

**PENGARUH KOEFISIEN KEKASRAN CHEZY TERHADAP ANGKUTAN SEDIMEN  
DASARSUNGAI DI RUAS JEMBATAN MAESA-NUNU PALU****Fadel Muhammad<sup>1</sup> dan Alifi Yunar<sup>2</sup>**

*<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako  
Jl. Soekarno-Hatta Km. 9 Palu, Sulawesi Tengah.  
Email: fadelmuh13579@gmail.com*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Koefisien Kekasaran Chezy* terhadap Angkutan Sedimen Dasar Sungai di Ruas Jembatan Gantung Maesa-Nunu. Pengambilan sampel dilakukan pada 13 segmen, tiap segmen di butuhkan 3 jam pada pengambilan sampel sedimen. Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh *Koefisien Kekasaran Chezy* terhadap Angkutan Sedimen Dasar Sungai yaitu terdapat perbedaan pada kedua persamaan yang digunakan, dengan menggunakan persamaan kutter di dapatkan berbanding terbalik yang dimana koefisien kekasaran Chezy di dapatkan semakin kecil dan angkutan sedimen semakin besar hal di pengaruhi oleh perbedaan tingkat kekasaran pada dasar saluran di tiap segmen. Sedangkan menggunakan persamaan bazin didapatkan berbanding lurus yang dimana semakin besar koefisien kekasaran chezy dan semakin besar pula angkutan sedimenya.

**Kata kunci :** Sedimen, Kekasaran Chezy, Angkutan Sedimen**Abstract**

*This study aims to determine the effect of the Coefficient Roughness Chezy Riverbed on Sediment Transport in the Maesa-Nunu Suspension Bridge Section. Sampling was carried out on 13 segments, each segment needed 3 hours of sediment sampling. The results of this study indicate the effect of the Chezy Roughness Coefficient on Riverbed Sediment Transport, namely that there are differences in the two equations used, by using the cutter equation it is obtained inversely, where the Chezy roughness coefficient is obtained the smaller and the greater the sediment transport is influenced by the difference in level. roughness at the bottom of the channel in each segment. Meanwhile, using the bazin equation, it is found to be directly proportional, where the greater the chezy roughness coefficient and the greater the sediment transport.*

**Key words:** Sediment, Chezy Roughness, Sediment Transport

## **1. Pendahuluan**

Sungai merupakan salah satu sumberdaya air yang memiliki banyak manfaat bagi kehidupan umat manusia. Manfaat sungai bagi kehidupan umat manusia antara lain, sebagai sumber air minum, pembangkit tenaga listrik, perikanan, pariwisata, pengendali intrusi air laut, maupun sebagai saluran drainase alami. Sungai dapat berfungsi dengan baik apabila sungai berada dalam keadaan stabil. Sungai yang ada pada kategori stabil adalah sungai yang tidak mengalami perubahan kedalaman dasar perairan dan bentukan dari sungai tersebut. Namun, sungai sebagai saluran terbuka alami (natural flow channel) memiliki kecepatan aliran yang kadang berubah-ubah jadi pada aliran sungai. Keadaan kecepatan aliran yang berubah-ubah ini mempengaruhi stabilitas sungai sendiri sebagai saluran terbuka, karena perubahan kecepatan aliran tersebut dapat mengakibatkan terjadinya gerusan (scouring) di satu sisi dan pengendapan (sedimentasi) di sisi lain. Terjadinya gerusan (scour) dan sedimentasi tadi tentunya akan mempengaruhi stabilitas sungai. (Rang Raju, 1986)

Sungai Palu merupakan salah satu aliran yang terbentuk oleh pertemuan sungai miu dan sungai gumbasa dan bermuara di teluk palu. Sungai Palu dan sungai-sungai lain di kota Palu hampir memiliki karakter sungai yang sama ditinjau dari keadaan topografinya. Pada sungai Palu terdapat adanya gejala terbentuknya sedimentasi pada alur sungai yaitu disebabkan suatu kondisi dan karakteristik sungai (tanah berpasir) perbedaan elevasi yang cukup besar antara bagian hulu dan bagian hilirnya. Perbedaan elevasi tersebut mengakibatkan sedimen di bagian hulu hanyut ke daerah hilir dan mengendap.

Karena letaknya yang berada di hilir, maka debit aliran di muara lebih besar dibanding pada tampang disebelah hulu, mengakibatkan kecepatan aliran menjadi besar sehingga angkutan sedimen yang terbawa oleh aliran sungai dan material pun menjadi besar. Besarnya volume angkutan sedimen tergantung dari perubahan musim penghujan dan kemarau serta dipengaruhi oleh aktivitas manusia. (Anasiru, 2006).

Dengan adanya aliran air di dalam sungai akan mengakibatkan adanya angkutan sedimen, yang berupa angkutan muatan dasar (bed load) dan angkutan muatan layang (suspended load). Sedimentasi tersebut menimbulkan pendangkalan badan perairan seperti sungai, waduk, bendungan atau pintu air dan daerah sepanjang sungai, yang dapat menimbulkan banjir.

