

ANALISIS KARAKTERISTIK SEDIMEN DASAR SUNGAI TERHADAP PARAMETER KEDALAMAN

Fasdarsyah

Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh

email: zakyb@yahoo.co.id

Abstrak

Sedimen dasar sungai yang terbawa oleh aliran akan membentuk geometrik sungai. Kekasaran ukuran sedimen dan bentuk butiran bahan yang membentuk luas penampang basah akan menimbulkan efek hambatan terhadap aliran. Sampel yang digunakan adalah ukuran geometrik aliran sungai dan sedimen dasar pada pias-pias sungai yaitu di Meunasah Pundi, Jembatan Meunasah Pange, Jembatan Lhoksukon dan Landing. Penelitian material dasar menggunakan analisis saringan yang mengacu pada *grain size analysis* (ASTM 422-63). Dalam menentukan kekasaran aliran ada beberapa macam pendekatan atau formulasi yang umum digunakan, yaitu : koefisien kekasaran Manning, koefisien kekasaran Anderson, koefisien kekasaran Jarret, koefisien kekasaran Raudkivi, koefisien kekasaran Subramaya, koefisien kekasaran Meyer dan koefisien kekasaran Muller. Butiran tanah halus ($d \leq 0,150$ mm) pada tengah penampang tidak sempat mengendap, sedangkan pada bagian pinggir sungai kecepatan lebih kecil sehingga butiran tanah halus terjadi pengendapan. Hubungan Karakteristik material dasar sungai terhadap geometriknya menunjukkan bahwa pada bagian tengah sungai mempunyai kandungan terbanyak adalah tanah berbutir kasar ($d \geq 0,150$ mm) sedangkan pada bagian pinggir sungai mempunyai kandungan terbanyak adalah tanah berbutir halus ($d \leq 0,150$ mm). Berdasarkan hasil perhitungan koefisien kekasaran dengan berbagai formula diperoleh. Pada formulasi kekasaran Manning diperoleh nilai kekasaran minimum sebesar 0,0299 dan untuk koefisien kekasaran maksimum sebesar 0,0395 dengan nilai rata-rata 0,0347, sedangkan pada tabel Manning dengan tipe saluran alam berkelok-kelok, bersih, berceruk dan bertebing diperoleh nilai minimum 0,033 sedangkan nilai maksimum 0,045

Kata kunci : *Kekasaran Hidraulik, diameter butiran dan kedalaman.*

1. Pendahuluan

Pola aliran suatu sungai (saluran alam) sangat tergantung dari kondisi debit, topografi, geologi, iklim dan vegetasi yang terdapat di dalam DAS yang bersangkutan, secara keseluruhan kondisi tersebut akan menentukan karakteristik bentuk serta pola aliran sungai. Aliran pada penampang saluran tersusun dari bahan butiran yang gampang tererosi yang mempunyai hubungan erat antara bentuk penampang, volume sedimen transport, faktor gesekan dan tumbuhan-tumbuhan (semak belukar).

Hambatan aliran dan sedimen transport pada berbagai type bentuk dasar saluran mempunyai variabel-variabel tertentu/tersendiri seperti kedalaman, kemiringan, viskositas dan lain-lain sehingga kita dapat menganalisa, memperkirakan, menghindarkan dan mengurangi masalah-masalah yang timbul. Masalah utama dalam penentuan hambatan aliran bergantung pada ketepatan dalam memformulasikan hubungan relatif dimensi bentuk dasar yang terjadi pada

berbagai tahapan aliran, dan menghubungkannya dengan kekasaran hidraulik. Perubahan kondisi aliran merupakan sesuatu hal yang penting dalam memprediksi kekasaran hidraulik dalam saluran alluvial. Hubungan formulasi bentuk dasar saluran terhadap harga koefisien kekasaran hidraulik (n Manning) yang terjadi pada saluran mempunyai berbagai variasi harga parameter aliran yang berbeda sesuai jenis hambatan aliran sehingga perlu dibuat program komputer untuk perhitungan dalam memprediksi nilai kekasaran hidraulik (n Manning) akibat perubahan bentuk dasar saluran.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakter butiran sedimen dalam rangka mengevaluasi suatu formulasi kekasaran saluran sehingga nantinya akan didapatkan formulasi kekasaran saluran sesuai dengan penggunaan dan penerapannya.

