

# **PEMILIHAN METODE INTENSITAS HUJAN YANG SESUAI DENGAN STASIUN HUJAN PEKANBARU**

**Febrira Ulya Astuti<sup>1)</sup>, Andy Hendri<sup>2)</sup>, Yohanna Lilis Handayani<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : febriraulya.astuti@gmail.com

## *Abstract*

*The rainfall intensity is the depth of water per unit time. Rainfall intensity can also be approached by using methods of Mononobe, Van Breen, Haspers Weduwen and Bell Tanimoto. The result of those methods would be compared with intensity of ARR data. The research was conducted to the Siak basin at Pekanbaru rainfall station. Error square mean root peak-weight test would be applied to calculate the deviation. The result of this research showed that Haspers Weduwen and Van Breen method fitted the observed ARR data. The return period years of 2, and 5 resulted in rainfall intensity 6,4219 and 7,9265 by using error square mean root peak-weighted test. Rainfall intensity for the return period is the method of Haspers Weduwen. The return period years of 10, 25, 50 and 100 resulted in rainfall intensity 8,3962; 14,6991; 20,9080 dan 27,7208 by using error square mean root peak-weighted test. And rainfall intensity for the return period is the method of Van Breen. In general, the method according to the station data Pekanbaru is the method of Van Breen. Because it has an average error smallest than the other methods.*

**Keywords:** *Rainfall intensity, Mononobe, Van Breen, Haspers Weduwen, Bell Tanimoto, peak weighted root mean square error test.*

## **A. PENDAHULUAN**

Hujan merupakan komponen yang penting dalam analisis hidrologi pada perancangan debit saluran drainase. Untuk mendesain suatu saluran drainase, penentuan debit rencana menjadi hal yang penting. Perkiraan debit limpahan air hujan yang akan mengalir pada saluran didasarkan atas perhitungan debit puncak banjir dengan menggunakan persamaan Rasional yang memperhitungkan koefisien tampungan dalam saluran.

Menurut Soemarto dalam Suroso (2006), dalam proses pengalihragaman hujan menjadi aliran ada beberapa sifat hujan yang penting untuk diperhatikan, antara lain adalah

intensitas hujan ( $I$ ), lama waktu hujan ( $t$ ), kedalaman hujan ( $d$ ), frekuensi ( $f$ ) dan luas daerah pengaruh hujan.

Menurut Asdak dalam Susilowati (2010), Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Dengan kata lain bahwa intensitas curah hujan menyatakan besarnya curah hujan dalam jangka pendek yang memberikan gambaran derasnya hujan per jam. Untuk mendapatkan nilai intensitas hujan di suatu tempat maka alat penakar hujan yang digunakan harus mampu mencatat besarnya volume hujan dan waktu berlangsungnya hujan sampai hujan tersebut berhenti. Dalam hal ini, alat penakar hujan

yang dimanfaatkan adalah alat penakar hujan otomatis.

Alat tersebut memberikan data hujan jangka pendek (5 menit, 10 menit, 30 menit) dan jam-jaman. Data yang telah diperoleh dari alat tersebut dapat digunakan dalam menentukan curah hujan rencana menggunakan metode-metode intensitas hujan. Namun, perlu disadari bahwa tidak semua DAS memiliki alat ukur hujan otomatis. Sehingga untuk mencari pola distribusi hujan suatu DAS, diperlukan pengalihragaman data hujan harian menjadi hujan jam-jaman.

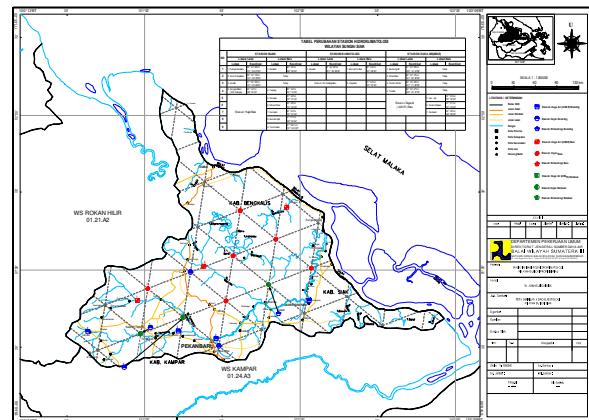
Dengan data hujan harian tersebut dilakukan pendekatan secara empiris dengan berpedoman kepada durasi 60 menit dan pada curah hujan harian maksimum yang terjadi setiap tahun. Analisis intensitas hujan dilakukan menggunakan curah hujan harian maksimum dengan Metode Van Breen, Metode Bell-Tanimoto, Metode Hasper der Weduwen, dan Metode Mononobe.

