

ANALISIS DEBIT MUATAN SEDIMEN DASAR PADA MUARA SUNGAI OGAN

Reni Andayani⁴, Dimitri Yulianti⁵

email: re_an3@yahoo.com

Abstrak: Sungai Ogan merupakan salah satu sungai besar yang ada di Provinsi Sumatera Selatan yang juga melewati beberapa kabupaten, dengan hulu berada di Kabupaten Ogan Komering Ulu, melewati wilayah Kabupaten Ogan Komering Ilir, Ogan Ilir dan muara berada di Kota Palembang. Sungai Ogan memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena dimanfaatkan sebagai sumber air baku PDAM Tirta Musi, sumber air penduduk wilayah sungai, dan sebagai sarana transportasi sungai. Tingginya sedimentasi yang terjadi, dapat mengakibatkan pendangkalan di bagian muara Sungai Ogan, banjir pada saat air pasang dan terhambatnya lalu-lintas kapal pada saat air surut, serta mengganggu kinerja intake PDAM. Untuk penanggulangan masalah sedimentasi ini, maka perlu dilakukan penelitian mengenai besaran laju atau debit muatan sedimen dasar (*bed load*). Pada penelitian ini digunakan metode Meyer-Peter dan Muller yang merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa atau menghitung debit muatan sedimen dasar (*bed load*). Pengambilan sampel dilakukan pada 3 titik di muara Sungai Ogan, yang hasilnya akan dilakukan uji saringan dan ukuran sedimen di laboratorium. Selanjutnya untuk keperluan perhitungan debit muatan sedimen dasar ini, juga dilakukan pengumpulan data sekunder berupa data curah hujan selama 10 tahun yang didapat BMKG, data *Catchmen Area* yang akan dianalisis bersama hasil uji sampel. Dari hasil analisis debit puncak di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ogan bagian muara didapat sebesar 49,07 m³/det. Perhitungan debit sedimen dasar digunakan metode meyer-peter dan muller didapat bahwa debit sedimen di muara sungai ogan adalah $2,6 \times 10^{-5}$ m³/s/m.

Kata kunci: sedimen dasar, sedimentasi, sungai ogan

Abstract: Ogan River is one of the major rivers in South Sumatra Province which also passes through several districts, with upstream being in Ogan Komering Ulu District, passing through Ogan Komering Ilir Regency, Ogan Ilir and estuary areas in Palembang City. The Ogan River has a high economic value because it is used as a raw water source for PDAM Tirta Musi, water sources for the residents of the river area, and as a means of river transportation. The high sedimentation that occurs can result in siltation in the Ogan River estuary, flooding during high tide and the obstruction of ship traffic during low tide, and disrupt the performance of PDAM intakes. To overcome this sedimentation problem, it is necessary to do research on the rate or discharge of basic sediment load (*bed load*). In this study, the Meyer-Peter and Muller method was used which is one method that can be used to analyze or calculate basic load discharge (*bed load*). Sampling was carried out at 3 points at the mouth of the Ogan River, the results of which will be carried out sieve tests and sediment sizes in the laboratory. Furthermore, for the purposes of calculating this basic sediment load discharge, secondary data collection was also carried out in the form of 10 years of rainfall data obtained by BMKG, *Catchmen Area* data to be analyzed along with the sample test results. From the results of the analysis of peak discharge in the Ogan Watershed in the estuary section it was obtained at 49.07 m³ / sec. The calculation of the basic sediment discharge was used by the meyer-peter and muller method. It was found that the sediment discharge at the river mouth was 2.6×10^{-5} m³ / s / m.

Keywords: basic sediment, sedimentation, ogan river

^{4,5} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

PENDAHULUAN

Proses sedimentasi merupakan merupakan proses pengendapan sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti. Proses sedimentasi ini akan menyebabkan pendangkalan di daerah dimana aliran bermuara, di sungai maupun laut.

Sungai Ogan merupakan salah satu sungai besar yang ada di Provinsi Sumatera Selatan. Sungai ini juga melewati beberapa

kabupaten, dengan hulu berada di Kabupaten Ogan Komering Ulu, melewati wilayah Kabupaten Ogan Komering Ilir, Ogan Ilir dan muara berada di Kota Palembang. Sungai Ogan yang melalui Kota Palembang secara keseluruhan memiliki panjang 2000 m, lebar 300-400 m dan kedalaman 5-10 m, yang kemudian bermuara ke Sungai Musi.

Sungai Ogan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Di wilayah kota Palembang, Sungai Ogan dimanfaatkan sebagai sumber air baku PDAM Tirta Musi, sumber air penduduk

wilayah sungai, dan sebagai sarana transportasi sungai. Tingginya sedimentasi yang terjadi, dapat mengakibatkan pendangkalan di bagian muara Sungai Ogan. Dampak lain yang dapat ditimbulkan berupa banjir pada saat air pasang dan terhambatnya lalu-lintas kapal pada saat air surut, serta mengganggu kinerja intake PDAM.

