

ANALISIS POTENSI LIMPASAN PERMUKAAN (*RUN OFF*) DI KAWASAN INDUSTRI MEDAN MENGGUNAKAN METODE SCS

Yudha Hanova¹

¹Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Medan

Alamat korespondensi :

email : yudhahanova.88@gmail.com

Abstract. Flood disaster at the region Medan Industrial Estate resulted the losses in infrastructure, farming, and residence. Flood discharge at Medan Industrial Estate are influenced by surface runoff from several catchment area in Medan Industrial Estate. Analysis of potential for surface runoff is expected to provide input and information to find alternative solutions appropriate flood mitigation. Discharge of surface runoff were analyzed using SCS method with the return period of 1, 2 and 5 Years. Rainfall data are obtained BMKG Stations of Maritim Belawan. Effective rainfall calculated using SCS-CN method on condition AMC III (wet conditions). The results of the analysis of the potential for surface runoff maximum for 1 year return period on DAS I, II, III, IV, V, and VI was 17.631 m³/s, 22.183 m³/s, 12.621 m³/s, 11.338 m³/s, 18.224 m³/st, dan 15.839 m³/s. To return period of 2 years was 31.234 m³/sec, 39.235 m³/s, 22.351 m³/det, 20.044 m³/det, 32.300 m³/det, dan 28.097 m³/det. For the return period of 5 years is 45.346 m³/s, 56.926 m³/s, 32.446 m³/s, 29.076 m³/s, 46.903 m³/s, dan 40.816 m³/s.

Keywords : *Flood, surface Runoff.*

Abstrak. Bencana banjir di Wilayah Kawasan Industri Medan mengakibatkan kerugian di sektor infrastruktur, persawahan, dan pemukiman. Debit banjir di Kawasan Industri Medan dipengaruhi oleh limpasan permukaan (*run off*) dari beberapa DAS yang ada di wilayah Kawasan Industri Medan. Analisis potensi limpasan permukaan ini diharapkan mampu memberikan masukan dan sumber informasi dalam upaya menemukan solusi alternatif penanganan banjir yang tepat sasaran. Debit limpasan permukaan dianalisis menggunakan Metode SCS dengan kala ulang 1, 2 dan 5 Tahun. Data hujan yang digunakan bersumber Stasiun BMKG Maritim Belawan. Hujan efektif dihitung menggunakan metode SCS-CN pada kondisi AMC III (kondisi basah). Hasil analisis potensi limpasan permukaan maksimum untuk kala ulang 1 Tahun pada DAS I, II, III, IV, V, dan VI adalah 17.631 m³/det, 22.183 m³/det, 12.621 m³/det, 11.338 m³/det, 18.224 m³/det, dan 15.839 m³/det. Untuk kala ulang 2 tahun adalah 31.234 m³/det, 39.235 m³/det, 22.351 m³/det, 20.044 m³/det, 32.300 m³/det, dan 28.097 m³/det. Selanjutnya untuk kala ulang 5 tahun adalah 45.346 m³/det, 56.926 m³/det, 32.446 m³/det, 29.076 m³/det, 46.903 m³/det, dan 40.816 m³/det.

Kata kunci : *Banjir, Limpasan Permukaan.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bencana banjir di Kawasan Industri Medan menjadi salah satu isu penting yang timbul dalam pengembangan dan keberlanjutan Kawasan Industri Medan. Bencana banjir tersebut mengakibatkan kerusakan dan kerugian infrastruktur, persawahan, dan pemukiman masyarakat. Selain itu bencana banjir juga mengakibatkan terganggunya kegiatan operasional pabrik yang berada wilayah genangan.

Solusi alternatif yang cepat dan tepat dalam penanganan bencana banjir baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang harus segera dilakukan mengingat dampak bencana banjir tersebut semakin luas dan frekuensinya semakin sering terjadi.

Analisis potensi limpasan permukaan ini diharapkan mampu memberikan masukan dan sumber informasi dalam upaya menemukan solusi alternatif penanganan banjir yang tepat sasaran.