## **2. Tinjauan Pustaka**

### **2.1. Sungai**

Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar di bagian hilir. Aliran sungai merupakan sumber air yang paling dominan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, sehingga sungai tersebut sepatutnya diusahakan kelestariannya yaitu salah satunya dengan mengusahakan agar alur sungai

tetap stabil. Sungai yang tidak berfungsi dengan baik pada suatu DAS dapat menyebabkan bencana alam seperti banjir yang merugikan atau pun kekeringan pada musim kemarau. Oleh sebab itu, sungai perlu di jaga kelestariannya yakni dengan mengusahakan agar perubahan ketinggian dasar sungai berlangsung selambat mungkin.

## **2.2. Bagian – Bagian Sungai**

Adapun sungai secara umum terbagi atas 3 bagian antara lain sungai bagian hulu, sungai bagian tengah, dan sungai bagian hilir.

### **a. Hulu Sungai**

Hulu sungai atau kepala sungai adalah bagian sungai yang letaknya paling jauh dari muara, tempat suatu sungai bermula, dan tempat sumber-sumber airnya berlokasi. Hulu atau hulu-hulu sungai ini bisa jadi memiliki nama yang lain daripada sungai utamanya. Seperti diketahui, sebuah sungai biasanya terbentuk dari beberapa anak sungai, yang masing-masing anak sungai akan terbentuk dari beberapa anak cabang lagi dan seterusnya, yang secara keseluruhan membentuk suatu daerah aliran sungai.

### **b. Tengah Sungai**

Bagian tengah adalah lanjutan dari bagian hulu tadi. Bagian tengah biasanya memiliki ciri lembah sungai membentuk huruf U. Hal ini dikarenakan kondisi lokasinya yang tidak curam lagi, melainkan landai. Hal ini mengakibatkan aliran air tidak begitu deras. Karena air tidak terlalu deras, maka proses erosi disini sudah tidak begitu dominan. Masih ada proses erosi, tetapi itu kecil sekali. Proses yang dominan terjadi di daerah ini adalah transportasi. Maksudnya adalah, hasil dari erosi yang terjadi di bagian hulu tadi, dibawa oleh air menuju ke daerah bawahnya, ke arah hulu.

### **c. Hilir Sungai**

Bagian hilir adalah bagian sungai terakhir, yang akhirnya bagian ini akan mengantar sungai itu ke laut (muara). Ciri-ciri bagian ini adalah lembah sungai disini tidak berbentuk V atau U lagi, tetapi lebih menyerupai huruf U yang lebar. Sungai di daerah hilir ini biasanya sudah bermeander (berliku-liku). Di daerah ini proses yang dominan adalah sedimentasi. Partikel-partikel hasil erosi di bagian hulu yang kemudian ditransportasi di bagian tengah akan diendapkan di bagian hilir ini. Jika sungai bermuara di laut yang permukaan bawah lautnya landai dan arus atau gelombangnya tidak besar maka kemungkinan akan terbentuk delta.

## **2.3. Sungai Aluvial**

Sungai aluvial adalah sungai yang terbentuk karena adanya endapan yang rata – rata terdapat di sungai yang berada dataran rendah, ataupun cekungan yang memungkinkan terjadinya endapan. Sungai aluvial memiliki beberapa manfaat di bidang pertanian salah satunya untuk mempermudah proses irigasi pada lahan pertanian. Sungai ini terbentuk akibat endapan dari berbagai bahan seperti aluvial dan koluvial yang juga berasal dari berbagai macam asal. Sungai aluvial berasal dari tanah

aluvial tergolong sebagai tanah muda, yang terbentuk dari endapan halus di aliran sungai.

#### 2.4. Sedimen

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, saluran air, sungai, dan waduk. Sedangkan sedimentasi adalah proses mengendapnya material fragmental oleh air sebagai akibat dari adanya erosi. Proses mengendapnya material tersebut yaitu proses terkumpulnya butir-butir tanah yang terjadi karena kecepatan aliran air yang mengangkut bahan sedimen mencapai kecepatan pengendapan (*settling velocity*). Proses sedimentasi dapat terjadi pada lahan-lahan pertanian maupun di sepanjang dasar sungai, dasar waduk, muara (Asdak, 1995).

Proses sedimentasi dapat mempengaruhi ketinggian dasar sungai. Proses sedimentasi pada suatu alur sungai meliputi erosi, transportasi, pengendapan, dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri. Proses sedimentasi yang berlangsung terus menerus akan mempengaruhi kestabilan alur sungai di mana akan terbentuk daratan yang baru yang disertai dengan perubahan/perpindahan alur sungai.