Untuk penanggulangan masalah sedimentasi ini, maka perlu terlebih dahulu dilakukan penelitian mengenai besaran laju atau debit muatan sedimen dasar (*bed load*). Pada penelitian ini digunakan metode Meyer-Peter dan Muller yang merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa atau menghitung debit muatan sedimen dasar (*bed load*).

Permasalahan

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dikemukakan maka dapat dibuat rumusan permasalahan yaitu: Berapa besar debit muatan sedimen dasar yang terjadi di muara Sungai Ogan?

TINJAUAN PUSTAKA

Muara Sungai

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Permasalahan di muara sungai dapat ditinjau di bagian mulut sungai (*river mouth*) dan estuari. Mulut sungai adalah bagian paling hilir dari muara sungai yang langsung bertemu dengan laut. Sedangkan *estuari* adalah bagian dari sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut. Muara sungai berfungsi sebagai pengeluaran atau aliran debit sungai, terutama pada waktu banjir, ke laut. Selain itu muara sungai juga harus melewati debit yang ditimbulkan oleh pasang surut, yang bisa lebih besar dari debit sungai. sehingga muara sungai harus cukup lebar dan dalam.

Morfologi Sungai

Morfologi sungai adalah ilmu yang mempelajari sifat, jenis dan perilaku sungai dengan semua aspek perubahannya dalam dimensi ruang dan waktu. Gejala morfologi yang mempengaruhi sungai adalah (Arta O. Boangmanalu, 2012):

1. Keadaan daerah aliran sungai, yang meliputi unsur topografi, vegetasi,

geologi tanah dan penggunaan tanah yang berpengaruh terhadap koefisien rembesan pengaliran, sifat curah hujan serta keadaan hidrologi.

2. Hidrologi di palung sungai.
3. Material dasar saluran, tebing serta berubahnya alur aliran.
4. Aktivitas manusia diantaranya:
 - a. Dibangunnya prasarana air.
 - b. Pengambilan material dasar sungai, tebing sungai dan bantaran sungai.
 - c. Pembuangan material dan sampah ke sungai.

Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pengendapan material yang terangkut oleh alirandari bagian hulu akibat dari erosi. Sungai-sungai membawa sedimen dalam setiapalirannya. Sedimen dapat berada di berbagai lokasi dalam aliran, tergantung padakeeseimbangan antara kecepatan ke atas pada partikel (gaya tarik dan gaya angkat) dan kecepatan pengendapan partikel. Ada 3 (tiga) macam pergerakan angkutan sedimen yaitu:

1. *Bed Load Transport*

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhandisebut dengan *bed load*. Adanya *bed load* ditunjukkan oleh gerakan partikeldi dasar sungai yang ukurannya besar, gerakan itu dapat bergeser, menggeling atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasarsungai.

2. *Was Load Transport*

Wash load adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*), yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang.

3. *Suspended Load Transport*

Suspended load adalah material dasar sungai (*bed material*) yang melayang didalam aliran dan terutama terdiri dari butir pasir halus yang senantiasa mengambang di atas dasar sungai, karena selalu didorong oleh turbulensi aliran. *Suspended load* itu sendiri umumnya bergantung pada kecepatan

jatuhatau lebih dikenal dengan *fall velocity*.

Analisis Curah Hujan

Metode Rata-Rata Aljabar

Metode perhitungan dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arichmetic mean*) pengukuran curah hujan di stasiun hujan didalam area tersebut dengan mengasumsikan bahwa semua stasiun hujan mempunyai pengaruh yang setara. Metode ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika topografi rata atau datar, stasiun hujan banyak dan tersebar secara merata di area tersebut serta hasil penakaran masing-masing stasiun hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh stasiun hujan di seluruh area.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n}$$

Keterangan:

\bar{R} = Curah hujan rata-rata DAS (mm).

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan pada setiap stasiun hujan (mm).

n = Banyaknya stasiun hujan.

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu.

Rumus-rumus yang digunakan:

Menurut *Mononobe*

Jika data curah hujan yang ada hanya curah hujan harian. Rumus yang digunakan (Sosrodarsono, 2003):

$$I = \frac{R_2}{24} \cdot \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam).

t = Lamanya curah hujan (jam).

R_2 = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

Debit Banjir Rencana

Menurut Suripin (2004) ada beberapa metode untuk memperkirakan debitbanjir rencana. Metode yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Dalam prakteknya perkiraan debit banjir dilakukan dengan beberapa metoda dan debit banjir rencana ditentukan berdasarkan pertimbangan teknis (*engineering judgement*). metode yang digunakan adalah:

Metode Rasional

Perhitungan metode rasional adalah yang paling umum digunakan, menggunakan rumus sebagai berikut (Sosrodarsono, 2003):

$$Q = \frac{1}{3,6} f \cdot r \cdot A = 0,277f$$

Keterangan:

Q = Debit banjir rencana (m^3/det).

F = Koefisien pengaliran.

r = Intensitas hujan selama t jam (mm/jam).

$$r = \frac{R_2}{24} \frac{24^{\frac{2}{3}}}{T}$$

R_2 = Curah hujan harian (mm).