Tinjauan Pustaka

Analisis Frekwensi Hujan

Sri Harto (2000) dan Triatmodjo (2010) menjelaskan bahwa analisis frekwensi hujan digunakan untuk menentukan periode ulang hujan rencana yang tertentu, yaitu menunjukkan kemungkinan besarnya curah hujan

akan tersamai atau terlampaui selama periode waktu tertentu. Beberapa sebaran yang akan digunakan dalam melakukan analisis frekwensi antara lain adalah: sebaran Normal, sebaran Log Normal, sebaran Log Pearson III dan sebaran Gumbel. Untuk memilih jenis sebaran yang sesuai terhadap suatu seri data tertentu, perlu diselidiki parameter-parameter statistiknya

Penelitian jenis sebaran dilakukan dengan mencocokkan nilai parameter-parameter statistik tersebut dengan syarat-syarat dari masing-masing jenis sebaran. Adapun syarat-syarat tersebut adalah:

- Distribusi normal: $C_s \approx 0$ dan $C_k \approx 3$. Sifat lainnya: $P(X - S) = 15,87\%$, $P(X) = 50\%$, dan $P(X + S) = 84,14\%$.
- Distribusi Log Normal: $C_s \approx 3C_v$, dan C_s selalu positif.
- Distribusi Gumbel: $C_s = 1,1396$ dan $C_k = 5,4002$
- Distribusi Log Pearson III: Apabila data statistik tidak menunjukkan distribusi manapun.

Untuk mengetahui kesesuaian distribusi yang digunakan, dilakukan 2 pengujian yaitu pengujian Smirnov Kolmogorov dan pengujian Chi Kuadrat

Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan kemungkinan untuk tiap varian dari distribusi empiris dan distribusi teoritisnya akan terdapat perbedaan (Δ) tertentu.

$$\Delta_{Maks} = P(X) - P(X_i) < \Delta_{cr}$$

dengan :

Δ_{Maks} = Perbedaan maksimum antara data hujan dengan garis teoritis.

$P(X)$ = Probabilitas dari distribusi hujan empiris

$P(X_i)$ = Probabilitas dari distribusi hujan teoritis.

Δ_{cr} = Perbedaan maksimum yang diijinkan

Distribusi dikatakan sesuai jika dari pengujian diperoleh harga-harga Δ_{Maks} lebih kecil dari Δ_{cr} .

Uji Chi-Kuadrat (χ^2)

Pengujian ini didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas, dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di dalam kelas tersebut:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \leq \chi^2_{cr}$$

dengan :

χ^2 = harga Chi-kuadrat terhitung

χ^2_{cr} = harga Chi-kuadrat kritik

Ef = frekwensi yang diharapkan

Of = frekwensi yang terbaca

Hujan Efektif

Ada beberapa cara yang dapat dipakai untuk memperkirakan besaran hujan efektif yaitu metode *Phi* (Φ) dan metode *Soil Conservation Service* (SCS). Metode *Soil Conservation Service* (SCS) memperkirakan besaran hujan efektif dengan cara memperhitungkan variabel *Curve Number* (CN) yang merupakan fungsi karakteristik DAS yang digunakan untuk menentukan besarnya retensi potensial maksimum, yang berpengaruh pada besarnya nilai hujan efektif (Chow *et. al.*, 1988). Persamaan untuk menghitung hujan efektif metode SCS dituliskan sebagai berikut.

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

dengan:

P_e : kedalaman hujan efektif (mm),

P : kedalaman hujan (mm),

S : retensi potensial maksimum (mm).

Retensi potensial maksimum (S) air oleh tanah, sebagian besar terjadi karena infiltrasi (Bambang Triatmodjo, 2008). Untuk menghitung retensi potensial maksimum, digunakan persamaan berikut ini.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Nilai CN berlaku untuk *antecedent moisture condition* (AMC_{II}) atau kondisi kelengasan awal normal. Untuk kondisi kering (AMC_I) atau kondisi basah (AMC_{III}), nilai CN ekuivalen dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini.

$$CN_{(I)} = \frac{4.2 CN_{(II)}}{10 - 0.058 CN_{(II)}}$$

Hidrograf Satuan

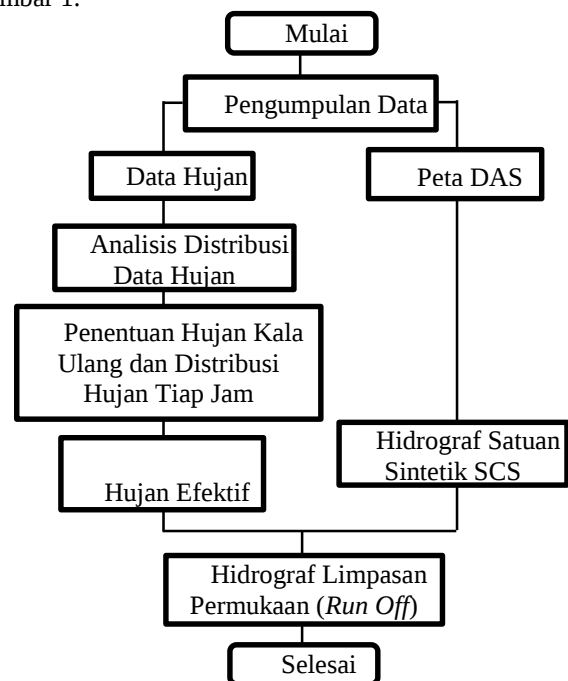
Metode hidrograf satuan digunakan untuk memperkirakan banjir rancangan. *The SCS dimensionless unit hydrograph* adalah hidrograf satuan sintesis dimana debit dinyatakan dalam rasio perbandingan debit terhadap debit puncak (Q_t/Q_p) dan rasio perbandingan waktu terhadap waktu yang diperlukan untuk mencapai waktu puncak (t/T_p) (Chow *et. al.*, 1988).