#### 2.5. Proses Terjadinya Sedimentasi

Akibat adanya proses erosi pada bagian hulu yang menyebabkan banyaknya material yang terangkut oleh pergerakan air sebagai pengangkutnya dan mengendap perlahan – lahan di sepanjang alur sungai, yang disebabkan oleh pergerakan air dalam waktu yang panjang akan menimbulkan sedimentasi. Sedimentasi merupakan tiga proses yang berurutan, yaitu pelepasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*deposition*) bahan-bahan tanah oleh penyebab sedimen (Asdak, 1995)

#### 2.6. Proses Pengangkutan Sedimen

Sedimen di dalam sungai, terlarut atau tidak terlarut, merupakan produk dari pelapukan batuan induk yaitu partikel – partikel tanah. Begitu sedimen memasuki bahan sungai, maka berlangsunglah pengangkutan sedimen. Kecepatan pengangkutan sedimen merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Partikel sedimen ukuran kecil seperti tanah liat dan debu dapat diangkut aliran air dalam bentuk terlarut (*wash load*). Pasir halus bergerak dengan cara melayang (*suspended load*), sedang partikel yang lebih besar antara lain, pasir kasar cenderung bergerak dengan cara melompat (*saltation load*). Partikel yang lebih besar dari pasir, misalnya kerikil (*gravel*) bergerak dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai (*bed load*). Karena *bed load* senantiasa bergerak, maka permukaan dasar sungai kadang – kadang naik (*agradasi*), tetapi kadang – kadang turun (*degradasi*) dan naik turunnya dasar sungai disebut alterasi dasar sungai (*river bed alteration*). *Wash load* dan *suspended load* tidak berpengaruh pada alterasi dasar sungai, tetapi dapat mengendap di dasar – dasar waduk atau muara – muara sungai. Penghasil sedimen terbesar adalah erosi permukaan lereng pegunungan, erosi sungai (dasar dan tebing alur sungai) dan bahan – bahan hasil letusan gunung berapi yang masih aktif. (Asdak, 1995). Penelitian di Sungai Palu ini terfokus

pada angkutan sedimen dasar (*bed load*).

## 2.7. Faktor Yang Mempengaruhi Angkutan Sedimen

### a. Ukuran Partikel Sedimen

Pengukuran ukuran butiran tergantung pada jenis bongkahan, untuk berangkal pengukuran dilakukan secara langsung, untuk kerikil dan pasir dilakukan dengan analisis saringan sedangkan untuk lanau dan lempung dilakukan dengan analisa sedimen. (Priyantoro, 1987)

### b. Berat Spesifik Partikel Sedimen

Berat spesifik partikel sedimen atau biasa disebut dengan berat jenis sedimen adalah perbandingan antara berat butiran tanah (sedimen) dengan berat isi air suling dengan volume yang sama. Adapun persamaan berat jenis sedimen dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\gamma_s = \frac{W_s}{W_w} \quad (1)$$

Dimana:  $\gamma_s$  = Berat Jenis Sedimen,  $W_s$  = Berat Sampel Sedimen (gr atau kg),  $W_w$  = Berat Air Suling (gr atau kg).

### c. Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik dari air ( $\nu$ ) adalah perbandingan antara viskositas dinamik ( $\mu$ ) dengan berat jenis air ( $\rho$ ). Sebagian besar buku Mekanika Fluida mempunyai tabel dan diagram dari viskositas air sebagai fungsi dari temperatur. Misalnya harga yang mewakili  $\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  untuk air bersih pada suhu  $20^\circ\text{C}$ .

### d. Tegangan Geser Kritis

Tegangan geser kritis merupakan parameter penting dalam angkutan sedimen. Pergerakan sedimen dipengaruhi oleh tegangan geser, kecepatan kritis dan gaya angkat. Partikel sedimen akan terangkat apabila tegangan geser dasar lebih besar dari tegangan geser kritis erosi dan tegangan geser kritis erosi melebihi tegangan geser kritis sangat bergantung pada riwayat proses pengendapan dan konsolidasi. Untuk itu beberapa penelitian tegangan geser kritis sedimen kohesif biasanya dilakukan dengan menghubungkan antara tegangan geser dan massa jenis sedimen pada berbagai variasi ketinggian sampel. Adapun persamaan tegangan geser kritis adalah sebagai berikut :

$$\tau_0 = \gamma \times h \times S \quad (2)$$

Dimana:  $\tau_0$  = tegangan geser kritis ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ),  $\gamma$  = berat jenis air,  $\nu$  = berat jenis sedimen,  $h$  = kedalaman sungai (m),  $s$  = kemiringan sungai,  $d$  = diameter sedimen (mm)

### e. Kedalaman Sungai (h)

Kedalaman sungai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan debit, dengan syarat nilai debit telah diketahui sebelumnya.

$$Q = A \times V \quad (3)$$

Dimana:

$$A = (b + m \cdot h) h \quad (4)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (5)$$

$$P = b + 2 \times h \sqrt{(1 + m^2)} \quad (6)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (7)$$

Dimana: Q = debit banjir (m<sup>3</sup>/s), a = luas penampang sungai (m<sup>2</sup>), b = lebar dasar sungai rata-rata (m), h = kedalaman sungai (m), v = kecepatan aliran (m/s), r= jari-jari hidrolis (m), s = kemiringan dasar sungai rata-rata, p = keliling basah sungai (m), n = koefisien kekasaran manning, m= kemiringan dinding sungai