T = $\frac{L}{W}$.

T = Waktu tiba banjir (jam).

W = $20 \frac{H^{0,6}}{l}$ (m/det) atau $72 \frac{H^{0,6}}{l}$ (km/det).

W = Kecepatan tiba dari banjir (m/det atau km/jam).

l = Jarak dari ujung hulu sampai ke titik yang di tinjau (km).

A = Luas DAS (k^2).

H = Beda tinggi ujung hulu dengan titik yang di tinjau (m).

Koefisien pengaliran (f) tergantung dari beberapa faktor antara lain jenis tanah, kemiringan, vegetasi, luas dan bentuk pengaliran sungai. Sedang besarnya nilai koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 1, berikut:

Tabel 1 Koefisien Pengaliran

Kondisi Daerah Pengaliran	Koefisien Pengaliran (f)
Daerah pegunungan berlereng terjal	0,75-0,90
Daerah perbukitan	0,70-0,80
Tanah bergelombang dan semak-semak	0,50-0,75
Tanah daratan yang ditanami	0,45-0,65
Persawahan irigasi	0,70-0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75-0,85
Sungai kecil di daratan	0,45-0,75
Sungainya besar yang setengah dari daerah pengalirannya terdiri dari daratan	0,50-0,75

Sumber: Sosrodarsono, 2003

Metode Meyer-Peter dan Muller

Dalam penelitian ini, perhitungan transport sedimen menggunakan metode Meyer-Peter dan Muller (1934) yaitu sebagai berikut (Mardjiko, 1985):

Rumus ini dikembangkan di Zurich (Swiss) untuk sedimen kasar, seragam dengan $\rho_s = 2680 \frac{kg}{m^3}$. Hubungan paling sesuai adalah sebagai berikut:

$$\frac{q^{2/3} \cdot I}{d} = a + b \frac{T_b^{2/3}}{d}$$

Keterangan:

q = Debit tiap satuan lebar tiap satuan waktu yang menentukan bed load T_b
 $(\frac{m^3}{m \cdot d})$.

T_b = Berat bed load di air tiap satuan lebar tiap satuan waktu $(\frac{kg \cdot f}{m \cdot d})$.

d = Diameter butir (m).

I = Kemiringan garis energy.

a, b = Koefisien.

Dengan rumus STRICKLER $U = K_s \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$ diperoleh kemiringan garis energi akibat gesekan butiran (I') sebagai fungsi I total sebagai berikut:

$I' = (\frac{K_s}{K_s'})^2 \cdot I$ yang kemudian diperbaiki berdasarkan percobaan menjadi:

$$I' = (\frac{K_s}{K_s'})^{3/2}$$

Sehingga:

$$\mu = \frac{I'}{I} = (\frac{K_s}{K_s'})^{3/2} \text{ disebut Ripple Factor}$$

Keterangan:

K_s = Koefisien kekasaran Strickler.

K_s' = Akibat butiran (*grain*).

Untuk *bed load* rumus Meyer-Peter dan Muller yang paling sesuai dengan percobaan adalah:

Rumus Meyer-Peter dan Muller yang digunakan untuk mencari sedimen dasar (q_b) (Resnie Bella, 2014).

$$\gamma_w \left(\frac{K_s}{K_s'} \right)^{3/2} h_l = 0,047(\gamma_s - \gamma_w) d_m + 0,25 \rho_w^{1/3} (q_b')^{2/3}$$

Keterangan:

γ_w = Berat jenis air $(\frac{t}{m^3})$.

$\left(\frac{K_s}{K_s'} \right)^{3/2} = \mu = \text{“ripple factor”}; K_s' =$

$$\frac{2}{d_9^{1/6}} \left(\frac{m^{1/3}}{d} \right)$$

γ_s = Berat jenis sedimen (solid material) $(\frac{t}{m^3})$.

d_m = Diameter median $\approx d_5 - d_6$ (m).

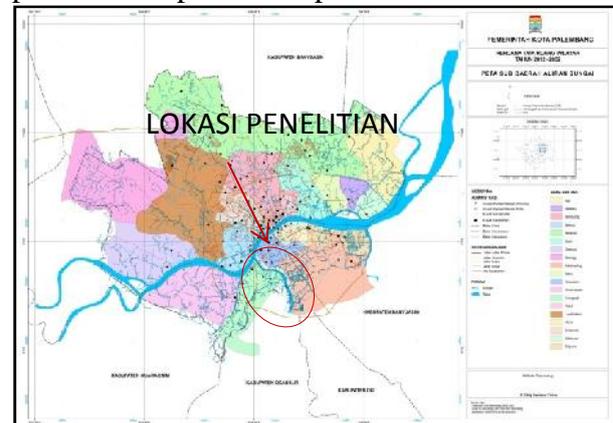
ρ_w = Rapat massa air (Kg/m^3) .

q_b' = Debit muatan sedimen dasar $(\frac{t}{m \cdot d})$.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada titik koordinat $2^055' - 3^015'$ Lintang Selatan dan diantara $104^020' - 104^048'$ Bujur Timur di muara Sungai Ogan Kota Palembang. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Daerah Aliran Sungai Ogan Kota Palembang

(Sumber: Departemen PU. Direkjen. SDA Balai Wilayah Sungai Sumatera VIII).