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai Kekasaran

Menurut Chow suatu saluran tidak harus memiliki satu nilai kekasaran saja untuk setiap keadaan. Sebenarnya nilai kekasaran sangat bervariasi dan tergantung dari berbagai faktor, antara lain: kekasaran permukaan, ketidak teraturan saluran, ukuran, bentuk saluran dan tinggi muka air serta debit aliran.

Kekasaran permukaan, ditandai dengan ukuran dan bentuk butiran bahan yang membentuk luas permukaan basah dan menimbulkan efek hambatan pada aliran. Hal ini sering dianggap sebagai satu-satunya faktor dalam memilih koefisien kekasaran, tetapi sebenarnya hanya salah satu faktor dari beberapa faktor lainnya. Secara umum dapat dikatakan bahwa butiran halus dapat mengakibatkan nilai kekasaran yang relatif rendah dan butiran kasar mengakibatkan nilai kekasaran yang tinggi. Pada saluran alluvial dimana butir-butir bahannya halus, seperti pasir, lempung lanau, efek hambatan yang ditimbulkan jauh lebih kecil daripada efek hambatan pada kerikil dan kerakal. Bila bahannya halus, nilai kekasaran akan rendah dan akan relatif tidak terpengaruh oleh perubahan tahap aliran. Bila dasar saluran terdiri dari kerakal dan kerikil maka nilai kekasaran akan tinggi terutama pada taraf aliran tinggi dan taraf aliran rendah. Kerakal yang besar biasanya terkumpul di dasar sungai, mengakibatkan dasar saluran lebih kasar dibandingkan dengan tepi saluran dan mengakibatkan nilai kekasaran pada taraf air rendah mempunyai nilai kekasaran yang tinggi dibandingkan dengan pada keadaan aliran taraf tinggi.

Ketidakteraturan saluran, meliputi ketidakteraturan keliling basah dan variasi penampang, ukuran dan bentuk di sepanjang saluran. Pada saluran alam, ketidakteraturan ini diperlihatkan dengan adanya gosong pasir, gelombang pasir, cekungan dan gundukan, lobang dan tonjolan di dasar saluran. Ketidakteraturan ini menandakan kekasaran sebagai tambahan dari kekasaran yang ditimbulkan oleh kekasaran permukaan. Secara umum perubahan lambat laun dan teratur dari penampang kecil ke besar memerlukan penggunaan nilai kekasaran yang besar. Peningkatan nilai kekasaran dapat mencapai 0,005 atau lebih.

Ukuran dan bentuk saluran juga merupakan faktor parameter kekasaran. Dalam hal ini belum ada bukti yang nyata bahwa bentuk dan ukuran saluran merupakan faktor yang penting yang mempengaruhi nilai kekasaran. Pembesaran jari-jari hidrolis dapat memperbesar dan memperkecil nilai kekasaran yang bergantung pada keadaan saluran.

Tinggi muka air dan debit aliran mempengaruhi nilai kekasaran yang umumnya nilainya berkurang bila tinggi muka air dan debitnya bertambah. Bila air rendah, ketidakteraturan dasar saluran akan menonjol dan pengaruhnya sangat kelihatan sekali. Namun nilai kekasaran dapat menjadi besar pada muka air yang tinggi bila dinding saluran kasar dan berumput. Bila debit air besar, air banjir dapat melimpas ke tebing-tebingnya dan sebagian aliran akan mengairi bantaran banjir. Nilai kekasaran pada bantaran banjir biasanya lebih besar dari pada di saluran, dan besarnya tergantung pada kondisi permukaan dan tetumbuhan yang ada dipermukaannya. Bila dasar dan tebing sama halusanya, teratur dan kemiringan dasar seragam, maka nilai kekasaran hampir sama pada setiap tinggi muka air, sehingga dapat dipilih suatu nilai kekasaran yang tetap dalam perhitungan aliran. Hal ini banyak terjadi pada saluran buatan. Pada bantaran nilai kekasaran biasanya bervariasi sesuai dengan tingkat keterbenaman tetumbuhan pada tinggi muka air yang rendah.