## 2.8. Angkutan Sedimen Sungai

### 1. Muatan Dasar (*Bed Load Transport*)

Muatan dasar (*bed load*) adalah partikel yang bergerak pada dasar sungai dengan cara berguling, meluncur dan meloncat. Muatan dasar keadaanya selalu bergerak, oleh sebab itu pada sepanjang aliran dasar sungai selalu terjadi proses degradasi dan aggradasi yang disebut sebagai “alterasi dasar sungai”. Beberapa formulasi untuk menghitung jumlah transportasi muatan dasar telah dikembangkan oleh beberapa peneliti dari tahun ke tahun. Formula muatan dasar ini didasarkan pada prinsip bahwa kapasitas aliran sediment transport sepanjang dasar bervariasi secara langsung dengan perbedaan antara *shear stress* pada partikel dasar dan *shear stress* (tegangan geser) kritis yang diijinkan untuk partikel yang bergerak. Beberapa formula, Meyer Peter Muller (1948) didasarkan pada hasil eksperimental yang minim. Einstein (1950) mempunyai latar belakang semi teoritis, teori statistic dan probabilitas yang dipakai sebagai dasar pembentukan formula dan eksperimental dipakai koreksi berbagai konstanta.

### 2. Muatan Melayang (*Suspended Load Transport*)

Muatan layang (*suspended load*) yaitu partikel yang bergerak dalam pusaran aliran yang cenderung terus menerus melayang bersama aliran. Ukuran partikelnya lebih kecil dari 0,1 mm. Menurut (Soewarno, 1991) bahwa muatan sedimen melayang merupakan material dasar sungai yang melayang di dalam aliran sungai dan terdiri dari butiran-butiran pasir halus yang senantiasa mengambang di atas sungai, karena selalu didorong ke atas oleh turbulensi aliran. Pada aliran turbulen, partikel sedimen tetap melayang di dalam aliran sungai, tetapi jika aliran sungai itu laminar maka konsentrasi sedimen akan berkurang dan akhirnya mengendap.

### 3. Muatan Bilas (*Wash 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. Menurut (Soewarno, 1991) bahwa muatan bilas (*wash load*) adalah angkutan partikel-

partikel halus berupa lempung (*silt*) dan debu (*dust*), yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel-partikel ini akan terbawa aliran sungai sampai ke laut, atau dapat juga terendap pada aliran tenang atau pada air yang tergenang.

## **2.9. Koefisien Kekasaran Chezy**

Koefisien Chezy (C) merupakan salah satu parameter dalam mempengaruhi kondisi aliran, seperti kecepatan dan tinggi muka air. melalui saluran terbuka akan menimbulkan tegangan geser (tahanan) pada dindingsaluran, dan akan diimbangi oleh komponen gaya berat yang bekerja pada zat cair dalam arah aliran. Didalam aliran seragam (uniform flow) dapat diturunkan berdasarkan gaya - gaya yang terjadi pada aliran tersebut, contohnya gaya tekan air, gaya berat air, dan gaya gesekan dengan dinding saluran. (Darmadi, 2016)

Perhitungan Koefisien Chezy Menggunakan dua persamaan yaitu :

### 1. Kutter

$$C_{kutter} = \frac{23 + 0.00155 + \frac{1}{N}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{i}\right) + \frac{N}{\sqrt{R}}} \quad (8)$$

Dimana: N = konstanta Kutter, i = kemiringan memanjang saluran, R = jari-jari Hidrolik.

### 2. Bazin

$$C_{bazin} = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad (9)$$

Dimana:  $\gamma$  = Berat jenis bahan lapisan saluran, R = Jari-jari Hidrolik.

## **3. Metodologi Penelitian**

### **3.1. Lokasi Penelitian**

Letak lokasi penelitian adalah di Sungai Jembatan Gantung Maesa – Nunu bagian hulusungai terletak di Kecamatan Tatanga, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Sungai Palu merupakan sungai yang berada di Tengah Kota Palu, yang memisahkan wilayah Kecamatan Palu Timur dengan Palu Barat dan salah satu aliran yang terbentuk oleh pertemuan sungai miu dan sungai gumbasa yang secara umum terletak pada 0°54'32.28" LS dan 119°52'8.21" BT dengan ketinggian ± 20 mdpl.

