

ANALISIS FORMULASI KEKASARAN HIDROLIK TERHADAP PARAMETER LEBAR DAN KEDALAMAN SUNGAI Kr. KEUREUTO ACEH UTARA

Fauzi A. Gani

Staf Pengajar Jurusan Teknik sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

ABSTRAK

Pola aliran suatu sungai tergantung dari kondisi topografi, geologi, iklim, vegetasi yang terdapat di dalam DAS yang bersangkutan. Secara keseluruhan kondisi tersebut akan menentukan karakteristik, bentuk serta pola aliran suatu sungai. Sungai Krueng Keureuto terletak di Kabupaten Aceh Utara, memiliki luas tangkapan ± 931 km². Sungai ini tergolong dalam tipe cabang kipas dengan beberapa anak sungai diantaranya Krueng Pirak, Krueng Ceku, Alu Leuhop, Krueng Kreh, Krueng Peuto dan Alu Gunto. Keenam anak sungai ini memberikan kontribusi aliran ke dalam alur sungai Krueng Keureuto yang menyebabkan puncak banjir yang tinggi di daerah hilir sungai. Banjir ini diperkirakan penyebabnya adalah kapasitas tampang salurannya tidak mencukupi untuk mengalirkan debit banjir pada daerah-daerah pengalirannya.

Kata-kata kunci: *taraf aliran, lebat dan kedalaman aliran*

ABSTRACT

Flow pattern of a river depends on topographic condition, geology, climate, vegetation, which lays in its relevant catchment area. That condition determines characteristics, shape, and flow pattern of a river. Krueng Keureuto river places in Aceh Utara Regency, which has ± 931 km² catchment area. This river includes into fan branch type with several tributaries, such as Krueng Pirak, Krueng Ceku, Alu Leuhop, Krueng Kreh, Krueng Peuto and Alu Gunto. The six tributaries contribute the flow into Krueng Keureuto river channel that's caused peak of high flood in downstream. The flood predicts causing by inadequate longitudinal section of channel to flowh flood debit through its flows area.

Keywords: *flow level, intensity and depth of flow*

PENDAHULUAN

Pola aliran suatu sungai tergantung dari kondisi topografi, geologi, iklim, vegetasi yang terdapat di dalam DAS yang bersangkutan. Secara keseluruhan kondisi tersebut akan menentukan karakteristik, bentuk serta pola aliran suatu sungai.

Sungai Krueng Keureuto terletak di Kabupaten Aceh Utara dan memiliki luas tangkapan ± 931 km². Sungai ini tergolong dalam tipe cabang kipas dengan beberapa anak sungai diantaranya Krueng Pirak, Krueng Ceku, Alu Leuhop, Krueng Kreh, Krueng Peuto dan Alu Gunto. Keenam anak sungai ini memberikan kontribusi aliran ke dalam alur sungai Krueng Keureuto yang menyebabkan puncak banjir yang tinggi di daerah hilir sungai. Banjir ini diperkirakan penyebabnya adalah kapasitas tampang salurannya tidak mencukupi untuk mengalirkan debit banjir pada daerah-daerah pengalirannya.

Salah satu hal perlu dilakukan untuk penanggulangan terhadap bahaya banjir adalah normalisasi dengan memperbesar kapasitas penampang alur sungai dan membuat tanggul banjir yang memadai. Seperti diketahui bahwa saluran alluvial (saluran alam) adalah saluran dengan dasar bergerak yang terdiri dari material non kohesif dengan variabel bebas yaitu kedalaman, lebar, kemiringan serta sedimen.

Perubahan kondisi aliran merupakan sesuatu hal yang penting dalam memprediksi kekasaran hidraulik dalam saluran alluvial. Kekasaran permukaan adalah suatu kekasaran ukuran dan bentuk butiran bahan yang membentuk luas penampang basah dan menimbulkan efek hambatan terhadap aliran.

Kekasaran hidraulik menyebabkan tahanan aliran lebih dipusatkan pada prediksi nilai kecepatan aliran dalam saluran, dimana tahanan tersebut merupakan suatu perilaku dari dasar saluran yang menahan aliran. Perubahan kondisi aliran dan permukaan dasar sungai sangat erat hubungannya dengan ukuran butir sedimen dan debit.