Sungai Ogan merupakan salah satu sungai terbesar di Sumatera Selatan, yang melalui Kabupaten Ogan Komering Ulu (OKU), Ogan Komering Ilir (OKI), Ogan Ilir (OI) dan Kota Palembang yang pada akhirnya bermuara ke Sungai Musi.

Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data yang berhubungan dengan analisis sedimentasi pada muara Sungai Ogan Kota Palembang. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Bahan-bahan penelitian disesuaikan dengan rumusan dan tujuan yang diajukan sebelumnya, yaitu sangat erat hubungannya dengan kondisi fisik muara Sungai Ogan Kota Palembang, maka pengambilan data dilakukan sebagai berikut:

Pengumpulan Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan, data tersebut berupa sampel sedimen dasar. Sampel sedimen yang diambil sebanyak 6 sampel di 3 titik masing-masing 1000 ml. Sampel sedimen diambil pada tiga titik yaitu di 1 Ulu, 15 Ulu dan 15 Ulu ujung diambil dibagian tengah sungai dan selanjutnya akan diuji di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Tridinanti Palembang untuk mengetahui analisis ayak sedimen dan berat jenis sedimen yang ada.

Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari berbagai instansi yang berkenaan langsung dengan penelitian seperti:

1. Peta lokasi, didapat dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Balai Wilayah Sungai Sumatera VIII.
2. Data curah hujan 10 tahun (2008-2017), didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kelas I Kenten Kota Palembang dan stasiun penakar hujan yang digunakan adalah stasiun Plaju Kota Palembang.
3. Morfologi Sungai Ogan Kota Palembang, didapat dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Palembang.

Pengujian Sampel Sedimen

Sampel sedimen yang telah diambil dari lokasi penelitian selanjutnya akan diperiksa di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Tridinanti Palembang. Pemeriksaan atau analisa di laboratorium ini bertujuan untuk mengetahui Analisis ayak sedimen dan berat jenis sedimen.

Analisis Data

Setelah semua data-data yang diperlukan telah terkumpul, dapat kita lanjutkan dengan analisis data primer dan sekunder, sebagai berikut:

- a. Melakukan analisa data curah hujan dan debit puncak.
- b. Menganalisa besar debit sedimen dasar yang terjadi di muara Sungai Ogan (q_b).

PEMBAHASAN

Deskripsi Lokasi Studi

Lokasi studi berada di muara Sungai Ogan Kota Palembang yaitu di daerah 1 Ulu, 15 Ulu dan 15 Ulu ujung Kota Palembang. Seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2 Lokasi Titik Penelitian

(Sumber: Google Earth)

Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Ogan Kota Palembang adalah 423,85 Ha. Penggunaan lahan terdiri dari bangunan rumah (atap), jalan lingkungan (aspal), *open space*, halaman kereta api, industri.

Analisis Curah Hujan

Pada perhitungan analisis curah hujan ini dibutuhkan data curah hujan yang didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kelas I Kenten Kota Palembang dengan stasiun penakar hujan yang digunakan adalah stasiun Plaju. Menggunakan data runtun waktu (*time series*), bentang data yang didapat merupakan data curah hujan 10 tahun, dimana data tersebut dikumpulkan secara berkala pada interval waktu dari tahun 2008-2017. Data curah hujan dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Analisis Parametik Statistik

Dari data curah hujan maksimum bulanan untuk stasiun Plaju selama 10 tahun, maka tahapan selanjutnya yang dapat dilakukan yaitu uji kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Maka diperlukan pendekatan dengan parameter-parameter statistik yang telah dihitung seperti pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 Perhitungan Parameter Statistika Kesesuaian Distribusi

No	Thn	Hujan (X_i)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
		mm	mm	Mm	Mm	Mm
1	2008	46.0	-60.25	3630.06	-218711.27	13177353.75
2	2009	89.0	-17.25	297.56	-5132.95	88543.44
3	2010	151.0	44.75	2002.56	89614.67	4010256.57
4	2011	95.0	-11.25	126.56	-1423.83	16018.07
5	2012	115.0	8.75	76.56	669.92	5861.82
6	2013	134.0	27.75	770.06	21369.23	592996.25
7	2014	85.0	-21.25	451.56	-9595.70	203908.69
8	2015	138.0	31.75	1008.06	32005.98	1016190.00
9	2016	104.0	-2.25	5.06	-11.39	25.63
10	2017	105.5	-0.75	0.56	-0.42	0.32
Jumlah		1062.5	0.00	8368.63	-91215.75	19111154.54

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Perhitungan parameter statistik didapat dengan rincian sebagai berikut:

1. $\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n}$

Penyelesaian :

$$\bar{x} = \frac{1062.5}{10} = 106.25 \text{ mm}$$

2. Simpangan Baku (S_d)

Rumus :

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{X_i - \bar{X}\}^2}{n - 1}}$$

Penyelesaian :

$$S_d = \sqrt{\frac{8368.63}{10 - 1}} = 30.50 \text{ mm}$$

3. Koefisien Variasi (C_v)

Rumus :

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}}$$

Penyelesaian :

$$C_v = \frac{30.50}{106.25} = 0.29$$

4. Koefisien Skweness (C_s)

Rumus :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3}{(n - 1)(n - 2)S_d^3}$$

Penyelesaian :

$$C_s = \frac{10 (-91215.75)}{(10 - 1)(10 - 2)(30.50)^3} = 0.45$$

5. Koefisien Kurtosis

Rumus :

$$C_k = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S_d^4}$$

Penyelesaian :

$$C_k = \frac{10 (19111154.54)}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)(30.50)^4} = 0.44$$

Setelah dilakukan perhitungan distribusi dengan menggunakan parameter-parameter statistik, maka didapatkan nilai $C_s = 0.45$ dan $C_k = 0.44$, sebagai syarat-syarat nilai pengujian dispersi yang sesuai dengan jenis distribusi Log-Pearson III.

Analisis Frekuensi Curah Hujan

Menggunakan distribusi Log-Pearson III yang didapat dari hasil pengujian dispersi dan menyesuaikan ketentuan pada tabel 2, maka selanjutnya dapat dihitung analisis frekuensi curah hujannya.

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi Log-Pearson III dijelaskan sebagai berikut :

1. Rata – Rata (Log X_i)

Rumus :

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum L X_i}{n}$$

Penyelesaian :

$$\bar{x} = \frac{20.07}{10} = 2.01 \text{ mm}$$

2. Simpangan Baku (S_d)

Rumus :

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{L X_i - L \bar{X}\}^2}{n - 1}}$$

Penyelesaian :

$$S_d = \sqrt{\frac{0.1936}{10 - 1}} = 0.147 \text{ mm}$$

3. Koefisien Kemencengan (C_s)

Rumus :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(X)\}^3}{(n - 1)(n - 2)S_d^3}$$

Penyelesaian :

$$C_s = \frac{10 (-0.031933)}{(10 - 1)(10 - 2)(0.147)^3} = -1.40 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi Log-Pearson III, diperoleh nilai Koefisien Skweness (C_s) sebesar -1.40 yang digunakan

untuk mencari nilai K_t pada perhitungan periode ulang tertentu menggunakan Log-Pearson III.

Hujan bulanan maksimum periode ulang (T) = 10 Tahun.

$$\log X_t = \overline{\log X} + k (\overline{S \log X})$$

$$\log X_t = 2.01 + (1.041 \times 0.147)$$

$$= 2.163$$

$$X_t = \text{Anti Log } 2.163$$

$$X_t = 10^{2.1}$$

$$X_t = 145.55 \text{ mm}$$

Selanjutnya hasil perhitungan dengan periode ulang 10 tahunan yang telah diuraikan diatas, didapat periode ulang hujan dengan curah hujan yang dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3 Parameter Statistik Kesesuaian Distribusi

Periode Ulang Hujan	Log \bar{x}	S L	K_t	log X_t	Curah Hujan (mm/jam)
10	2.01	0.147	1.041	2.163	145.55

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Uji Chi - Kuadrat

Pada perhitungan ini, uji *Chi-Kuadrat* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi telah dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Hasil dari distribusi tersebut perlu diuji kecocokannya antara distribusi curah hujan terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Dengan perhitungan nilai parameter statistik kesesuaian distribusi tabel 4 dan tabel 4 sesuai dengan prosedur uji *Chi-Kuadrat*.

Tabel 4 Pengukuran Data Curah Hujan

No	X_i (mm)	X_i diurutkan dari besar - kecil	Log X_i
1	46.0	151.0	2.18
2	89.0	138.0	2.14
3	151.0	134.0	2.13
4	95.0	115.0	2.06
5	115.0	105.5	2.02
6	134.0	104.0	2.02
7	85.0	95.0	1.98
8	138.0	89.0	1.95
9	104.0	85.0	1.93
10	105.5	46.0	1.66

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Selanjutnya menghitung jumlah kelas dengan jumlah data (n) 10 tahun.

$$\text{Kelas Distribusi (K)} = 1 + 3.3 \text{ Log } n$$

$$= 1 + 3.3 \text{ Log } 10$$

$$= 4.5 \quad 5 \text{ Kelas}$$

Setelah didapatkan kelas sebanyak 5 kelas, maka dapat dihitung derajat kebebasan (D_k) dan X^2_c dengan parameter (p) = 2, sehingga didapat :

$$D_k = K - (p + 1)$$

$$= 5 - (2 + 1)$$

$$= 2$$

Menggunakan data yang ada seperti, jumlah data (n) = 10, $\alpha = 1\%$, dan $D_k = 2$, maka didapat nilai X^2_c sebesar 9.210 (tabel nilai parameter *Chi-Kuadrat* Kritis (X^2_c) pada lampiran).

