curah hujan.

- e. Menjumlahkan persentase hujan perjamnya sebanyak kejadian hujan dalam satu tahun.
- f. Merata – ratakan jumlah persentase hujan jam – jaman dalam satu tahun. Jumlah persentase hujan dibagi dengan jumlah kejadian hujan perdurasi dalam setahun.
- g. Membuat grafik histogram berdasarkan rata – rata persentase hujan perdurasi pada satu tahun.
- h. Melakukan pendekatan bentuk pola distribusi hujan jam – jaman dengan bentuk pola distribusi empiris. Sehingga diperoleh bentuk distribusi empiris yang dianggap mewakili pola distribusi tiap tahunnya.
- i. Menjumlahkan persentase rata – rata hujan pertahun yang telah diperoleh perjamnya selama delapan tahun. Persentase rata – rata hujan pertahun yang telah diperoleh sebelumnya ditambahkan secara keseluruhan dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2016.
- j. Setelah memperoleh jumlah persentase rata – rata hujan pertahun selama delapan tahun, kemudian dirata – ratakan berdasarkan jumlah tahun terjadinya hujan.
- k. Membuat grafik histogram berdasarkan rata – rata persentase hujan perdurasi selama delapan (8) tahun.
- l. Melakukan pendekatan bentuk pola distribusi hujan jam – jaman dengan bentuk pola distribusi empiris.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Distribusi Hujan Jam - Jaman

Data hujan jam - jaman TRMM yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan sesuai dengan durasi terjadinya hujan. Sebagai contoh hujan dengan durasi tiga jam dikelompokkan kemudian dijumlahkan dan dirata – ratakan selama delapan tahun. Persentase rata – rata hujan durasi tiga jam selama delapan tahun dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Persentase rata - rata hujan durasi tiga jam

Tahun	Persentase hujan jam ke- (%)			Bentuk Pola Distribusi
	1	2	3	
2009	30,441	35,915	33,644	Lonceng
2010	37,429	33,671	28,900	Anak Tangga Menurun
2011	36,221	34,014	29,764	Anak Tangga Menurun
2012	31,321	33,492	35,188	Anak Tangga Menaik
2013	36,497	37,229	26,275	Lonceng
2014	34,791	34,509	30,700	Anak Tangga Menurun
2015	35,443	34,953	29,604	Anak Tangga Menurun
2016	32,359	38,276	29,364	Lonceng
Total	274,502	282,060	243,438	-
Rata – rata 8 tahun	34,31	35,26	30,43	Lonceng

Sumber: (Hasil Perhitungan)

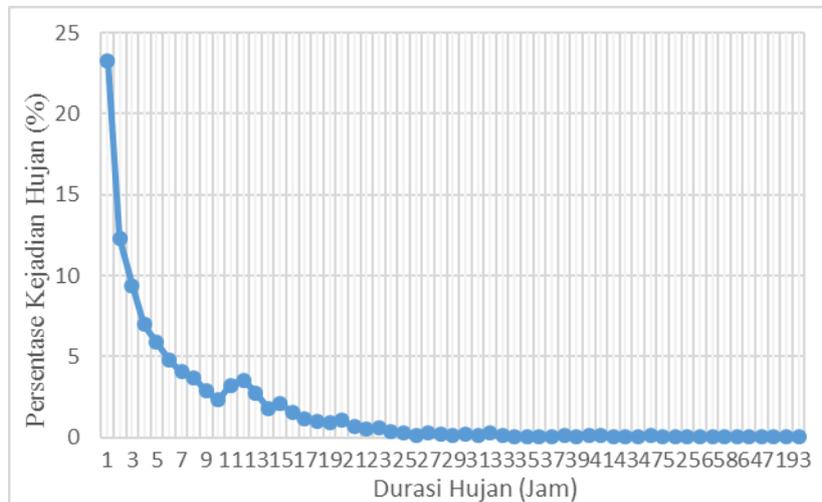
2. Hubungan Durasi Hujan dan Kejadian Hujan

Jumlah kejadian hujan dan persentase kejadian hujan yang terjadi selama delapan tahun untuk tiap durasi hujan digambarkan dengan menggunakan grafik yang dapat

dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa semakin lama durasi hujan yang terjadi maka semakin sedikit jumlah kejadian hujan.

Durasi hujan yang paling banyak terjadi selama delapan tahun yakni dari tahun 2009 sampai 2016 adalah durasi hujan 1 jam yaitu sebanyak 996 kejadian. Menurut Pitaloka (2017) lamanya hujan terpusat di Indonesia sendiri biasanya tidak lebih dari

tujuh (7) jam. Hal ini didasarkan pada laporan akhir departemen pekerjaan umum. Jadi, pada umumnya durasi optimum hujan rencana yang digunakan tidak lebih dari tujuh (7) jam.



Gambar 3 Grafik persentase kejadian hujan berdasarkan durasi

3. Bentuk Distribusi Hujan Tiap Tahun

Bentuk pola distribusi hujan yang terjadi berbeda – beda untuk tiap tahunnya. Berdasarkan bentuk pola yang telah diperoleh kemudian dilakukan pendekatan bentuk distribusi hujan dengan pola metode empiris. Pada Tabel 2 berikut menunjukkan distribusi hujan yang dianggap mewakili pola distribusi hujan

durasi tiga jam dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2016 dan hujan rata – rata selama delapan tahun dan pendekatan bentuk pola metode empiris. Dengan hasil pola rata – rata tahunan yang dominan adalah pola *Modified Mononobe* dan pola rata - rata selama 8 tahun adalah *Alternating Block Method (ABM)*.