Kecepatan yang rendah ataupun tinggi tentunya akan mengalami perubahan bentuk dasar aliran sungai. Keterkaitan hal tersebut akan mempengaruhi kedalaman dan lebar sehingga diperoleh suatu hubungan parameter kekasaran hidraulik. Masalah utama selanjutnya adalah mengkaji hubungan harga koefisien kekasaran terhadap lebar dan kedalaman aliran sungai.

Penelitian ini bertujuan adalah untuk mengkaji dan mengevaluasi suatu formulasi kekasaran saluran dalam perhitungan hidraulika sehingga nantinya akan didapatkan hubungan antara kekasaran hidraulik terhadap nilai parameter lebar dan kedalaman aliran sungai sesuai dengan penggunaan dan penerapannya. Pada tulisan ini hanya dibatasi pada pembahasan kekasaran menurut Manning dan Anderson saja.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur dan pengumpulan data yang diperoleh dengan melakukan beberapa tahapan penelitian yang berkaitan satu dengan lainnya. Sampel partikel material dasar diambil dari dasar sungai pada penampang melintang dan memanjang di tempat yang dianggap dapat mewakili kondisi material dasar sungai setempat. Pelaksanaan pengambilan sampel dilakukan langsung dari lapangan yang berlokasi di Meunasah Pundi, jembatan Meunasah Pange, jembatan Lhoksukon dan Landing, kemudian dianalisis gradasinya di laboratorium. Pengambilan sampel dibagi menjadi tiga lokasi tinjauan yaitu bagian kiri, bagian tengah dan bagian kanan sungai.

Data pendukung penelitian ini terdiri dari 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, sampel tersebut dikeringkan dengan oven. Sampel-sampel yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang dan dicatat beratnya. Pengukuran kedalaman dan lebar aliran sungai dilaksanakan dalam 5 (lima) tahap dengan parameter yang berbeda-beda. Pengukuran kedalaman sungai disesuaikan dengan sarana yang tersedia seperti menggunakan kabel pemberat dan bak ukur sedangkan untuk pengukuran lebar sungai menggunakan meteran, penyeberangan melintang sungai menggunakan sebuah perahu.

Pengukuran kecepatan aliran pada sungai dilakukan dengan menggunakan alat *Current meter*, dilakukan pada dua kedalaman yaitu kedalaman 0,2 h dan kedalaman 0,8 h (h adalah tinggi muka air). Cara ini dilakukan dengan cermat, karena dalam persamaan debit sediment merupakan debit aliran yang dianggap sebenarnya, sedangkan debit sedimen

merupakan variabel yang dapat berbeda harga, artinya pada harga debit aliran yang sama, untuk waktu yang berbeda, kemungkinan didapatkan harga debit sedimen yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh faktor alam, alat maupun manusia sebagai pelaksana.

Pengukuran dibagi menjadi tiga lokasi tinjauan yaitu bagian kiri, bagian tengah dan bagian kanan sungai. Tampang-tampang saluran yang ditinjau diukur terlebih dahulu lebar salurannya, yaitu untuk penentuan jumlah vertikal yang merupakan garis tegak pada posisi pengukuran kedalaman aliran dan bentuk profil saluran. Masing-masing pias tersebut tepatnya pada tiap-tiap vertikalnya, diukur kecepatan aliran dengan alat current meter Merek. Valeport No. Seri: 03595 dan baling-baling BFM. 002.S/N. 1333. Baik pada kedalaman 0,2 meter ($V_{0,2}$) dan 0,8 meter ($V_{0,8}$) dari permukaan air.

Pengukuran aliran rata-rata pada suatu penampang basah saluran, diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan aliran di beberapa pias vertikal, yang diukur langsung dengan alat current meter merek Valeport disetiap titik kedalaman pada masing-masing pias yang ditinjau. Laju aliran dihitung berdasarkan jumlah putaran baling-baling selama periode waktu tertentu yaitu dengan menggunakan persamaan : $V = 0,1001.N + 0,032$ (m/dt) jika $0,10 < N < 1,50$ dan $V = 0,1079.N + 0,030$ (m/dt) jika $0,15 < N < 29,00$ dimana N = jumlah putaran baling-baling dan V = kecepatan aliran (m / dt)

Sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian ini maka data hasil pengukuran lebar dan kedalaman sungai serta pemeriksaan gradasi butiran dilakukan analisis sebagai berikut :