### **3.2. Pengambilan Data**

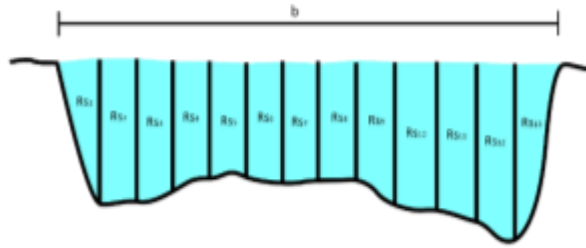
Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data sebagai berikut :

#### a. Data Primer

Adalah data yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian. Adapun dalam penelitian ini data primer yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

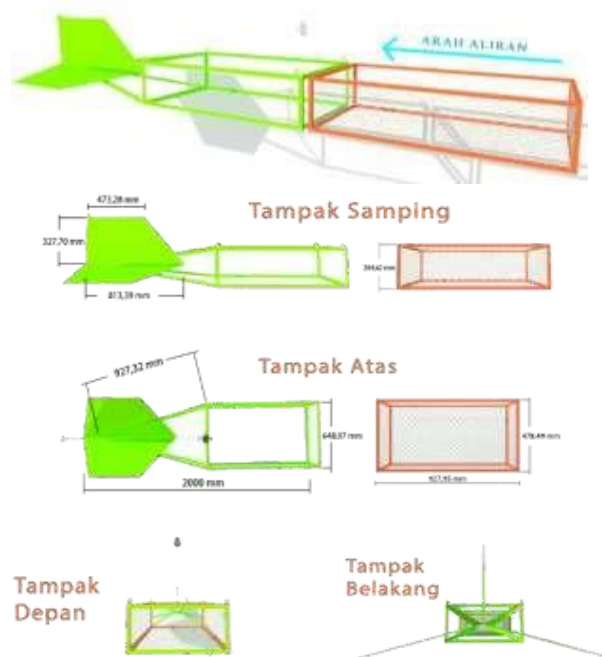
##### ➤ Sampel Sedimen Dasar

Pengambilan sampel sedimen dasar dilakukan pada 13 segmen berbeda di satu lokasi yang dilakukan di hari yang berbeda sebagaimana dijelaskan pada proses pengambilan data di atas yang mana dapat digambarkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Penampang Melintang Sungai**

Pada masing–masing ruas diambil satu sampel sedimen dasar dengan menggunakan alat penangkap sedimen seperti pada Gambar 2.



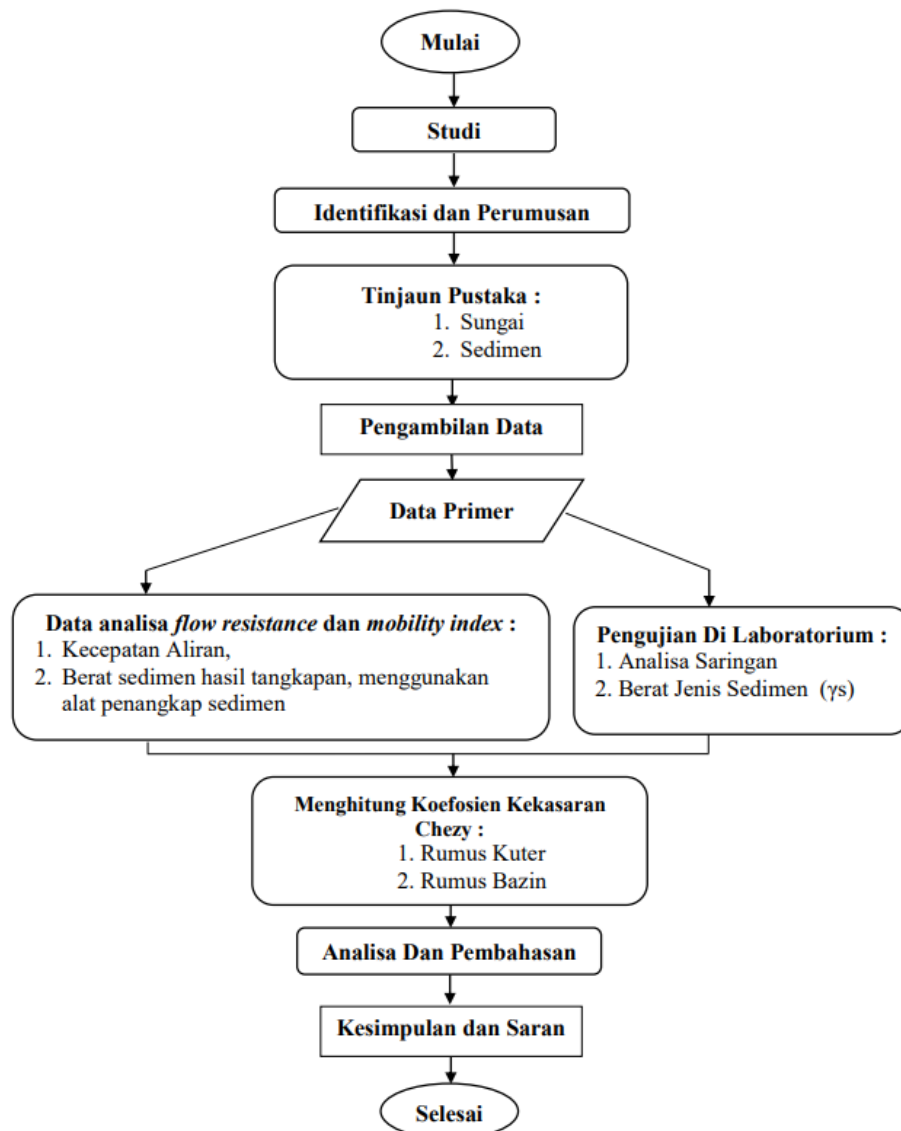
**Gambar 2. Alat Pengangkap Sedimen**

b. Proses Pengambilan Data

Pada pengambilan data di lapangan adalah sebagai berikut :