Satu dari empat metode tersebut akan dipilih yang hasilnya mendekati dengan hasil perhitungan intensitas hujan pengukuran alat otomatis. Penentuan pemilihan metode intensitas hujan yang dipakai berdasarkan perhitungan pendekatan menggunakan metode *peak-weight root mean square error*. Metode terpilih adalah metode yang paling mendekati data-data durasi hujan jangka pendek dan diterapkan pada seluruh periode ulang hujan dan dari hasil tersebut dapat dibentuk Kurva IDF.

## B. METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Umum

Lokasi tugas akhir ini di DAS Siak Provinsi Riau dengan menggunakan data curah hujan jam-jaman dan harian dari Stasiun Pekanbaru. Data curah hujan diperoleh dari Dinas Kimpraswil Provinsi Riau dengan panjang data 5 tahun (2000-2004).



Gambar 1. Peta DAS Siak

Sumber : Badan Wilayah Sungai Sumatera (BWSS) III

### 2. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang diambil dalam prosedur penelitian ini, yaitu :

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur adalah studi kepustakaan guna mendapatkan teori-teori yang berkaitan dengan intensitas hujan dengan menggunakan metode Mononobe, Van Breen, Hasper Der Weduwen, Bell-Tanimoto dan analisis frekuensi.

#### 2. Survei dan Pengumpulan Data

Melakukan survei ke Dinas Kimpraswil Propinsi Riau guna mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penelitian berupa data peta DAS Siak stasiun pekanbaru, data alat pengukur hujan dan data curah hujan jam-jaman dari tahun 2000 sampai dengan 2004.

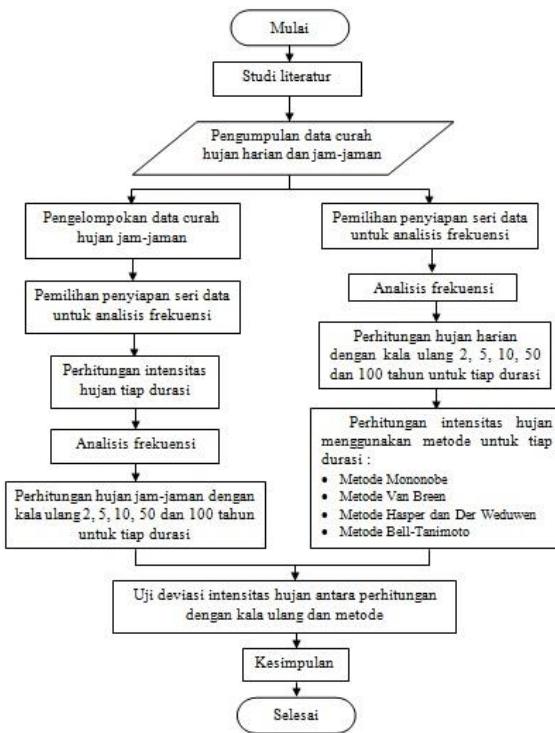
#### 3. Analisis dan Pembahasan

Analisis yang dimaksud adalah menganalisis frekuensi data curah hujan jam-jaman dan menghitung intensitas hujan menggunakan metode Mononobe, Van Breen, Haspers Weduwen, Bell-Tanimoto. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut :

- a. Mengelompokkan data curah hujan jam-jaman (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam) dan data curah hujan harian.