Langkah selanjutnya menghitung kelas distribusi. Diketahui nilai $D_k = 2$, $X^2_c = 9.210$, dan jumlah kelas = 5, maka nilai kelas distribusi itu sendiri adalah $\frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$.

Setelah diketahui nilai kelas distribusinya sebesar 20%, maka dapat ditentukan interval distribusi 20%, 40%, 60%, dan 80%.

1. Presentase 20%

$$P(x) = 20\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0.2} = 5 T \text{ hu}$$

2. Presentase 40%

$$P(x) = 40\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0.4} = 2.5 T \text{ hu}$$

3. Presentase 60%

$$P(x) = 60\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0.6} = 1.67 T \text{ hu}$$

4. Presentase 80%

$$P(x) = 80\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0.8} = 1.25 T \text{ hu}$$

Setelah diketahui interval kelas untuk distribusi Log-Pearson III, maka dapat dilakukan analisis uji distribusi probabilitas *Chi-Kuadrat* seperti pada tabel 5 dibawah ini

Tabel 5 Analisis Uji Distribusi Probabilitas *Chi-Kuadrat*

Periode Ulang Hujan	Log \bar{x}	$SL \bar{X}$	K_t	$\log X_t$	Curah Hujan (mm/jam)
5	2.01	0.147	0.832	2.132	135.519
2.5			0.326	2.058	114.288
1.67			-0.940	1.872	74.473
1.25			-2.423	1.654	45.082

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Prosedur dalam menentukan nilai K_t yang tidak terdapat dalam tabel distribusi Log-Pearson III menggunakan prinsip interpolasi, sebagai berikut :

$$Y = Y_1 + \frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)} x (Y_2 - Y_1)$$

1. Periode ulang hujan 2.5

Penyelesaian :

$$Y = 0.2250 + \frac{(2.5-2)}{(5-2)} x (0.832 - 0.2250) = 0.326$$

2. Periode ulang hujan 1.67

$$Y = -3.2710 + \frac{(1.6 - 1.0)}{(2 - 1.0)} x (0.2250 - (-3.2710)) = -0.940$$

3. Periode ulang hujan 1.25

$$Y = -3.2710 + \frac{(1.2 - 1.0)}{(2 - 1.0)} x (0.2250 - (-3.2710)) = -2.423$$

Selanjutnya menghitung nilai X^2 dengan menggunakan interval curah hujan pada tabel 5.6 dengan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 6, sebagai berikut :

Tabel 6 Perhitungan Nilai X^2

No	Interval	E_t	O_t	$(O_t - E_t)^2$	$\frac{(O_t - E_t)^2}{E_t}$
1	>135.519	2	2	0	0
2	114.288 - 135.519	2	2	0	0
3	74.473 - 114.288	2	5	9	4.5
4	45.082 - 74.473	2	1	1	0.5
5	< 45.082	2	0	4	2
Jumlah		10	10	14	$X^2 = 7$

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Dari perhitungan nilai X^2 yang terdapat pada tabel 8 diatas, diperoleh X^2 dengan nilai $7 <$ nilai X^2_c dengan nilai 9.210, sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi tersebut dapat diterima.

Analisis Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah curah hujan per satuan waktu. Setelah dilakukan pengujian *Chi-Kuadrat* maka periode ulang

yang dipakai Log-Pearson III. Data curah hujan yang didapat dalam bulanan. Metode yang dipakai untuk mendapatkan data dalam satuan waktu dapat menggunakan metode Mononobe. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan bulanan, maka intensitas hujan dapat dihitung. Dari perbedaan kontur bagian hulu dan hilir sungai :

$$\begin{aligned} \Delta h &= (h_1 - h_2) \\ &= 6 - 4 \\ &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemudian dilakukan perhitungan maka kemiringan (S) dengan panjang (L).

$$\begin{aligned} S &= \frac{\Delta h}{L} \\ &= \frac{2}{1090} \\ &= 0,0018 \end{aligned}$$

Setelah didapat kemiringan sebesar 0,0018, maka dilakukan perhitungan waktu konsentrasi (t_c), dengan $L = 1,090 \text{ km}$

$$\begin{aligned} (t_c) &= \left(\frac{0,8 x^2}{1 x} \right)^{0,3} \\ &= \left(\frac{0,8 x 1,0^2}{1 x 0,0} \right)^{0,3} \\ &= 0,81 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Periode ulang 10 tahun diperoleh hujan rencana sebesar 145,55 mm/jam maka untuk waktu $t_c = 0,81 \text{ Jam}$, didapatkan intensitas hujan sebesar.