- Sebelum dilakukan pengambilan data, dilakukan survey awal berupa pengamatan visual aliran air sungai tanpa adanya gundukan sedimen hingga ke permukaan air. Pemilihan lokasi penelitian selalu melihat kondisi aliran mendekati seragam dan tidak dipengaruhi adanya tumpukan sedimen dasar yang membelah aliran sungai tersebut.
- Membagi sungai berawal dari sebelah kanan yang berlawanan dengan arah aliran sungai, kemudian dibagi per 5 meter yang mana menjadi 13 segmen sesuai dengan lebar sungai yaitu 65 meter.





Gambar 3. Flowchart Penelitian

- Pengambilan data dilakukan selama 13 hari sesuai pembagian segmen di sungai, yangmana disesuaikan dengan situasi dan kondisidi lapangan.
- Situasi dan kondisi yang dimaksud adalahcuaca yang dimana pada saat pengambilan sampel cuaca harus cerah dan aliran sungai yang harus mendekati seragam agar mudah untuk proses pengambilan sampel.
- Pengambilan sampel pada tiap segmen dilakukan pada pukul 08.00 s/d 11.00 WITAsetiap hari pengambilan sampel yang disesuaikan pada poin b di atas.

c. Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari pengamatan di lapangan (data primer) diolah untuk mendapatkan parameter – parameter yang akan digunakan pada saat perhitungan koefisien kekasaran chezy dan

angkutan sedimen dasar pada Sungai Palu dengan variabel: koefisien kekasaran chezy pada persamaan kutter (K), dan koefisien kekasaran chezy pada persamaan bazin (B).

**4. Hasil dan Pembahasan**

**a. Data Sungai**

**Tabel 1. Data Sungai Ruas Jembatan Gantung Maesa-Nunu**

Segmen	b m	h m	V m/dt	m -	A m <sup>2</sup>	P m	R m	I -	n -
1	5	1,2	0,35	0,5	6,72	7,68	0,88	0,0056	0,015
2	5	1,1	0,36	0,5	5,75	7,46	0,77	0,0056	0,025
3	5	1,1	0,36	0,5	5,5	7,30	0,76	0,0056	0,025
4	5	0,8	0,36	0,5	4,75	6,78	0,70	0,0056	0,025
5	5	0,9	0,36	0,5	4,25	7,02	0,61	0,0056	0,025
6	5	0,9	0,36	0,5	4,50	6,10	0,66	0,0056	0,025
7	5	0,9	0,36	0,5	4,50	6,50	0,66	0,0056	0,025
8	5	0,9	0,36	0,5	4,50	6,50	0,66	0,0056	0,025
9	5	0,9	0,36	0,5	4,50	7,02	0,64	0,0056	0,025
10	5	1,30	0,36	0,5	5,50	7,93	0,79	0,0056	0,025
11	5	1,35	0,36	0,5	6,63	8,20	0,83	0,0056	0,025
12	5	1,48	0,36	0,5	7,08	8,31	0,85	0,0056	0,025
13	5	1,61	0,36	0,5	9,28	8,58	1,08	0,0056	0,015

**b. Data Sungai Palu**

**Tabel 2. Data Sungai Palu (dari Hulu Ke Hilir) Pada Lokasi Penelitian**

Item Pengukuran	Hasil Ukur
Panjang sungai	= 297 m
Ketinggian hulu	= +2,147 (mdpl)
Ketinggian hilir	= +1,592 (mdpl)
Kedalaman air	= 1,11
Kecepatan aliran	= 0,33 m/dt

Sumber : Profil Memanjang Sungai Palu berdasarkan *Benchmark* (BM)

Dengan mengacu pada data di atas dapat di ketahui besarnya nilai kemiringan garis energi (I) Sungai Palu dengan membandingkan ketinggian hilir dan panjang sungainya sebagaiberikut:

$$I = \frac{(H_2 - H_1) + h + v^2 2g}{L} = \frac{(2,147 - 1,592) + 1,110 + \frac{0,328^2}{2 \times 9,81}}{297} = 0,0056$$

**c. Data Gradasi Butiran dan Berat jenis Sedimen**

Dari hasil pengujian dan pengukuran di laboratorim nilai gradasi dan berat jenis sedimen sebagaimana tertera pada Tabel 3.