- b. Berdasarkan data hujan tiap durasi yang ada dilakukan pemilihan penyiapan seri data (*partial annual series*) untuk analisis frekuensi jam-jaman dan data seri parsial untuk frekuensi harian.
- c. Menghitung intensitas hujan untuk tiap durasi pada data jam-jaman.
- d. Analisis frekuensi berdasarkan durasi untuk menentukan kala ulangnya.
- e. Menghitung intensitas hujan berdasarkan kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun untuk data curah hujan jam-jaman dan harian.
- f. Besaran intensitas hujan harian dengan kala ulang tertentu digunakan untuk menghitung intensitas hujan menggunakan Metode Van Breen, Metode Bell-Tanimoto, Metode Hasper der Weduwen, dan Metode Mononobe berdasarkan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
- g. Melakukan uji deviasi antara hasil perhitungan intensitas hujan dengan kala ulang dan perhitungan intensitas hujan dengan metode, sehingga diperoleh metode intensitas hujan dan kurva IDF yang sesuai dengan karakteristik data untuk stasiun penakar curah hujan stasiun Pekanbaru untuk tiap kala ulangnya.
- h. Memberikan kesimpulan dan saran.

Sedangkan pembahasan yang dimaksud adalah membandingkan hasil perhitungan intensitas hujan antara hasil pengukuran dengan metode Van Breen, Bell-Tanimoto, Hasper der Weduwen, dan metode Mononobe. Sehingga didapatkan metode intensitas hujan dan kurva IDF yang sesuai dengan data yang diperoleh dari stasiun penakar hujan Pekanbaru. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

## C. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 1. Penyiapan Seri Data

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data curah hujan harian dan jam-jaman yang diperoleh dari stasiun hujan Pekanbaru. Karena ketersediaan data kurang dari 20 tahun, maka digunakan seri data parsial (*partial series*) dengan panjang data sepuluh. Hal tersebut berlaku untuk semua data curah hujan baik curah hujan harian maupun curah hujan jam-jaman.

Tabel 1. Sepuluh Besar Curah Hujan Harian (2000-2004)

No	Curah Hujan (mm)
1	90,5
2	91,0
3	91,5
4	92,0
5	95,0
6	95,0
7	101,0
8	102,0
9	108,5
10	119,0

Tabel 2. Sepuluh Besar Curah Hujan Jammaman (2000-2004)

No	Durasi (jam)			
	Tinggi Hujan (mm)			
	1	2	3	4
1	72,2	72,5	116,9	60,8
2	56,7	71,8	84,2	60,3
3	54,5	65,6	81,4	53,4
4	53,0	57,6	78,3	51,2
5	50,0	54,2	71,3	49,9
6	49,2	52,8	68,8	49,3
7	43,8	52,0	62,2	45,3
8	42,6	51,7	60,3	45,1
9	40,0	50,7	60,2	37,0
10	39,5	49,1	55,0	36,8

## 2. Analisa Frekuensi

Ada beberapa jenis distribusi statistik yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana, seperti distribusi Normal, *Gumbel*, *Log Pearson III*, dan Log Normal. Metode-metode ini harus diuji mana yang bisa dipakai dalam perhitungan. Pengujian tersebut melalui pengukuran dispersi.

Hasil analisa frekuensi data hujan stasiun Pekanbaru adalah intensitas hujan tiap durasi (60, 120 ,180 dan 240 menit) dengan kala ulang tertentu (2, 5 ,10, 25, 50, dan 100 tahun). Besaran intensitas hujan untuk kala ulang T tahun ( $X_T$ ) selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Besaran Intensitas Hujan (mm/jam) Kala Ulang T Tahun ( $X_T$ ) Durasi 60, 120, 180 dan 240 menit

$X_T$ (Tahun)	Durasi (menit)			
	60	120	180	240
2	48,6987	28,2652	23,0291	12,2275
5	59,1907	32,2310	28,6122	13,9616
10	66,1379	34,7388	32,5908	14,8699
25	74,9148	37,5666	37,7017	15,7542
50	81,4260	40,0273	41,4985	16,4595
100	87,8900	42,2077	45,2380	17,0375

Tabel 4. Besaran Intensitas Hujan Harian (mm/jam) Kala Ulang T Tahun ( $X_T$ )

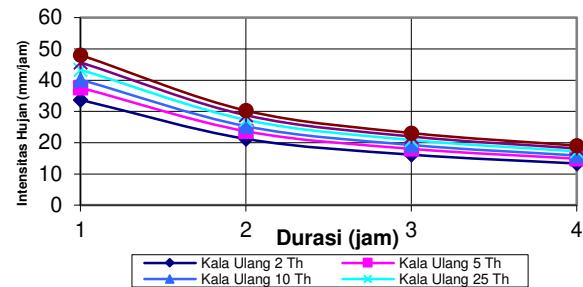
$T_r$ (Tahun)	$X_T$ (mm/hari)
2	97,295
5	108,371
10	115,705
25	124,970
50	131,844
100	138,667

## 3. Analisis Intensitas Hujan

Analisis Intensitas Hujan dilakukan menggunakan Metode Van Breen, Metode Bell-Tanimoto, Metode Hasper der Weduwen, dan Metode Mononobe.