2.2 Parameter Kekasaran

Parameter kekasaran (k_s) yang digunakan sebagai satuan kekasaran untuk suatu percobaan di laboratorium, harus dapat diaplikasikan pada suatu material seperti pasir dan kerikil yang mempunyai bentuk dan variasi yang berbeda. Distribusi ukuran material diasumsikan bahwa material dengan ukuran yang besar mempunyai pengaruh yang lebih dominan daripada ukuran material yang lebih kecil (halus).

Ukuran yang biasa digunakan sebagai kesatuan kekasaran adalah D_{90} , D_{84} , D_{65} , D_{50} , D_{35} , yang dikenal dengan D_n dimana D_n adalah ukuran dari nilai tengah yang digunakan sebagai $n\%$ dari jumlah keseluruhan material, yang menjadi perbandingan antara batas tahanan dan mempunyai pengaruh yang sama terhadap suatu tempat dan jenis aliran. Keadaan yang sesungguhnya mungkin tidak akan ditemui dengan suatu pendekatan, tetapi pendekatan ini diharapkan dapat memenuhi, sepanjang variasi skala kekasaran, distribusi ukuran sedimen, bentuk dan orientasi jarak dari suatu tempat tidak terlalu jauh perbedaannya.

2.3 Pengertian Sedimen.

Sedimen adalah kepingan material yang terbentuk oleh proses fisika dan kimia dari batuan/tanah. Partikel mempunyai ukuran yang bervariasi dari bongkah sampai lempung/koloidal, dan bentuknya juga bervariasi dari bentuk bulat sampai yang bersudut/tajam serta variasi dalam kerapatan dan komposisi mineral, dengan kuarsa yang paling dominan

Apabila suatu partikel sedimen terlepas, maka ada kemungkinan untuk terangkut akibat gravitasi, angin dan air. Jika yang mengangkut adalah air, maka disebut fluvial. Proses bergerak dan kembalinya dari tempat asalnya atau tempat

menetapnya disebut erosi. Pada saluran, aliran air mengikis material yang ada di tebing dasar saluran sampai aliran termuat sedemikian banyak butiran sedimen sebesar energi aliran yang dapat mengangkutnya.

Pada umumnya partikel yang terangkut dengan cara bergulung, bergeser, dan melompat disebut angkutan muatan dasar (bed-load transport). Dan jika partikel terangkut dengan cara melayang disebut angkutan muatan layang suspensi (suspended load transport).

Muatan layang disamping merupakan muatan yang berasal dari aliran setempat, juga mengangkut muatan ukuran kecil yang terbawa dalam suspensi dari daeran pengaliran sungai yang disebut muatan cuci (wash load). Untuk membedakan antara material muatan dasar dan muatan cuci pada umumnya digunakan ukuran butir yang lebih kecil dari 50 μm . Di Amerika Serikat kadang-kadang digunakan ukuran butir 63 μm . Muatan dasar dan muatan suspensi mungkin dapat terangkut dalam waktu yang bersamaan tetapi zona transisi antara keduanya sukar dibedakan. Klasifikasi sedimen antara lain material dasar, muatan material dasar, angkutan suspensi, muatan dasar dan muatan cuci.

2.4 Hambatan Aliran (Flow Resistance)

Penentuan hambatan aliran tergantung pada ketepatan dalam memformulasikan hubungan relatif dimensi bentuk dasar yang terjadi pada berbagai tahapan aliran dan menghubungkan dengan kekasaran hidraulik. Dalam menentukan kekasaran hidraulik ada beberapa macam pendekatan atau formulasi yang umum digunakan, yaitu:

2.4.1 Koefisien kekasaran Manning, *n*

Simons dan Senturk menjelaskan bahwa pada tahun 1889, Robert Manning menyajikan formula untuk menghitung kecepatan rata-rata dalam saluran terbuka yang dilakukan di Irlandia. Formula ini menyajikan kekasaran aliran. Bentuk umum dari formula ini adalah:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{untuk satuan metrik dan (1)}$$

$$V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{untuk satuan Inggris (2)}$$

Keterangan:

- n* = Nilai kekasaran koefisien Manning (tanpa satuan)
- R* = Jari-jari hidraulik (m)
- S* = Kemiringan saluran arah memanjang (%)
- V* = Kecepatan Aliran (m/det)

Karena itu hubungan kecepatan, debit aliran, luas tampang dan nilai kekasaran biasanya dihasilkan melalui hubungan daya tahan aliran seperti terlihat dalam persamaan kecepatan Manning. Kekasaran yang dimaksudkan disini adalah suatu angka kekasaran yang dapat menghambat kecepatan aliran air di saluran. Angka tersebut lazim disebut sebagai angka kekasaran Manning.