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_2}{2} \left(\frac{2}{t_c} \right)^{2/3} \\ &= 145,55/24 \left(\frac{2}{0,8} \right)^{2/3} \\ &= 58,66 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan Koefisien Gabungan

Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Ogan Kota Palembang adalah 4238532,16m². Penggunaan lahan terdiri dari bangunan rumah (atap) seluas 3853314,08m², jalan lingkungan (aspal) seluas 80219,52m², open space seluas 238713,71m², halaman kereta api seluas 45073,40m², industry seluas 21211,45m², dapat dihitung besarnya koefisien gabungan aliran (C_g), data luas didapat dari AutoCad, berikut ini adalah tabel perhitungan (C_g).

Tabel 9 Nilai Koefisien Aliran

No	Komposisi	Luas (m ²)	Nilai C
1	Atap	3853314,08	0,95
2	Jalan Aspal	80219,52	0,95
3	Open Space	238713,71	0,25
4	Halaman Kereta Api	45073,40	0,35

5	Industri	21211,45	0,80
	Jumlah	4238532,16	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Rumus Koefisien Aliran:

$$C_g = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Penyelesaian:

$$C_g = \frac{(3853314,08 \times 0,9) + (80219,52 \times 0,9) + (238713,71 \times 0,2) + (45073,40 \times 0,3) + (21211,45 \times 0,8)}{4238532,16}$$

$$= 0,71$$

Perhitungan Debit Puncak

Setelah diketahui intensitas curah hujan selanjutnya dapat dihitung debit banjir puncak atau disebut juga dengan debit limpasan (*run off*) dengan menggunakan rumus rasional. Berikut perhitungan debit puncak dengan periode ulang 10 tahun, luas DAS 423,85 Ha, intensitas hujan 246 mm/jam dan koefisien pengaliran 0,71.

$$Q_p = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,00278 \cdot 0,71 \cdot 58,66 \cdot 423,85$$

$$= 49,07 \text{ m}^3 / \text{dt}$$

Analisis Perhitungan Sedimen Dasar

(*Bed Load*)

Pengambilan Sampel

Sampel sedimen dasar diambil langsung dari lokasi penelitian yang ditinjau yaitu di muara Sungai Ogan Kota Palembang. Sampel sedimen yang diambil sebanyak 3 sampel dengan ukuran botol 1500 ml. Sampel sedimen diambil pada tiga titik yaitu di 1 Ulu, 15 Ulu dan 15 Ulu ujung diambil dibagian tengah sungai.

Pengujian Sampel Di Laboratorium

Setelah sampel sedimen tersebut didapatkan maka tahapan selanjutnya yaitu pengujian sampel sedimen di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Tridianti Palembang untuk mengetahui analisis ayak sedimen dan berat jenis sedimen yang ada.

Analisis Ayak Sedimen

Setelah sedimen terpisah dari air maka dapat dilakukan tahapan selanjutnya yaitu pengujian analisis ayak sedimen, pengujian analisis ayak sedimen ini bertujuan untuk mendapatkan hasil pembagian butiran agregat kasar, sedang dan halus, dari hasil pengujian tersebut didapatkan persen lolos saringan d_3 diameter butiran 0,180

mm, persen lolos saringan d_5 diameter butiran 0,230 mm, persen lolos saringan d_6 diameter butiran 0,320 mm dan persen lolos saringan d_9 diameter butiran 3,000 mm.

Berat Jenis Sedimen

Setelah pengujian analisis ayak sedimen selesai maka dapat dilanjutkan ketahapan pengujian berikutnya yaitu pemeriksaan berat jenis sedimen, pemeriksaan berat jenis sedimen ini didapatkan hasil berat jenis sedimen rata-rata yaitu $1,13 \text{ gr/c}^3$.

Analisis Debit Sedimen Dasar

Untuk menghitung debit sedimen dasar diperlukan data sebagai berikut:

1. Lebar sungai (B) = 300 m
2. Kedalaman (R) = 5 m
3. Debit banjir (Q_p) = $49,07 \text{ m}^3/\text{det}$
4. Luas (A) = $4238532,16 \text{ m}^2$
5. Rapat massa air (ρ_w) = 1000 kg/m^3 (ketentuan ρ_w dapat dilihat pada table 2.12)
6. Rapat massa butiran (ρ_s) = 2680 kg/m^3 (ketentuan ρ_s dapat dilihat pada halaman 50)
7. Grafitasi (g) = $9,8 \text{ m/d}^3$
8. Kemiringan (I) = 0,0018
9. Dari pengujian sampel berat jenis sedimen data yang diperoleh berupa diameter butiran untuk:

$$d_3 = 0,180 \text{ mm}$$

$$d_5 = 0,230 \text{ mm}$$

$$d_6 = 0,320 \text{ mm}$$

$$d_9 = 3,000 \text{ mm}$$

Dari data yang telah diketahui diatas, maka dapat dilakukan perhitungan debit muatan sedimen dasar menggunakan metode Meyer-Peter dan Muller.