Tabel 5. Intensitas Hujan Metode Mononobe

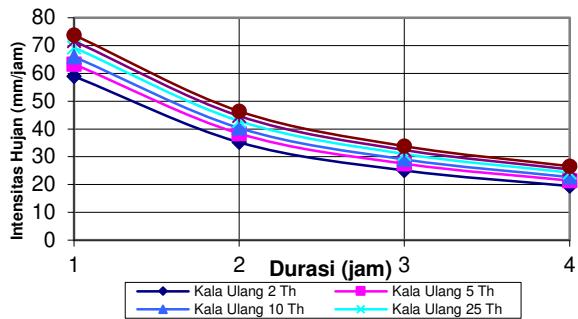
Durasi (menit)	Kala Ulang (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
97,3	108,4	115,7	124,9	131,8	138,7	
60	33,7	37,6	40,1	43,3	45,7	48,1
120	21,3	23,7	25,3	27,3	28,8	30,3
180	16,2	18,1	19,3	20,8	21,9	23,1
240	13,4	14,9	15,9	17,2	18,1	19,08



Gambar 3. Grafik intensitas hujan metode Mononobe tiap kala ulang

Tabel 6. Intensitas Hujan Metode Van Breen

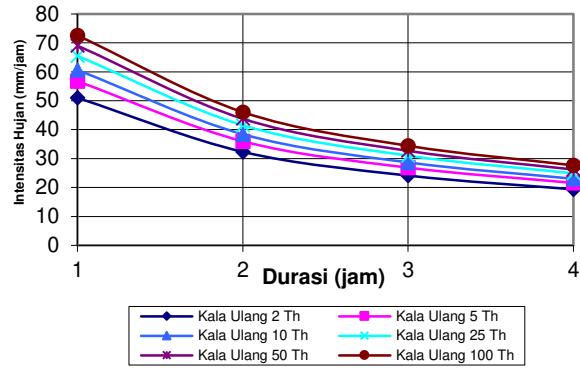
Durasi (menit)	Kala Ulang (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
97,3	108,4	115,7	124,9	131,8	138,7	
60	58,9	63,3	66,0	69,2	71,5	73,7
120	35,2	38,4	40,4	42,9	44,6	46,3
180	25,1	27,5	29,1	31,0	32,4	33,8
240	19,5	21,5	22,7	24,3	25,5	26,6



Gambar 4. Grafik intensitas hujan metode Van Breen tiap kala ulang

Tabel 7. Intensitas Hujan Metode Haspers-Weduwen

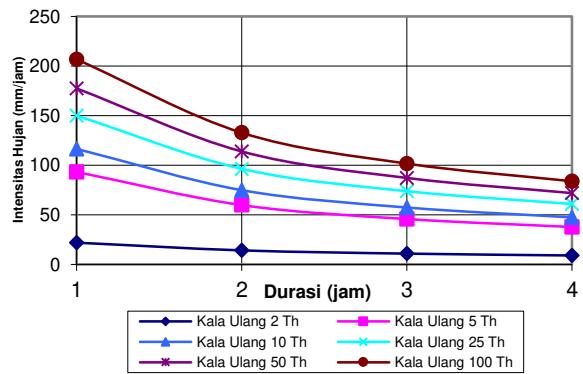
Kala Ulang (Tahun)	Durasi (t) (jam)	X (mm/hari)	Ri	R	I (mm/jam)
2	1	97,3	97,3	50,9	50,9
	2		99,0	64,6	32,3
	3		99,6	72,4	24,1
	4		99,9	77,5	19,4
5	1	108,4	108,4	56,6	56,8
	2		110,8	72,0	36,0
	3		111,6	80,7	26,9
	4		112,1	86,3	21,6
10	1	115,8	115,8	60,6	60,6
	2		118,6	76,9	38,4
	3		119,7	86,1	28,7
	4		120,2	92,2	23,0
25	1	124,9	124,9	65,4	65,4
	2		128,6	83,0	41,5
	3		129,9	93,0	31,0
	4		130,6	99,6	24,9
50	1	131,8	131,8	69,1	69,1
	2		136,1	87,6	43,8
	3		137,6	98,1	32,7
	4		138,4	105,5	26,3
100	1	138,7	138,7	72,6	72,6
	2		143,6	92,1	46,1
	3		145,3	103,2	34,4
	4		146,2	110,5	27,6