1. Menentukan hubungan berbagai parameter kekasaran dasar saluran yaitu n , D , b dan h kemudian membandingkan data pengamatan dengan hasil para peneliti terdahulu.
2. Menentukan nilai kekasaran hidraulik dengan berbagai analisa dan metode pendekatan untuk mencari formula Selanjutnya menarik kesimpulan/memformulasikan hubungan kekasaran hidraulik dengan lebar dan kedalaman pada tampang sungai yang ditinjau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis aliran dalam saluran/sungai terbuka digolongkan menurut parameter aliran dengan mempertimbangkan ruang dan waktu. berdasarkan kenyataan bahwa kedudukan permukaan bebas cenderung berubah sesuai dengan ruang, waktu, kedalaman aliran, debit dan kemiringan dasar saluran. Adanya permukaan bebas dan gesekan pada sepanjang dinding saluran, maka kecepatan tidak terbagi merata pada penampang saluran.

Kecepatan maksimum dalam saluran biasanya terjadi di bawah permukaan bebas sedalam 0,05 sampai 0,25 kali kedalamannya. Makin dekat ke tepi berarti makin besar dan mencapai maksimum. Pengaruh perubahan hidrolis terhadap kapasitas aliran sangat ditentukan oleh faktor kedalaman. Koefisien kekasaran (n) akan berkurang bila taraf air dan debitnya bertambah. Kecepatan yang tidak merata disetiap penampang adalah disebabkan tidak konstannya parameter sungai.

Tanah berbutir halus atau tanah kohesif mempunyai kecenderungan butiran untuk saling melekatkan yaitu kemampuan tanah membentuk bongkahan/gumpalan tanpa mengalami perpecahan. Karakteristik material dasar sungai krueng Keureuto terhadap geometriknya 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). Hal ini diakibatkan kecepatan pada daerah tengah penampang sungai lebih besar dibandingkan kecepatan dibagian pinggir sungai sehingga

butiran tanah tidak sempat mengendap melainkan melayang-layang terbawa arus aliran (penggerusan). Sedangkan pada bagian pinggir sungai kecepatan lebih kecil sehingga butiran tanah terjadi pengendapan. Analisa saringan material (ASTM 422-63, sedangkan kandungan terbanyak untuk D_{65} terdapat di Mns. Punti, untuk D_{90} terdapat kandungan terbanyak di Mns. Pange, untuk lebih jelasnya diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Material dasar sungai berdasarkan diameter butiran (mm)

Diameter Butiran (mm)	Material Dasar Sungai (mm)			
	Mns. Punti	Mns. Pange	Jembatan Lhoksukon	Landing
D_{50}	0,177	0,019	0,022	0,021
D_{65}	0,212	0,022	0,027	0,023
D_{90}	0,064	0,400	0,047	0,033

Oleh karena itu dasar sungai yang berpasir atau berkerikil akan tererosi secara lebih seragam dibandingkan dengan dasar yang berlempung (pasir halus).

Suatu sungai/saluran tidak harus memiliki satu nilai n saja untuk setiap keadaan tetapi nilai n sangat bervariasi dan tergantung pada berbagai faktor. Berdasarkan lokasi material dasar sungai diperoleh hasil seperti dalam Tabel 2.

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

Lokasi /material dasar Sungai	Kofesien keksaran n rata-rata (n)	
	Manning	Anderson
Mns. Punti	0,18	0,021
Mns. Pange	0,027	0,021
Jembatan Lhoksukon	0,027	0,020
Landing	0,034	0,020

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

FORMULA	KOEFSISIEN KEKASARAN (n)		
	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Manning	0,016	0,059	0,0347
Anderson	0,022	0,035	0,0259

Pada Tabel. 2 untuk berbagai lokasi peninjauan terlihat koefisien kekasaran minimum sebesar 0,020 dan untuk koefisien kekasaran maksimum sebesar 0,034 sedangkan koefisien