Sebelum dilakukan perhitungan debit muatan sedimen dasar, terlebih dahulu dilakukan perhitungan kecepatan aliran sungai sebagai berikut:

$$U = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{4,0}{,1}$$

$$= 1,16 \times 10^{-5} \text{ m/dt}$$

Untuk mencari radius hidraulik adalah sebagai berikut:

$$A = 300 (5) = 1500 \text{ m}^2$$

$$P = 300 + 2 (5) = 310 \text{ m}$$

$$R = \frac{1}{3}$$

$$= 4,84 \text{ m} \approx 5 \text{ m}$$

Untuk memenuhi kebutuhan perhitungan kecepatan aliran turbulen maka dicari terlebih dahulu kecepatan geser di dasar sungai:

$$U_* = \sqrt{g \times h \times I}$$

$$= \sqrt{9,8 \times 5 \times 0,0018}$$

$$= 0,3 \text{ m/det}$$

Kecepatan aliran turbulen adalah:

$$\bar{U}_5 = 5,75 \cdot U_* \cdot \log\left(\frac{3 \times x}{d_5}\right)$$

$$= 5,75 \times 0,3 \times \log\left(\frac{3 \times 5}{0,2}\right)$$

$$= 4,93 \text{ m/dt}$$

Nilai koefisien aliran adalah:

$$C = 18 \log \frac{1 \cdot R}{d_9}$$

$$= 18 \times \log \frac{1 \times 5}{3}$$

$$= 23,42 \text{ m}^{1/2}/\text{dt}$$

Nilai koefisien aliran Cd_5 adalah sebagai berikut:

$$Cd_5 = 18 \log \frac{1 \cdot R}{d_5}$$

$$= 18 \times \log \frac{1 \times 5}{0,2}$$

$$= 43,50 \text{ m}^{1/2}/\text{dt}$$

Nilai koefisien kekasaran *ripple factor* $\mu = \left(\frac{K_s}{K_s'}\right)^{3/2}$ dapat dilihat pada persamaan 2.51, adalah sebagai berikut:

$$\mu = \left(\frac{c}{cd_5}\right)^{3/2}$$

$$= \left(\frac{2,4}{4,5}\right)^{3/2}$$

$$= 0,40$$

Selanjutnya hasil dari perhitungan diatas disubstitusikan ke dalam persamaan sebagai berikut:

$$\gamma_w \left(\frac{K_s}{K_s'}\right)^{3/2} hI = 0,047(\gamma_s - \gamma_w)d_5 + 0,25\rho_w^{1/3}(q_b')^{2/3}$$

$$1 \times 0,40 \times 5 \times 0,0018 = 0,047(1,13-1) 0,230 + 0,25(1000)^{1/3}(q_b')^{2/3}$$

$$0,0036 = 0,0014 + 2,5(q_b')^{2/3}$$

$$0,0036 - 0,0014 = 2,5(q_b')^{2/3}$$

$$2,5(q_b')^{2/3} = 0,0022$$

$$q_b' = \left(\frac{0,0}{2,5}\right)^{3/2}$$

$$q_b' = 2,6 \times 10^{-5} \text{ ton/s/m}$$

SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan didapat simpulan bahwa dengan debit puncak sebesar $49,07 \text{ m}^3/\text{det}$ dan luas Daerah

Aliran Sungai sebesar 423,85 Ha didapat besar debit sedimen di muara Sungai Ogan Kota Palembang sebesar $2,6 \times 10^{-5} \text{ ton/s/m}$.

SARAN

1. Untuk ketelitian disarankan penelitian selanjutnya menggunakan lebih dari 1 stasiun hujan.
2. Peneliti selanjutnya disarankan mengukur sedimen layang dengan menggunakan peralatan seperti *sediment sampler* U.S.D.H.48 dan *current meter* agar dapat menghitung sedimen total.

DAFTAR PUSTAKA

- Arta O. Boangmanalu, 2012, *Kajian Laju Angkutan Sedimen Pada Sungai Wampu*, Universitas Sumatera Utara.
- Aryo Nugroho, Sekti & Syahrizal, 2011, *Perencanaan Bendungan Penahan Sedimen Kali Putih Pasca Erupsi 2010, Tugas Akhir*, Semarang: Jurusan Teknik Sipil Undip
- Harto, Sri, 1993, *Analisis Hidrologi*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kurnia Oktavia Usman, 2014, *Analisis Sedimentasi Pada Muara Sungai Komerling*, Universitas Sriwijaya.
- Kamiana, I Made, 2011, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Air*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lanaria Pangestu, 2014, *Studi Kasus Imbangan Angkutan Sedimen Di Kali Krasak*, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mardjikoeno, P, 1993, *Angkutan Sedimen*, Yogyakarta: UGM.
- Olviana Mokonio, 2013, *Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Saluwangko Desa Tounalet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa*. Universitas Sama Ratulangi.

- Resnie Bella, 2014, *Analisis Perhitungan Muatan Sedimen (Bed Load) Pada Muara Sungai Lilin Kabupaten Musi-Banyuasin*. Universitas Sriwijaya.
- Soemarto, C. D, 1987, *Hidrologi Teknik*, Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno, 1995, *Aplikasi Metode Statistika untuk Analisa Data*, Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, Kensaku Takeda, 2003, *Hidrologi untuk Pengairan*, Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta: Andi.