Gambar 6. Grafik intensitas hujan metode Haper Weduwen tiap kala ulang

Tabel 8. Intensitas Hujan Metode Bell - Tanimoto

Kala Ulang Tahun	Durasi (t) Menit	X (mm/hari)	R (60,10)	R (t,T)	I (t,T) (mm/jam)
2	60	97,3	32,9	21,9	21,9
	120			28,2	14,1
	180			32,4	10,8
	240			35,6	8,9
5	60	108,4	36,7	93,3	93,3
	120			119,7	59,9
	180			137,4	45,8
	240			151,1	37,8
10	60	115,7	39,1	116,5	116,5
	120			149,5	74,7
	180			171,6	57,2
	240			188,7	47,2
25	60	124,9	42,3	149,9	149,9
	120			192,4	96,2
	180			220,9	73,6
	240			242,9	60,7
50	60	131,8	44,6	177,4	177,4
	120			227,7	113,8
	180			261,4	87,1
	240			287,5	71,9
100	60	138,7	46,9	206,8	206,8
	120			265,5	132,7
	180			304,8	101,6
	240			335,2	83,8



Gambar 7. Grafik intensitas hujan metode Bell-Tanimoto tiap kala ulang

#### 4. Penentuan Rumus Intensitas Hujan

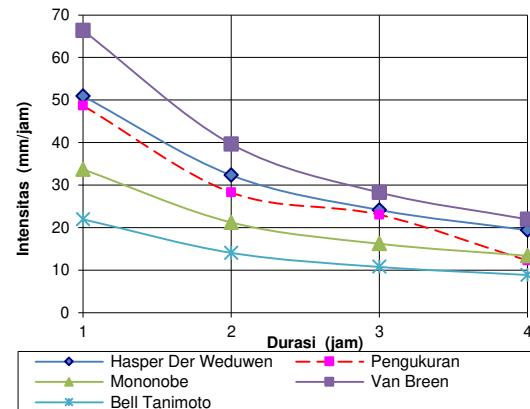
Untuk menentukan rumus intensitas hujan yang dapat dipakai diantara keempat metode intensitas hujan (Metode Mononobe, Van Breen, Bell, dan Hasper-Weduwen) tersebut, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan uji *peak-weight root mean square error*. Pemilihan metode intensitas hujan menggunakan uji *peak-weight root mean square error* yaitu dengan mengambil nilai perbandingan terkecil. Pengujian tersebut dilakukan dengan membandingkan besar/jarak puncak, volume dan waktu dari dua buah *hydrograph*. Kemudian dicari selisih terkecil antara intensitas hujan masing-masing metode, dengan intensitas hujan hasil pengukuran. Semuanya diperbandingkan, dan dipilih yang mempunyai delta terkecil yang mendekati nilai intensitas hujan hasil pengukuran. Hasil dari uji *peak-weight root mean square error* dapat dilihat pada Tabel 9. berikut.

Tabel 9. Uji *peak-weight root mean square error* semua metode untuk tiap kala ulang

No	Kala Ulang	Mononobe	Van Breen	Hasper-Weduwen	Bell-Tanimoto
1	2	23,2	16,1	6,4	41,7
2	5	34,5	8,7	7,9	57,8
3	10	42,2	8,4	12,4	84,7
4	25	51,8	14,7	18,9	125,8
5	50	59,1	20,9	23,9	160,7
6	100	66,3	27,7	29,1	198,9