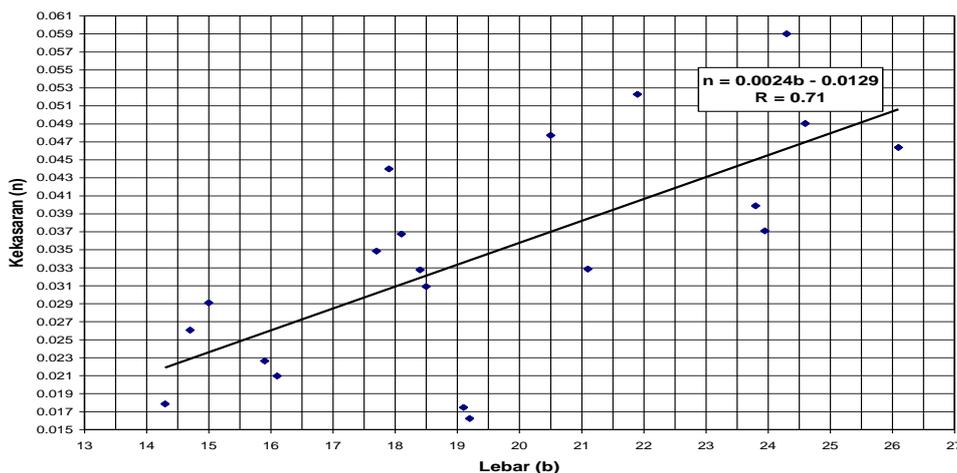
rata – rata untuk 5 (lima) kali pengujian pada Tabel. 3 terlihat koefisien kekasaran minimum sebesar 0,022 dan untuk koefisien kekasaran maksimum sebesar 0,059. Pada formulasi kekasaran Manning diperoleh nilai kekasaran minimum sebesar 0,016 dan untuk koefisien kekasaran maksimum sebesar 0,059 dengan nilai rata-rata 0,0347, nilai ini tidak berbeda jauh dengan nilai koefisien kekasaran yang dianjurkan pada literatur/tabel Manning. Dimana saluran alam berkelok-kelok, bersih, berceruk dan bertebing diperoleh nilai minimum 0,033 sedangkan nilai maksimum 0,045.

Untuk menguji apakah rata-rata sampel berbeda nyata terhadap rata-rata populasi dilakukan pengujian nilai rata-rata sampel dengan menggunakan pengujian distribusi –t. Pada Tabel. 4 berikut ini diperoleh interval kepercayaan 95 % diterima untuk nilai rata-rata hitung:

Tabel 4. Koefisien kekasaran (n) berdasarkan uji statistik

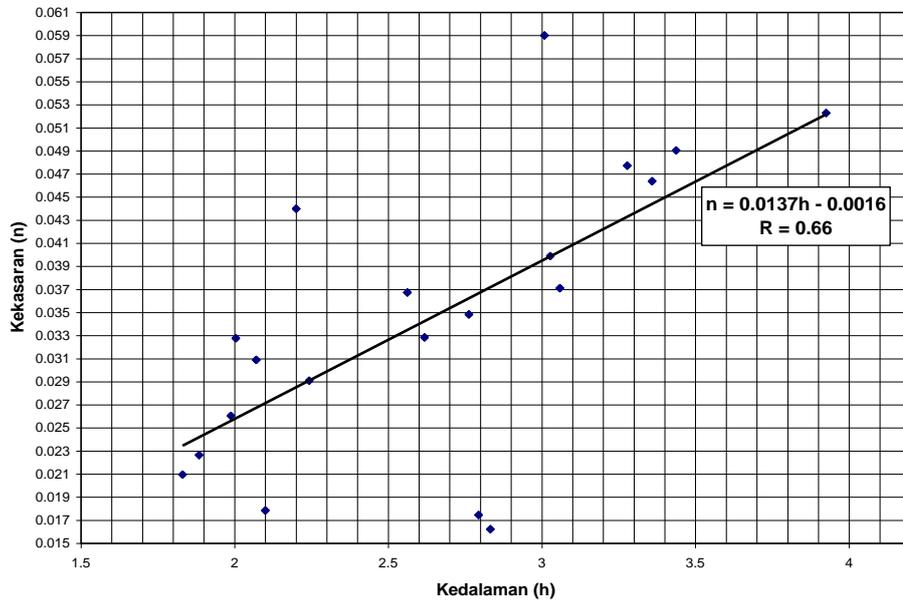
Formula	Koefisien kekasaran (n)		
	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Manning	0,0299	0,0395	0,0347
Anderson	0,0249	0,0269	0,0259