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian analisis potensi limpasan permukaan (*run off*) di wilayah DAS Kawasan Industri Medan secara garis besar mencakup beberapa kegiatan yaitu :

- Mengidentifikasi dan menentukan luas DAS di Wilayah Kawasan Industri Medan.
- Mengumpulkan informasi data hujan harian maksimum dari Stasiun BMKG Maritim Belawan.
- Menganalisis distribusi data hujan harian maksimum untuk menentukan hujan kala ulang.
- Menentukan distribusi hujan efektif tiap jam.
- Menganalisis hidrograf satuan sintetik menggunakan Metode SCS.
- Menghitung limpasan permukaan untuk kala ulang 1, 2 dan 5 tahun.

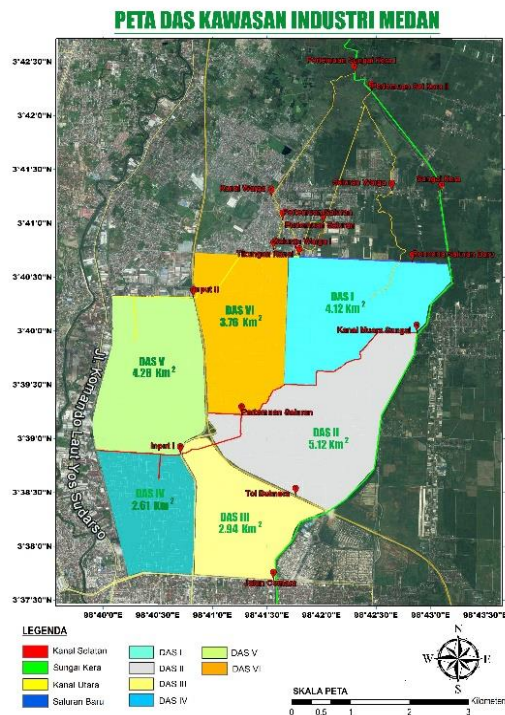
Bagan alir tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

DAS Kawasan Industri Medan



Gambar 2. Peta DAS Kawasan Industri Medan

Sub DAS yang berada di sekitar Kawasan Industri Medan seperti terlihat pada Gambar 2. Menunjukkan kawasan DAS yang dilayani oleh kanal utara dan kanal selatan PT. KIM. Debit limpasan permukaan yang jatuh di DAS I, V, dan VI dilayani oleh kanal utara. Sedangkan DAS II, III, dan IV dilayani oleh kanal selatan. Aktivitas masyarakat maupun perusahaan pengembang yang melakukan perubahan/alih fungsi lahan akan mempengaruhi respon DAS terhadap input air hujan yang jatuh di kawasan DAS tersebut. Hal ini tentunya berpengaruh terhadap besarnya debit limpasan permukaan yang terjadi.

Hujan Kala Ulang

Data hujan yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari data hujan harian stasiun BMKG Maritim Belawan. Berdasarkan hasil perhitungan analisis statistik menggunakan metode chi-kuadrat dan smirnov-kolmogorov maka diputuskan bahwa kala ulang yang digunakan adalah **distribusi log-normal**. Nilai kala ulang tersebut dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Periode Hujan Kala Ulang

No	Kala Ulang (Tahun)	HUJAN (mm)
1	1	68.95
2	2	120.90
3	5	174.82

Distribusi Hujan Tiap Jam

Curah hujan yang jatuh di Wilayah DAS Kawasan Industri Medan diasumsikan terjadi merata di seluruh DAS. Sedangkan pola distribusi hujan tiap jam didasarkan pada hujan deras yang tercatat oleh alat ukur hujan otomatis. Karena kurangnya data hujan otomatis maka penurunan distribusi hujan tiap jam dianalisis menggunakan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hari Indra Prayoga (2004) di DAS Cimanuk Jawa Barat di stasiun Bantar Merak, Sukatali, dan Dam Kamun. Pola distribusi hujan tiap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Hujan Tiap Jam