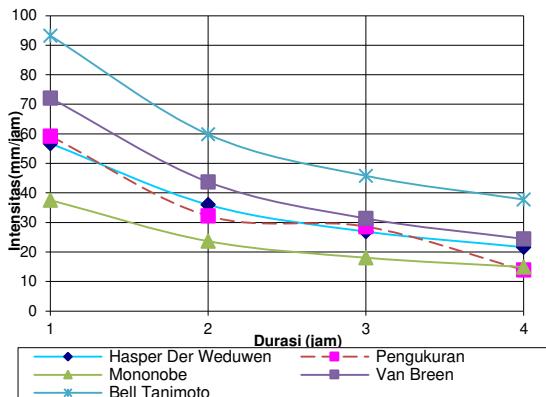
Berdasarkan Tabel 9 di atas diperoleh untuk nilai uji *peak-weighted root mean square error* intensitas hujan kala ulang 2 tahun antara metode Mononobe, Van Breen, Hasper-Weduwen dan Bell-Tanimoto berturut-turut adalah 23,2; 16,1; 6,4 dan 41,7. Metode yang paling mendekati intensitas hujan hasil pengukuran dengan nilai perbandingan terkecil diantara keempat

metode adalah metode Haspers-Weduwen. Adapun kurva perbandingan intensitas hujan hasil pengukuran dengan keempat metode intensitas hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



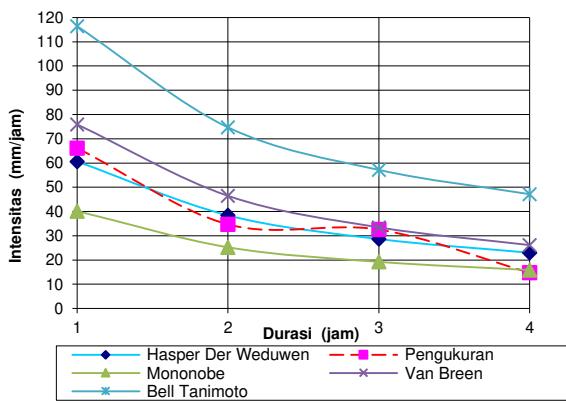
Gambar 8. Kurva Perbandingan Intensitas Hujan Hasil Pengukuran dengan keempat Metode untuk Kala Ulang 2 Tahun

Nilai uji *peak-weighted root mean square error* intensitas hujan kala ulang 5 tahun antara metode Mononobe, Van Breen, Hasper-Weduwen dan Bell-Tanimoto berturut-turut adalah 34,5; 8,7; 7,9 dan 57,8. Metode yang paling mendekati intensitas hujan hasil pengukuran dengan nilai perbandingan terkecil diantara ketiga metode adalah metode Haspers Weduwen. Adapun kurva perbandingan intensitas hujan hasil pengukuran dengan ketiga metode intensitas hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.



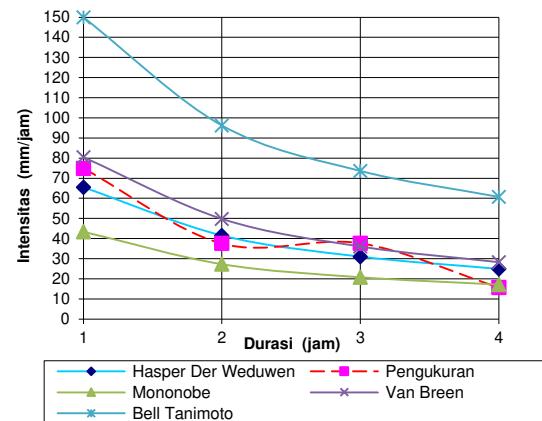
Gambar 9. Kurva Perbandingan Intensitas Hujan Hasil Pengukuran dengan keempat Metode untuk Kala Ulang 5 Tahun

Nilai uji *peak-weighted root mean square error* intensitas hujan kala ulang 10 tahun antara metode Mononobe, Van Breen, Hasper-Weduwen dan Bell-Tanimoto berturut-turut adalah 42,2; 8,4; 12,4 dan 84,7. Metode yang paling mendekati intensitas hujan hasil pengukuran dengan nilai perbandingan terkecil diantara ketiga metode adalah metode Haspers Weduwen. Adapun kurva perbandingan intensitas hujan hasil pengukuran dengan ketiga metode intensitas hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 10.