Setelah dilakukan penelitian untuk 5 (lima) kali penelitian pada 4 (empat) lokasi peninjauan, Untuk melihat hubungan lebar (b) dan kedalaman aliran (h) terhadap nilai kekasaran hidrolis adalah dengan melakukan uji diterminasi (R^2) dan didapat grafik hubungan nilai kekasaran (n) terhadap lebar (b) dan kedalaman (h) untuk formulasi kekasaran Manning. Tinjauan ini menghasilkan suatu hubungan seperti diperlihatkan pada gambar.1 sampai.2 berikut:



Gambar 1. Grafik hubungan lebar (b) vs kekasaran Manning (n)

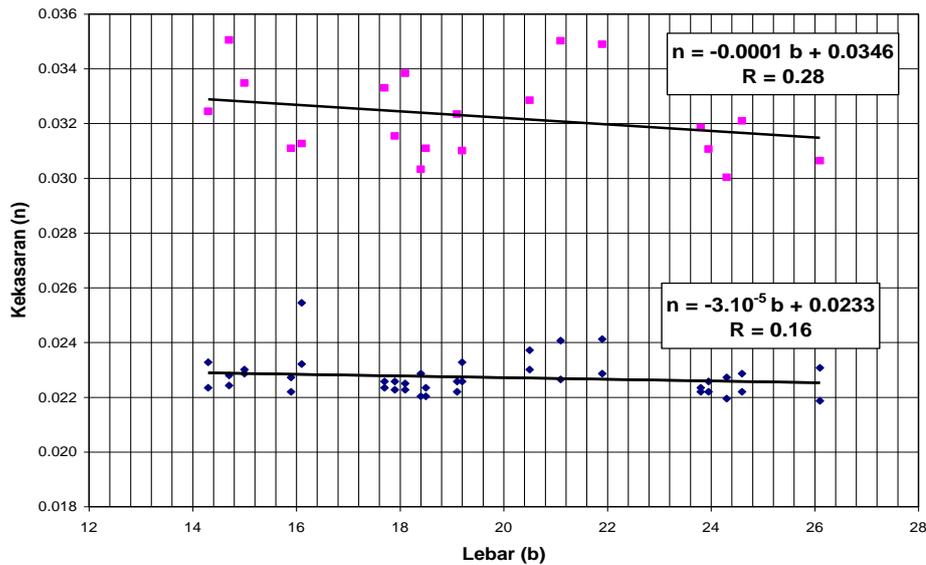
Pada Gambar .1 terlihat bahwa untuk menghitung kekasaran (n) menggunakan rumus Manning pada lebar sungai yaitu $n = 0,0024 b - 0,0129$ dan diperoleh nilai $R = 0,71$ sehingga dapat dikatakan terjadi hubungan langsung lebar permukaan sungai terhadap kekasaran Manning.



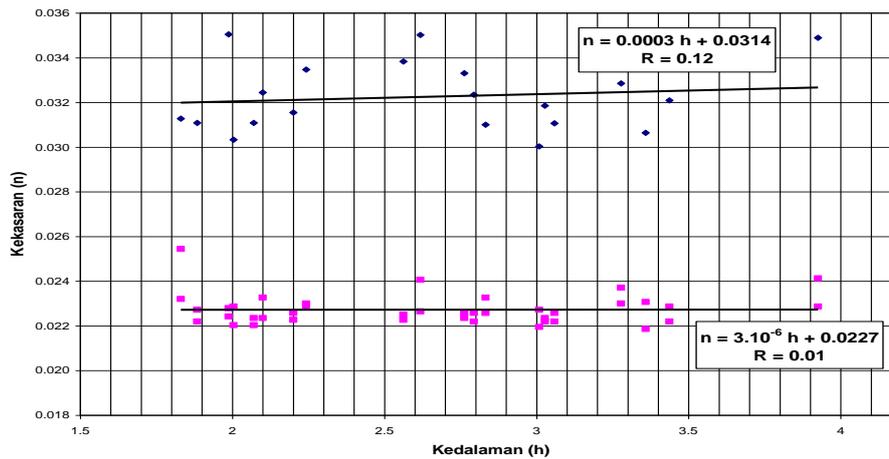
Gambar 2. Grafik hubungan kedalaman (h) vs kekasaran Manning (n)

Pada Gambar. 2, terlihat bahwa untuk menghitung kekasaran (n) dengan rumus Manning juga dipengaruhi oleh variasi kedalaman (h) sungai, yaitu $n = 0,0137 h - 0,0016$ dan diperoleh nilai $R = 0,66$ sehingga dapat dikatakan terjadi hubungan langsung kedalaman sungai terhadap kekasarannya.