Durasi (Jam)	Kala Ulang (Tahun)		
	1	2	5
0	0.00	0.00	0.00
1	17.6	30.88	44.65
2	17.1	30.08	43.50
3	15.8	27.72	40.09
4	9.94	17.43	25.21
5	5.48	9.61	13.90
6	2.95	5.17	7.48

Hujan Efektif

Hujan Efektif dihitung menggunakan metode SCS-CN. Nilai hujan efektif yang dianalisis untuk mendapatkan hidrograf limpasan langsung adalah nilai hujan efektif pada kondisi AMC III, dimana lahan dianggap hampir tidak lagi mampu meresapkan air kedalam tanah. Distribusi hujan efektif dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hujan efektif

Durasi (Jam)	Kala Ulang (Tahun)		
	1	2	5
0	0.00	0.00	0.00
1	15.17	28.33	42.05
2	17.03	30.01	43.45
3	15.77	27.70	40.07
4	9.92	17.42	25.20
5	5.47	9.61	13.90
6	2.95	5.17	7.48
P			
Total (mm)	66.31	118.23	172.15

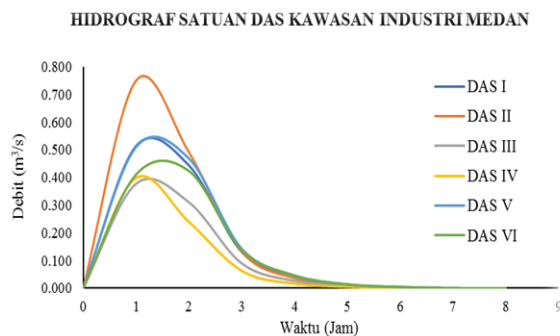
Hidrograf Satuan

Berdasarkan luas wilayah DAS seperti pada Gambar 2 diatas, hidrograf satuan dihitung dengan metode hidrograf sintetik SCS. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hidrograf Satuan DAS

HS DAS I	HS DAS II	HS DAS III	HS DAS IV	HS DAS V	HS DAS VI
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
00	00	00	00	00	00
0.5	0.7	0.3	0.3	0.5	0.4
13	49	78	99	10	11
0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	0.4
43	91	11	40	70	25
0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
31	33	90	63	44	39
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	37	27	17	45	47
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	10	08	05	14	15
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
04	02	03	01	05	05
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
00	00	00	00	01	01
				0.0	0.0
				00	00

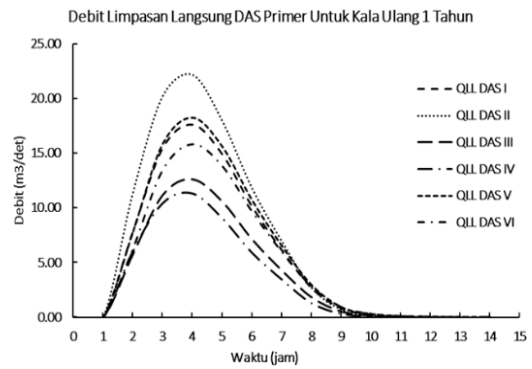
Hidrograf satuan DAS di Wilayah Kawasan Industri medan juga disajikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 3.



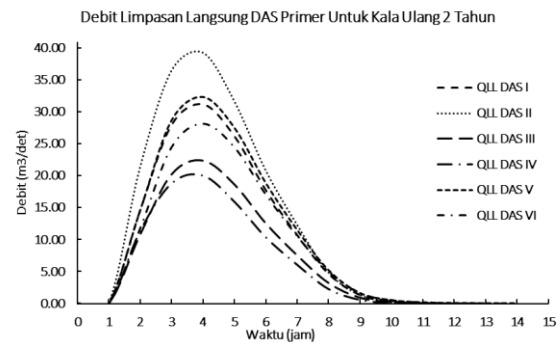
Gambar 3. Hidrograf Satuan DAS di Wilayah Kawasan Industri Medan.

Debit Limpasan Permukaan (*Runoff*)

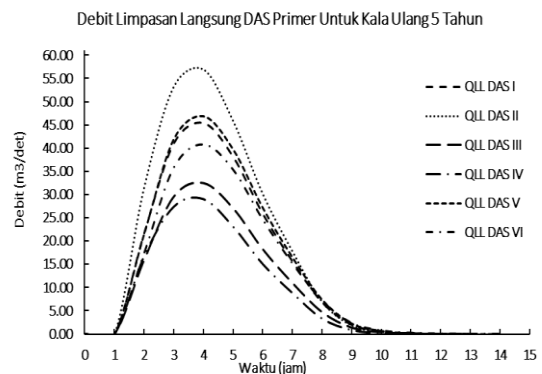
Debit limpasan Permukaan (*Runoff*) untuk DAS di Wilayah Kawasan Industri Medan dianalisis berdasarkan karakteristik dan respon di masing-masing DAS yang dapat dilihat dari nilai hidrograf satuan. Hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 4, 5, dan 6.