Secara teoritis koefisien kekasaran Manning berpengaruh kepada kecepatan dan debit aliran, jika nilai hambatan besar, maka nilai kecepatan dan debit aliran menjadi mengecil. Dengan demikian kecepatan aliran tergantung pada bahan pembentuk saluran, bila saluran dilapisi oleh tanah dimana butiran-butiran bahan pembentuk saluran seperti lempung atau lanau mempunyai efek hambatan jauh lebih kecil bila dibanding dengan bahan kasar seperti pasangan batu atau kerikil (Ichwana, Satrio dan Nurrahmi, 2003).

Bila bahan pembentuknya halus, maka nilai hambatan menjadi rendah dan relatif tidak terpengaruh dengan perubahan taraf aliran. Sebaliknya bila bahan pembentuk saluran dari pasangan batu atau kerikil, maka nilai hambatan tinggi dan terjadi baik pada pada taraf air tinggi maupun rendah (Triatmojo, 1993). Pada taraf air tinggi sebagian energi air terpakai untuk menggelincir batu-batu atau kerikil yang mengakibatkan meningkatnya hambatan aliran di dalam saluran.

2.4.2 Koefisien kekasaran Anderson (1970)

Pada tahun 1970, Anderson menggunakan data dari 77 pengukuran debit pada saluran yang dilakukan pada percobaan laboratorium dengan ukuran sedimen pasir 0,0005 – 1,0 ft, $S < 0,01$, menggunakan material dasar adalah D_{84} yang mempunyai kisaran 0.36 – 2.6 cm, nilai bilangan Froude adalah 0.22 – 0.97, ukuran sedimen dasar mempunyai nilai 0.0005 – 1.00. Anderson memberikan pendekatan untuk menghitung angka kekasaran dengan menggunakan rumus persamaan (Simons dan Senturk, 1977):

$$n = 0.0395 (D_{50})^{1/5} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

D_{50} = Diameter butiran yang 50% fraksi butirannya lolos saringan.

2.4.3 Koefisien kekasaran Jarret (1984)

Simons dan Senturk (1977) menjelaskan bahwa pada tahun 1984, Jarret menggunakan data pada saluran alam dengan kondisi dasar yang stabil tanpa adanya back water (aliran balik), nilai kemiringan 0.002 – 0.39 dan jari-jari hidrolis (R) = 0.5 – 7 ft.

$$n = 0.39 Sf^{0.38} R^{-0.16} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

Sf = Kemiringan (%)

R = Jari-jari hidraulik (m)

2.4.4 Koefisien kekasaran Raudkivi (1971)

Simons dan Senturk (1977) menjelaskan bahwa pada tahun 1971, Raudkivi menghitung angka kekasaran saluran dengan menggunakan rumus pendekatan:

$$n = 0.42 h^{1/6} \text{ atau } n = 0.013 D_{65}^{1/6} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

D_{65} = Diameter butiran yang 65% fraksi butirannya lolos saringan.

h = Kedalaman tinggi muka air (m)

2.4.5 Koefisien kekasaran Subramaya

Hukum tahanan aliran yang diajukan oleh Subramaya (Simons dan Senturk, 1977) pada aliran sungai adalah persamaan kekasaran dengan menggunakan pendekatan:

$$n = 0.047 D_{50}^{1/6} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

D₅₀ = Diameter butiran yang 50 % fraksi butirannya lolos saringan.

2.4.6 Koefisien kekasaran Meyer

Rumus Meyer digunakan untuk material dasar campuran (ukuran butiran kasar) dan memprediksi daerah pegunungan yang terdiri dari material dasar gravel dan pasir kasar serta kerakal, juga bongkahan batu (Simons dan Senturk, 1977). Meyer memodifikasi nilai kekasaran dengan pendekatan :

$$n = \frac{D_{50}^{1/6}}{26} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

D₅₀ = Diameter butiran yang 50 % fraksi butirannya lolos saringan.