**Tabel 3. Data Gradasi butiran sedimen dasar sungai dan Data Berat jenis Sedimen.**

Segmen	d <sub>50</sub>		Berat Jenis	
	mm	m	kg/m <sup>3</sup>	ton/m <sup>3</sup>
1	3,156	0,003156	2596,124	2,596,124
2	3,135	0,003135	2593,361	2,593
3	4,281	0,004281	2609,603	2,609
4	4,281	0,004281	2604,854	2,604
5	3,186	0,003186	2604,854	2,604
6	3,561	0,003561	2595,380	2,595
7	3,705	0,003705	2608,923	2,608
8	0,793	0,000793	2602,155	2,602
9	1,896	0,001896	2609,603	2,609
10	3,492	0,003492	2595,443	2,595
11	1,953	0,001953	2598,128	2,598
12	2,836	0,002836	2584,035	2,584
13	2,856	0,002856	2584,035	2,584
Rerata	3,030	0,00303	2598,961	2,598

Sumber : Hasil Pengujian Di Laboratorium

e. Data Koefisien Kekasaran Chezy

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Koefisien Kekasaran Chezy (Kutter)**

Segmen	R m	I -	n -	Chutter -
1	0,88	0,0056	0,015	3,6911
2	0,77	0,0056	0,025	2,5921
3	0,76	0,0056	0,025	2,5921
4	0,70	0,0056	0,025	2,5921
5	0,61	0,0056	0,025	2,5921
6	0,66	0,0056	0,025	2,5921
7	0,66	0,0056	0,025	2,5921
8	0,66	0,0056	0,025	2,5921
9	0,64	0,0056	0,025	2,5921
10	0,79	0,0056	0,025	2,5921
11	0,83	0,0056	0,025	2,5921
12	0,85	0,0056	0,025	2,5921
13	1,08	0,0056	0,015	3,6911
Rata-rata				2,7611

Sumber : Hasil Perhitungan Data Penelitian

Tabel 5. Hasil Perhitungan Koefisien Kekasaran Chezy (Bazin)

Segmen	$\gamma$	R m	Chazin
1	2,596	0,88	23,041
2	2,593	0,77	22,006
3	2,609	0,76	21,831
4	2,604	0,70	21,152
5	2,595	0,61	20,024
6	2,604	0,66	20,764
7	2,602	0,66	20,605
8	2,690	0,66	20,721
9	2,585	0,64	20,437
10	2,598	0,79	21,161
11	2,584	0,83	22,549
12	2,584	0,85	22,983
13	2,584	1,08	24,969
	Rata-rata		21,710

Sumber : Hasil Perhitungan Data Penelitian

f. Data Angkutan Sedimen Dasar Sungai Palu

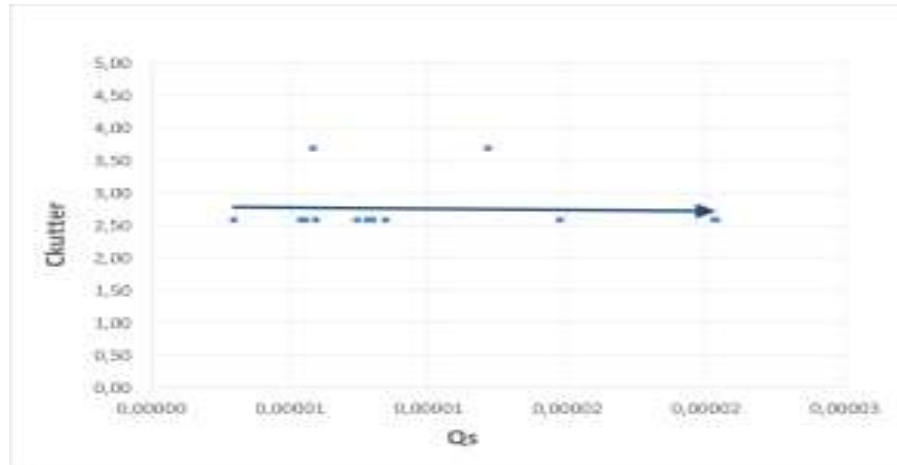
Tabel 6. Data Angkutan Sedimen Dasar Sungai Palu

Segmen	Angkutan Sedimen	
	$q_b$ (gr/3 jam)	$q_b$ (kg/dt)
1	63	0,00000583
2	220	0,00002037
3	219	0,00003028
4	91	0,00000843
5	32	0,00000296
6	86	0,00000796
7	84	0,00000778
8	84	0,00000593
9	64	0,00000537
10	58	0,00000741
11	60	0,00000556
12	159	0,00001472
13	131	0,00001213
Jumlah	1347	0,000124722
Rerata	103,615	0,000009594

g. Hubungan Antara Koefisien Kekasaran Chezy dengan Angkutan Sedimen

(Qs) Pada Gambar 4, terlihat trendline yang menjelaskan bahwa Koefisien Kekasaran Chezy (C)