Gambar 4. Hidrograf Limpasan Permukaan untuk Kala Ulang 1 Tahun



Gambar 5. Hidrograf Limpasan Permukaan untuk Kala Ulang 2 Tahun



Gambar 6. Hidrograf Limpasan Permukaan untuk Kala Ulang 5 Tahun

Hasil analisis debit limpasan permukaan maksimum untuk kala ulang 1 Tahun seperti terlihat pada Gambar 4 untuk DAS I, II, III, IV, V, dan VI adalah 17.631 m³/det, 22.183 m³/det, 12.621 m³/det, 11.338 m³/det, 18.224 m³/det, dan 15.839 m³/det. Sedangkan untuk kala ulang 2 tahun pada Gambar 5. adalah 31.234 m³/det, 39.235 m³/det, 22.351 m³/det, 20.044 m³/det, 32.300 m³/det, dan 28.097 m³/det. Selanjutnya untuk kala ulang 5 tahun seperti ditunjukkan pada Gambar 6. adalah 45.346 m³/det, 56.926 m³/det, 32.446 m³/det, 29.076 m³/det, 46.903 m³/det, dan 40.816 m³/det.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Debit limpasan permukaan maksimum yang akan mengalir ke kanal utara diberikan oleh DAS V

sebesar 18.224 m³/det untuk kala ulang 1 tahun, 28.600 m³/det untuk kala ulang 2 tahun dan 46.903 m³/det untuk kala ulang 5 tahun.

- Debit limpasan permukaan maksimum yang akan mengalir ke kanal selatan diberikan oleh DAS II sebesar 22.183 m³/det untuk kala ulang 1 tahun, 39.235 m³/det untuk kala ulang 2 tahun dan 45.869 m³/det untuk kala ulang 5 tahun.

Saran

- Debit limpasan permukaan untuk DAS di Wilayah Kawasan Industri Medan sebaiknya dianalisis menggunakan metode lainnya untuk mendapatkan perbandingan hasil perhitungan yang relevan
- Jika hasil analisis debit limpasan permukaan ini dipergunakan untuk mendimensi / merekonstruksi kanal utara dan kanal selatan sebaiknya dianalisis juga penelusuran aliran agar hasilnya lebih representatif dan sesuai dengan kondisi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo, 2010, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Betta Offset.
- Budiawan, S, S. 2012. Pendugaan Debit Puncak Menggunakan Model Rasional Dan SCS-CN (Soil Conservation Service-Curve Number). Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Jakarta.
- Chow, V.T., D.R., Maidment dan L.W., May, 1988, *Applied Hydrology*, New York. U.S.A : McGraw-Hill.
- Sriyono, E. 2013. *Analisis Debit Banjir Rencana Situ Lebak Wangi, Bogor Jawa Barat*. Seminar Nasional Ke 8 Tahun 2013 : Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi.
- Rachmad Jayadi., 2000, *Hidrologi I, Pengenalan Hidrologi*, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ronaldo, T, P., L, Kawet., Wuisan,E, M., H, Tangkudung. 2013, *Studi Perbandingan Antara Hidrograf SCS (Soil Conservation Service) dan Metode Rasional pada DAS Tikala*. Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.3, Februari 2013 (171-176).
- Sri Harto, BR. 2000 *Hidrologi, Teori, Masalah, Penyelesaian*. Yogyakarta : Nafiri Offset.
- Wibowo, H. 2010, *Aplikasi Model Hidrograf Satuan Sintesis US SCS Dalam Upaya Optimasi Tata Guna Lahan Daerah Aliran Sungai Mempawah Kalimantan Barat*. Jurnal Rekayasa Vol.14 No. 1, April 2010.
- Hanova, Y,. 2014, *Pengembangan Perangkat Lunak Model Simulasi Hidrologi Untuk Pengendalian Banjir Wilayah Sungai Bengawan Solo Hulu*. Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yulyana, A, 2014, *Pengaruh Perubahan Tataguna Lahan Terhadap Karakteristik Hidrograf Banjir*. Jurnal Tekno Global, Vol. 3 No. 1, Des 2014.