Pada Gambar. 3 berikut ini terlihat bahwa kekasaran Anderson pada bagian pinggir sungai lebih kecil dibandingkan pada bagian tengah sungai yaitu $0.0219 - 0.0254$ dengan formula $n = - 3.10^{-5} b + 0.0233$ dengan $R = 0.16$, sedangkan kekasaran (n) pada bagian tengah sungai yaitu $0.0300 - 0.0350$ dengan formula $n = -0.0001 b + 0.0346$ pada $R = 0.28$ sehingga dapat dikatakan terjadi hubungan langsung lebar permukaan sungai terhadap kekasaran Anderson yang sangat lemah.



Gambar. 3 : Grafik hubungan Lebar (b) terhadap kekasaran Anderson (n)



Gambar. 4 : Grafik hubungan Kedalaman (h) terhadap kekasaran Anderson (n)

Pada Gambar.4 terlihat bahwa kekasaran Anderson sama seperti pada kasus gambar 3, untuk bagian pinggir sungai mempunyai formula $n = 3.10^{-6} h + 0.0227$ pada $R = 0.01$, sedangkan kekasaran pada bagian tengah sungai mempunyai formula $n = 0.0003 h + 0.0314$ pada $R = 0.12$, sehingga dapat dikatakan terjadi hubungan langsung kedalaman sungai terhadap kekasaran Anderson yang sangat lemah.

Berdasarkan penjelasan Gambar.1 sampai dengan 4 dapat diperlihatkan lengkap jenis hubungan masing-masing berdasarkan formulasinya dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hubungan antara kekasaran terhadap lebar dan kedalaman

No	Formulasi	Hub. Kekasaran (n) Thdp Lebar (b)	R	Hub. Kekasaran (n) Thdp Kedalaman (h)	R	
1.	Manning	$n = 0.0024 b - 0,0129$	0.71	$n = 0.0137 h - 0,0016$	0,66	
2.	Anderson	Pinggir	$n = -3.10^{-5} b + 0.0233$	0.16	$n = 3.10^{-6} h + 0.0227$	0,01
		Tengah	$n = -0.0001 b + 0.0346$	0.28	$n = 0.0003 h + 0.0314$	0.12

KESIMPULAN

1. Koefisien kekasaran (n) akan berkurang bila taraf air dan debitnya bertambah. Bila kedalaman air rendah, ketidak teraturan dasar sungai akan menonjol.
2. 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.
3. 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, harga ini masih di bawah nilai yang disarankan oleh Manning.
4. Berdasarkan uji diterminasi R, untuk melihat hubungan lebar (b) dan kedalaman aliran (h) terhadap nilai kekasaran hidrolik yang terjadi dan berhubungan langsung adalah dengan menggunakan formulasi Manning yaitu $n = 0,0024 b - 0,0129$ pada nilai $R = 0,71$ dan $n = 0,0137 h - 0,0016$ dengan nilai $R = 0,66$.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T, 1997, *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*, Terjemahan oleh Suyatman, V.F.X.K. Sugiharto, E.V.N. Rosalina, Erlangga Jakarta.
- Fauzi, AG, *Evaluasi Kinerja Saluran Pembawa Irigasi Bate Iliek Kab. Bireuen*. Tesis Pasca sarjana Teknik sipil Unsyiah Banda Aceh.
- Geo Consultan, 2003. *Survey Pendahuluan Rencana Waduk dan Pengendalian Banjir Kr. Keureuto*, Lhokseumawe.
- Gunawan T, Margaret S, 2002, *Mekanika Tanah*, Penerbit Delta Teknik Group, Jakarta.
- Simons D.B. dan F. Senturk, 1977, *Sediment Transport Technology*, Water Resources Publication, Fort Collins, Colorado, USA.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai*, Penerbit Nova, Bandung.
- Tominaga M., S. Sosrodarsono, 1984, *Perbaikan dan Pengaturan Sungai (River Improvement Works)*, PT. Pradnya Paramita Jakarta.
- Triatmojo, B, 1996, *Hidrolika II*, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.