Tabel 2 Bentuk Distribusi Hujan Durasi 3 Jam

Tahun	Bentuk Distribusi Hujan Rata - Rata	Bentuk Distribusi Hujan Empiris
2009	Lonceng	ABM
2010	Anak Tangga Menurun	Modified Mononobe
2011	Anak Tangga Menurun	Modified Mononobe
2012	Anak Tangga Menaik	-
2013	Lonceng	ABM
2014	Anak Tangga Menurun	Modified Mononobe
2015	Anak Tangga Menurun	Modified Mononobe
2016	Lonceng	ABM
Rata – Rata selama 8 tahun	Lonceng	ABM

Sumber: (Hasil Perhitungan)

Tabel 3 Perbandingan Bentuk Distribusi Empiris Tahunan dan Rata – Rata Delapan Tahun

Durasi Hujan	Bentuk Distribusi Empiris yang Paling Sering Terjadi (Tahunan)	Bentuk Distribusi Empiris Rata – Rata Selama Delapan Tahun
2	Modified Mononobe	-
3	Modified Mononobe	ABM
4	ABM	ABM
5	ABM	ABM
6	ABM	ABM
7	ABM	ABM
8	ABM	ABM

Sumber : (Hasil Perhitungan)

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh bahwa pola distribusi empiris yang dominan pertahun untuk durasi hujan dua (2) dan tiga (3) jam adalah pola *Modified Mononobe*, sedangkan pola distribusi empiris yang dominan pertahun untuk durasi hujan empat (4) sampai delapan (8) jam adalah pola *Alternating Block Method* (ABM). Sedangkan pada Tabel 3 diketahui bahwa pola distribusi empiris yang mendekati bentuk distribusi hujan jam – jaman hasil rata – rata selama delapan tahun untuk durasi tiga (3) sampai delapan (8) jam adalah sama yaitu pola *Alternating Block Method* (ABM). Perbedaan pola distribusi metode empiris berdasarkan tabel diatas hanya terjadi pada durasi dua (2) jam dan tiga (3) jam. Perbedaan pola distribusi hujan antara pola distribusi hujan rata – rata tahunan dan pola distribusi hujan rata – rata delapan tahun dikarenakan adanya rentang durasi data yang berbeda.

Pola distribusi hujan untuk durasi empat (4) sampai delapan (8) jam memiliki bentuk pola yang sama untuk pola distribusi hujan pertahun dan pola distribusi hujan rata – rata selama delapan tahun yaitu bentuk *Alternating Block Method* (ABM). Menurut Sri Harto (2000) pola distribusi hujan yang dapat digunakan sebagai parameter perhitungan banjir rencana adalah pola hujan yang diperoleh selama tahun penelitian yakni rata – rata selama delapan tahun. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan

bentuknya pola distribusi hujan metode empiris yang mendekati pola hujan TRMM durasi tiga (3) hingga delapan (8) jam adalah *Alternating Block Method* (ABM).

E. KESIMPULAN

Pada penelitian ini diperoleh kesimpulan yaitu :

1. Kejadian hujan jam – jaman berdasarkan data TRMM yang paling sering terjadi adalah durasi hujan satu (1) jam yaitu sebanyak 996 kejadian.
2. Durasi hujan rencana yang dapat digunakan adalah 3 sampai 7 jam, sehingga durasi untuk hujan rencana yang paling sering terjadi adalah durasi hujan 3 jam yaitu sebanyak 401 kejadian.
3. Berdasarkan pendekatan bentuk pola distribusi hujan jam – jaman pertahun dengan pola distribusi cara empiris diperoleh hujan dengan durasi 2 dan 3 jam mengikuti bentuk pola *Modified Mononobe*, sedangkan durasi hujan 4, 5, 6, 7, dan 8 mengikuti bentuk pola *Alternating Block Method* (ABM).
4. Berdasarkan pendekatan bentuk pola distribusi hujan jam – jaman untuk hasil rata – rata selama delapan tahun terhadap bentuk pola hujan empiris diperoleh bahwa hujan durasi tiga (3) sampai delapan (8) jam mengikuti bentuk pola *Alternating Block Method* (ABM).

F. DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, W. (2010). *Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman di Sub DAS Keduang (Distribution Pattern of Hourly Rainfall in Keduang Sub Watershed)*. Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Asfa, A. F., Handayani, Y. L., & Hendri, A. (2014). *Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Pada Stasiun Hujan Pasar Kampar (Vol. 1)*. Pekanbaru.
- Dr. Ir Harinaldi, M. (2005). *Prinsip - Prinsip Statistik Untuk Teknik Dan Sains*. Jakarta: Erlangga.
- Khotimah, G. K., Handayani, Y.L., & Fauzy, M. (2017). *Karakteristik Hujan Jam-Jaman Berdasarkan Data Satelit TRMM JAXA Kabupaten Pelalawan*. Pekanbaru.
- Harsita, K., & Jatmiko, R. H. (2012). *Estimasi Curah Hujan Data Satelit Geostationer Dan Orbit Polar Dibandingkan Dengan Data Stasiun Hujan*. Yogyakarta.
- Harto, S. (2000). *Hidrologi*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Nurhidayah, R. (2010). *Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Di Sub DAS Alang*. Surakarta.
- Pitaloka, M. G., & Lasminto, U. (2017). Perencanaan Sistem Drainase Kebon Agung. *ITS TEKNIK*, 6(1), 1–6.
- Saragi, S., Handayani, Y. L., & Hendry, A. (2014). *Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman*. Pekanbaru.
- Sosrodarsono, I. S., & Takeda, K. (2003). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradya Paramita.
- Sugiyono. (2008). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Syaifullah, M. D. (2014). Validasi Data TRMM Terhadap Data Curah Hujan Aktual Di Tiga DAS Di Indonesia. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 15(2), 109–118.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.