2.4.7 Koefisien Kekasaran Muller

Koefisien kekasaran dasar alur sungai (n) yaitu apabila resistensi aliran hanya disebabkan oleh kekasaran partikel sedimen dasar (Soewarno, 1991) dapat dihitung dengan menggunakan rumus yaitu :

$$n = \frac{D_{90}^{1/6}}{26} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

D₉₀ = Diameter butiran yang 90 % fraksi butirannya lolos saringan.

3. Metode Penelitian

Data pendukung penelitian ini yaitu data primer, berupa data yang diperoleh dari hasil pengukuran kedalaman dan lebar aliran sungai serta pemeriksaan gradasi butiran. Data sekunder meliputi data yang diperoleh melalui instansi-instansi terkait berupa peta lokasi dan penampang melintang sungai.

Untuk mengetahui distribusi material dasar saluran maka dilakukan analisis saringan yang mengacu pada *grain size analysis* (ASTM 422-63). Pemeriksaan gradasi butiran menggunakan satu set ayakan No. 4, No.8, No. 30, No.50, No.100, dan No 200.

Sampel material yang digunakan hanya 300 gram kemudian sampel dikeringkan dengan oven. Kemudian susun satu set saringan lalu diguncangkan dengan mesin penguncang selama lebih kurang lebih 15 menit. Setelah itu, sampel-sampel yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang dan dicatat beratnya. Dari hasil pengujian ini disajikan pada kurva distribusi ukuran partikel pada grafik skala semilogaritmik. Adapun pokok-pokok pembahasan yang dilakukan adalah meliputi hasil-hasil pemeriksaan yang dilakukan untuk mendukung hasil penelitian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Kedalaman Rata-rata.

Salah satu variabel yang tak boleh dilupakan dalam perancangan/perhitungan geometrik saluran terbuka adalah kedalaman. Pengaruh perubahan hidrolis terhadap kapasitas aliran juga sangat ditentukan oleh faktor kedalamannya. Koefisien kekasaran (n) akan berkurang bila taraf air dan debitnya bertambah. Bila kedalaman air rendah, ketidakrataan dasar sungai akan menonjol dan efeknya kelihatan. Berdasarkan data pengukuran kecepatan dan perhitungannya, diperoleh kedalaman rata-rata pada masing-masing lokasi yang ditunjukkan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Kedalaman rata-rata berdasarkan lokasi pengukuran sungai.

Lokasi Pengukuran	Pengukuran Kedalaman rata-rata (h)				
	I	II	III	IV	V
Mns. Punt	1,88	1,83	2,24	2,10	1,99
Mns. Pange	2,00	2,07	2,56	2,76	2,20
Jembatan Lhoksukon	2,79	2,83	3,28	3,93	2,68
Landing	3,03	3,06	3,44	3,36	3,01

4.2 Koefisien Kekasaran

koefisien kekasaran (n) untuk masing-masing lokasi yang ditinjau dan koefisien rata-rata pada sungai krueng Keureto diperlihatkan pada Tabel 2 dan 3 di bawah ini:

Tabel 2 Koefisien Kekasaran (n) berdasarkan lokasi material dasar sungai

Lokasi material	Koefisien Kekasaran rata-rata (n)						
	Manning	Anderson	Jarret	Raudkivi	Subramaya	Meyer	Muller
Mns. Punt	0,018	0,021	0,010	0,008	0,027	0,022	0,025
Mns. Pange	0,027	0,021	0,011	0,007	0,026	0,021	0,024
Jembatan Lhoksukon	0,027	0,020	0,008	0,010	0,030	0,020	0,030
Landing	0,034	0,020	0,009	0,010	0,030	0,020	0,020

Tabel 3 Koefisien Kekasaran (n) rata-rata krueng Keureto

Formula	Koefisien Kekasaran (n)		
	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Manning	0,016	0,059	0,0347
Anderson	0,022	0,035	0,0259
Jarret	0,007	0,014	0,0118
Raudkivi	0,008	0,012	0,0094
Subramaya	0,029	0,043	0,0300
Meyer	0,023	0,035	0,0270
Muller	0,025	0,042	0,0309