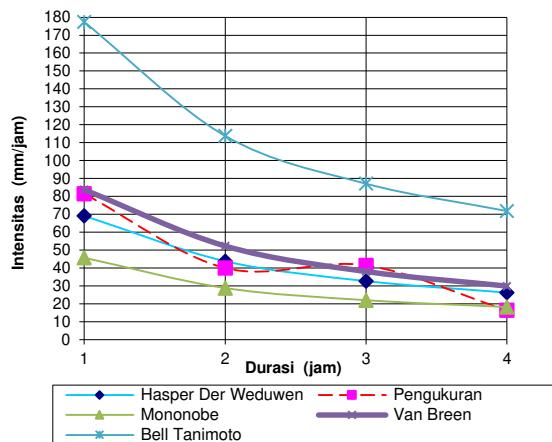
Gambar 10. Kurva Perbandingan Intensitas Hujan Hasil Pengukuran dengan keempat Metode untuk Kala Ulang 10 Tahun

Nilai uji *peak-weighted root mean square error* intensitas hujan kala ulang 25 tahun antara metode Mononobe, Van Breen, Hasper-Weduwen dan Bell-Tanimoto berturut-turut adalah 51,8; 14,7; 18,9 dan 125,8. Metode yang paling mendekati intensitas hujan hasil pengukuran dengan nilai perbandingan terkecil diantara ketiga metode adalah metode Van Breen. Adapun kurva perbandingan intensitas hujan hasil pengukuran dengan ketiga metode intensitas hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 11.



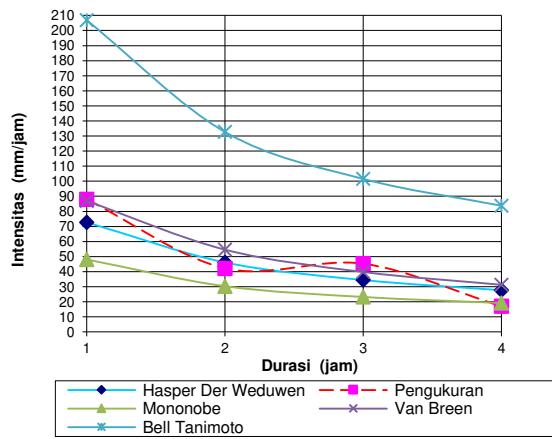
Gambar 11. Kurva Perbandingan Intensitas Hujan Hasil Pengukuran dengan keempat Metode untuk Kala Ulang 25 Tahun

Nilai uji *peak-weighted root mean square error* intensitas hujan kala ulang 25 tahun antara metode Mononobe, Van Breen, Hasper-Weduwen dan Bell-Tanimoto berturut-turut adalah 59,1; 20,9; 23,9 dan 160,7. Metode yang paling mendekati intensitas hujan hasil pengukuran dengan nilai perbandingan terkecil diantara ketiga metode adalah metode Van Breen. Adapun kurva perbandingan intensitas hujan hasil pengukuran dengan ketiga metode intensitas hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Kurva Perbandingan Intensitas Hujan Hasil Pengukuran dengan keempat Metode untuk Kala Ulang 50 Tahun

Nilai uji *peak-weighted root mean square error* intensitas hujan kala ulang 25 tahun antara metode Mononobe, Van Breen, Hasper-Weduwen dan Bell-Tanimoto berturut-turut adalah 66,3; 27,7; 29,1 dan 198,9. Metode yang paling mendekati intensitas hujan hasil pengukuran dengan nilai perbandingan terkecil diantara ketiga metode adalah metode Van Breen. Adapun kurva perbandingan intensitas hujan hasil pengukuran dengan ketiga metode intensitas hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Kurva Perbandingan Intensitas Hujan Hasil Pengukuran dengan keempat Metode untuk Kala Ulang 100 Tahun

Berdasarkan hasil analisa di atas dapat diambil kesimpulan bahwa untuk kala ulang

2, dan 5 tahun, metode yang paling mendekati intensitas hujan hasil pengukuran dengan nilai *error* terkecil diantara keempat metode adalah metode Haspers Weduwen. Intensitas hujan kala ulang 10, 25, 50 dan 100 tahun metode Mononobe, Van Breen, Hasper-Weduwen dan Bell-Tanimoto yang paling mendekati intensitas hujan hasil pengukuran dengan nilai perbandingan terkecil diantara keempat metode adalah metode Van Breen. Sedangkan Metode Mononobe dan Bell Tanimoto tidak menunjukkan Pemilihan Metode Intensitas Hujan Yang Sesuai Dengan Stasiun Hujan Pekanbaru, karena nilai uji *peak-weighted root mean square error*-nya tidak mendekati intensitas hujan hasil pengukuran.