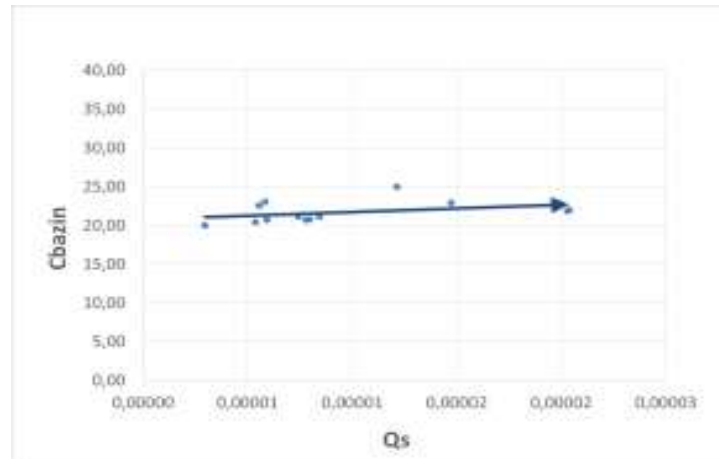
yaitu Ckutter terhadap Angkutan Sedimen yang mana grafik tersebut menjelaskan semakin kecil koefisien kekasaran chezy maka semakin besar angkutan sedimen, hal ini di pengaruhi oleh perbedaan tingkat kekasaran (n) dasar saluran.



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Antara Koefisien Kekasaran Chezy (C) dengan Angkutan Sedimen Dasar

**Tabel 7.** Pengaruh Koefisien Kekasaran Chezy (Cbazin) dan Angkutan Sedimen Dasar (Qs)

Segmen	Chazin Qs (kg/dt)	Chazin
1	0,00000583	23,041
2	0,00002037	22,006
3	0,00003028	21,831
4	0,00000843	21,152
5	0,00000296	20,024
6	0,00000796	20,764
7	0,00000778	20,605
8	0,00000593	20,721
9	0,00000537	20,437
10	0,00000741	21,161
11	0,00000556	22,549
12	0,00001472	22,983
13	0,00001213	24,969



**Gambar 6.** Hubungan Antara Koefisien Kekasaran Chezy (C) kutter dengan Angkutan Sedimen Dasar (Qs)

Gambar 6 Hubungan Antara Koefisien Kekasaran Chezy (C) kutter dengan Angkutan Sedimen Dasar (Qs) Pada Grafik 2 di atas terlihat trendline yang menjelaskan bahwa Koefisien Kekasaran Chezy (C) yaitu Cbazin terhadap Angkutan Sedimen yang mana grafik tersebut menjelaskan semakin besar koefisien kekasaran chezy maka semakin besar angkutan sedimen.

## 5. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

- Dari hasil perhitungan koefisien kekasaran chezy, maka di dapatkan nilai rata-rata dari kedua persamaan tersebut yaitu, dengan menggunakan persamaan kutter 2,7611 dan menggunakan persamaan bazin 21,710.
- Hasil pengambilan angkutan sedimen di lapangan dari ketiga belas segmen didapatkan nilai angkutan sedimen yang berbeda-beda ditiap ruasnya berkisar antara 0,00000583 kg/dt - 0,0000237 kg/dt. didapatkan nilai rata-rata yaitu 0,000009594 kg/dt pada bentang 65 meter.
- Pengaruh koefisien kekasaran chezy terhadap angkutan sedimen dapat di gambarkan pada kedua grafik yang telah di bahas sebelumnya. Dimana menggunakan persamaan kutter dapat diketahui pengaruh koefisien kekasaran chezy terhadap angkutan sedimen berbanding terbalik dimana semakin kecil koefisien kekasaran chezy maka semakin besar angkutan sedimennya hal ini dipengaruhi oleh kemirngan talud yang berada pada segmen 1 dan 13 yang memiliki nilai kekasaran (n) atau karakteristik salurannya berupa permukaan semen mortar. Selanjutnya yaitu menggunakan persamaan bazin berbeda dengan persamaan kutter, pada persamaan bazin dapat digambarkan pada grafik dimana pengaruhnya berbanding lurus, dimana semakin besar koefisien kekasaran chezy maka semakin besar angkutan sedimennya.

## **5.2. Saran**

Perlu dilakukannya penelitian lanjutan untuk menduga peluang terjadinya perbedaan angkutan sedimen di sungai dan perlu dilakukannya pembersihan sampah pada saluran sungai untuk mengurangi tingkat kekasaran sungai.

### **Daftar Pustaka**

- Anasiru, T. (2006). *Angkutan Sedimen Pada Muara Sungai Palu*. Palu: Universitas Tadulako.
- Asdak. (1995). *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Darmadi. (2016). *Menghitung kecepatan aliran saluran terbuka pada aliran*. Yogyakarta: Darmadi.
- Einstein, H. A. 1950, The Bed Load Function, for Sediment Transport in open channel flow. US. Dept. of Agric. Bull. 1026.
- Meyer - Peter, E. a. (1948). *Formulas for Bed load Transport in* . IAHR Stockholm Vol. 2.
- Priyantoro, D. (1987). *Teknik Pengangkutan Sedimen*. Malan: Universitas Brawijaya.
- Soewarno. (1991). *Pengukuran dan Pengelolaan Data Aliran Sungai* .Bandung.
- Yunar. A. 2015. *Study of Bagnold Equation and Direct Sample to Calculate Bed Load Transport in Palu River*. Palu.