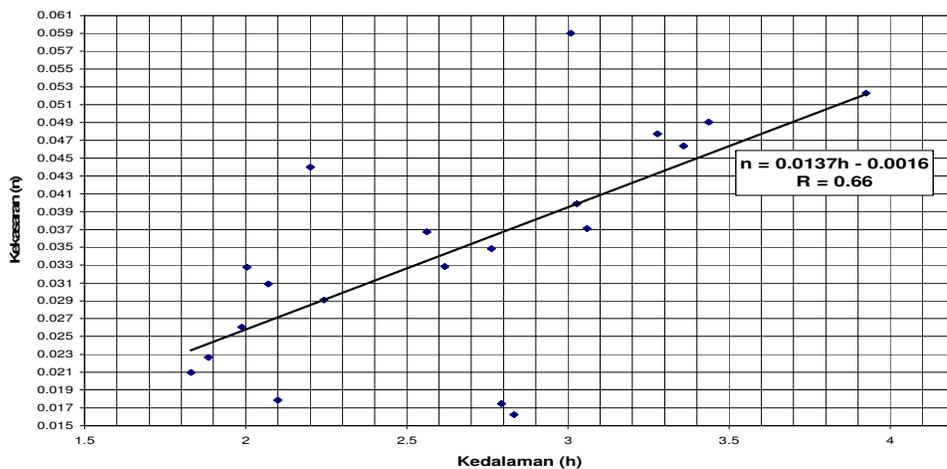
Pada Tabel 2 untuk berbagai lokasi peninjauan terlihat koefisien kekasaran minimum sebesar 0,007 dan untuk koefisien kekasaran maksimum sebesar 0,034 sedangkan koefisien rata-rata untuk 5 (lima) kali pengujian pada Tabel 3 terlihat koefisien kekasaran minimum sebesar 0,007 dan untuk koefisien kekasaran maksimum sebesar 0,059. Pada formulasi kekasaran Manning diperoleh nilai kekasaran minimum sebesar 0,016 dan untuk koefisien kekasaran maksimum sebesar 0,059 dengan nilai rata-rata 0,0347, nilai ini bila dicocokkan dengan nilai koefisien kekasaran yang terdapat pada tabel Manning tidak berbeda jauh yaitu saluran alam berkelok-kelok, bersih, berceruk dan bertebing diperoleh nilai minimum 0,033 sedangkan nilai maksimum 0,045.

4.3 Analisis Data dan Hasil Penelitian.

Dalam menentukan koefisien nilai kekasaran tidak ada cara tertentu dalam memperkirakan nilai kekasaran. Memilih nilai kekasaran berarti memperkirakan hambatan aliran pada saluran sehingga ada beberapa tahap pendekatan umum untuk menentukan nilai koefisien kekasaran yaitu :

- a. Memahami faktor yang mempengaruhi nilai kekasaran dan memerlukan suatu pengetahuan dasar untuk mengenal persoalan dan kadar perkiraannya.
- b. Mencocokkan tabel dari nilai-nilai kekasaran untuk berbagai type saluran.
- c. Memeriksa dan memahami sifat beberapa saluran yang telah diketahui nilai kekasarannya.
- d. Menentukan nilai kekasaran dengan cara menganalisis berdasarkan pembagian kecepatan teoritis pada penampang saluran dan data pengukuran kecepatan atau pengukuran kekasaran.

Setelah dilakukan penelitian untuk 5 (lima) kali penelitian pada 4 (empat) lokasi peninjauan maka didapat grafik hubungan nilai kekasaran (n) terhadap kedalaman (h) untuk berbagai formulasi kekasaran. Pada Gambar 1 terlihat bahwa untuk menghitung kekasaran (n) menggunakan rumus Manning pada kedalaman sungai yaitu $n = 0,0137 h - 0,0016$ dan nilai $r = 0,66$ sehingga dapat dikatakan terjadi hubungan langsung kedalaman sungai terhadap kekasaran Manning.