Intensitas Hujan rata-rata secara keseluruhan untuk kala Ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun diperoleh uji *peak-weighted root mean square error* antara metode Mononobe, Van Breen, Hasper-Weduwen dan Bell-Tanimoto berturut-turut adalah 46,179; 16,092; 16,462 dan 111,615. Metode yang cocok dengan data stasiun Pekanbaru secara keseluruhan adalah metode Van Breen, karena memiliki nilai *error* terkecil dibanding metode Mononobe, Haspers-Weduwen, Hasper-Weduwen dan Bell-Tanimoto.

#### D. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Metode intensitas hujan yang sesuai dengan data stasiun Pekanbaru adalah metode Hasper-Weduwen dan Van Breen. Sedangkan metode Mononobe dan Bell Tanimoto tidak menunjukkan pemilihan metode intensitas hujan yang sesuai dengan stasiun hujan pekanbaru.
2. Hasil uji *peak-weighted root mean square error* intensitas hujan untuk kala ulang 2, dan 5 tahun berturut-turut adalah 6,4 dan 7,9. Metode yang cocok dengan data

- stasiun Pekanbaru untuk kala ulang tersebut adalah metode Hasper-Weduwen, karena memiliki nilai *error* terkecil dibanding metode Mononobe, Van Breen dan Bell Tanimoto.
3. Hasil uji *peak-weighted root mean square error* intensitas hujan untuk kala 10, 25, 50 dan 100 tahun berturut-turut adalah 8,4; 14,7; 20,9 dan 27,7. Metode yang cocok dengan data stasiun Pekanbaru untuk kala ulang tersebut adalah metode Van Breen, karena memiliki nilai *error* terkecil dibanding metode Mononobe, Haspers-Weduwen dan Bell Tanimoto.
  4. Kala Ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun diperoleh uji *peak-weighted root mean square error* intensitas hujan rata-rata antara metode Mononobe, Van Breen dan Bell Tanimoto berturut-turut adalah 46,179; 16,092; 16,462 dan 111,615. Metode yang cocok dengan data stasiun Pekanbaru secara keseluruhan adalah metode Van Breen, karena memiliki nilai perbandingan terkecil dibanding metode Mononobe, Haspers-Weduwen dan Bell Tanimoto.
- #### E. SARAN
- Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditulis saran yaitu:
1. Perlu data curah hujan jam-jaman yang panjang untuk mendapatkan nilai intensitas hujan yang akurat.
  2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk stasiun hujan yang lainnya, sehingga memberikan gambaran yang akurat metode intensitas hujan mana yang sesuai untuk daerah Pekanbaru.
- #### F. DAFTAR PUSTAKA
- Asy'ari, A. Z., & Nirmala, I.** (2008). Identifikasi Fenomena Banjir Tahunan Menggunakan SIG Dan Perencanaan Drainase Di Kecamatan Panjatan Kulonprogo. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Handayani, Y. L., Hendri, A., & Suherly, H.** (2007). Pemilihan Metode Intensitas Hujan Yang Sesuai Dengan Karakteristik Stasiun Pekanbaru . *Jurnal Teknik Sipil Volume 8, No.1*.
- Kamiana, I. M.** (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nasution, A.** (2007). Uji Intensitas Hujan Dengan Metode Mononobe Di Daerah Pengaliran Sungai (DPS) Kampar. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Putra, P. A., & Handajani, M.** (2010). Evaluasi Permasalahan Sistem Drainase Kawasan Jeruk Purut, Kecamatan Pasar Minggu, Kotamadya Jakarta Selatan.
- Suripin.** (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelaanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Susilowati & Kusumastuti, D. I.** (2010). Analisa Karakteristik Curah Hujan Dan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Di Propinsi Lampung . *Jurnal Rekayasa Vol.14 No.1*.
- Triyatmodjo, B.** (2009). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Handayani, Y. L., Hendri, A., & Aditya, A.** (Oktober 2013). Analisa Hujan Rancangan Partial Series Dengan Berbagai Perpanjangan Data Dan Kala Ulang Hujan . *Jurnal Teknik Sipil Volume 12, No.3 , 221-223*.