Gambar 1 Grafik hubungan kedalaman (h) terhadap kekasaran Manning (n)

Hubungan berdasarkan formulasinya disajikan pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4 Hubungan antara kekasaran terhadap kedalaman

No	Formulasi	Hubungan Kekasaran (n) Terhadap Kedalaman (h)	R	
1.	Manning	$n = 0.0137 h - 0,0016$	0,66	
2.	Anderson	Pinggir	$n = 3.10^{-6} h + 0.0227$	0,01
		Tengah	$n = 0.0003 h + 0.0314$	0.12
3.	Jarret	$n = 0,0003 h - 0,0127$	0.08	
4.	Raudkivi	Pinggir	$n = 4.10^{-5} h + 0.0083$	0.09
		Tengah	$n = 0.0003 h + 0.0108$	0.29
5.	Subramanya	Pinggir	$n = 4.10^{-6} h + 0.0296$	0.01
		Tengah	$n = 0.0003 h + 0.0388$	0.12
6.	Meyer	Pinggir	$n = 4.10^{-6} h + 0.0243$	0.01
		Tengah	$n = 0.0003 h + 0.0318$	0.12
7.	Muller	Pinggir	$n = -0.0006 h + 0.029$	0.25
		Tengah	$n = 0.0014 h + 0.0343$	0.26

Pada Tabel 4 tersebut terlihat bahwa formula Manning terdapat hubungan lebih baik dibandingkan dengan formula yang lain. Oleh karena itu formula kekasaran Manninglah yang cocok untuk lebar sungai krueng Keureto yaitu $(n) = 0.0024 b - 0,0129$ sedangkan untuk kedalamannya yaitu $(n) = 0.0137 h - 0,0016$.

5. Kesimpulan

Dari hasil ini nantinya akan memberikan faktor-faktor yang mempengaruhi angka kekasaran meliputi: debit aliran, diameter butiran dasar saluran, tumbuhan, ketidakteraturan saluran, trase saluran, ukuran dan bentuk saluran, perubahan musim dan lain sebagainya.

1. Kecepatan aliran pada bagian tengah penampang sungai lebih besar dibandingkan kecepatan dibagian pinggir sungai.
2. Lebar muka air sungai akan menyesuaikan diri sesuai dengan kecepatan terhadap ruang dan waktu.
3. Koefisien kekasaran (n) akan berkurang bila taraf air dan debitnya bertambah. Bila kedalaman air rendah, ketidakteraturan dasar sungai akan menonjol dan efeknya kelihatan.
4. Pada umumnya butiran tanah halus ($d \leq 0,150$ mm) pada tengah penampang tidak sempat mengendap melainkan terangkut dengan cara bergulung, bergeser, melayang dan melompat yang terbawa oleh arus aliran sungai (penggerusan) dengan nilai kekasaran (n) 0.0107 sampai dengan 0.0425 Sedangkan pada bagian pinggir sungai kecepatan lebih kecil sehingga butiran tanah halus ($d \leq 0,150$ mm) terjadi pengendapan dengan nilai kekasaran (n) 0.0081 sampai dengan 0.0326.
5. Hubungan Karakteristik material dasar sungai terhadap geometriaknya menunjukkan bahwa pada bagian tengah sungai mempunyai kandungan terbanyak adalah tanah berbutir kasar ($d \geq 0,150$ mm = No. Saringan 100)

sedangkan pada bagian pinggir sungai mempunyai kandungan terbanyak adalah tanah berbutir halus ($d \leq 0,150$ mm = No. Saringan 100).

Daftar Kepustakaan

- Craig Fischenich and Syndi Dudley, 1999, *Determining Drag Coeffesients and Area for Vegetation*, Engineer Research and Development Center, Vicksburg.
- Gary E. Freeman, William Rahmeyer, David L. Derrick, Ronald R. Copeland, 1999, *Manning's Values for Floodplains with Shrubs and woody Vegetation*, Flood Control Channels Research Program of the U.S. Army Corps of Engineers.
- Ven Te Chow, Suyatman, VHF Kristanto Sugiharto, E.V. Nensi Rosalina, 1997, *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*, Erlangga.
- K.G. Ranga Raju, Yan piter Pangaribuan, 1986, *Aliran Melalui Saluran Terbuka (Flow Throught Open Channels)*, Erlangga.