

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Pengetahuan mengenai angkutan sedimen memiliki arti penting dalam kegiatan pengembangan dan pengelolaan sumber daya air, diantaranya penyediaan air bersih, irigasi lahan pertanian, dan navigasi (Wigati and Junaidi, 2009; Naqshband, 2014; Lefebvre and Winter, 2016; Hölscher, 2016). Proses angkutan sedimen dalam saluran terbuka, akan mengalami perpindahan material sedimen dari tempat lepasnya ke tempat barunya, akibat aliran air (Asdak, 1995; Garde, 2006). Material sedimen/endapan, diantaranya berupa material aluvial non kohesif (Garde, 2006; Mitra and Saikia, 2016). Aliran dalam saluran aluvial material non kohesif, umumnya mengalir dalam satu arah dan kompleks (Best, 2005). Interaksi kompleks antara aliran dan angkutan sedimen pada saluran aluvial material non kohesif, menimbulkan berbagai jenis bentuk konfigurasi dasar (Wang and White, 1993; Best, 2005; Naqshband, 2014; Hölscher, 2016).

Bentuk konfigurasi dasar ini dibagi menjadi regime aliran rendah (berupa *flat bed*, *ripples*, dan *dunes*) dan regime aliran tinggi (*plane bed*, *antidunes*, *chutes* dan *pools*). Regime aliran transisi berada diantara regime aliran rendah dan tinggi. Bentuk dasar regime transisi ditandai dengan terkikisnya *dunes* ke *plane bed* atau ke *antidunes* (Simons dan Richardson 1966). Penelitian dalam memprediksi bentuk konfigurasi dasar telah banyak dikembangkan, terutama pada tinggi dan panjang bentuk dasar (Naqshband, 2014). Umumnya, nilai koefisien kekasaran dasar, tidak diperhitungkan bentuk konfigurasi dasar (Karim, 1995). Allen (1978), Van Rijn (1984), Yalin (1992), dan Karim (1995) telah membuat rumusan prediksi dimensi *dunes* terhadap kapasitas angkutan sedimen. Van Rijn (1984), Karim (1999), Zhang (1999), Paarlberg et al. (2007) dan Van der Mark (2009) menunjukkan hubungan langsung antara perlawanan aliran terhadap bentuk konfigurasi dasar. Namun, tidak ada prediktor pada bentuk dasar ini secara eksplisit berkaitan pengaruh koefisien kekasaran dasar dalam kombinasinya dengan mekanisme angkutan sedimen (Naqshband, 2014). Prediktor yang dilakukan Van Rijn (1984), Julien and Klaassen (1995), Kennedy and Odgaard (1990) serta Karim (1999) memiliki kesalahan agak kecil (Talebbedokthi, 2006), dalam memprediksi ketinggian bentuk dasar. Sedangkan prediksi panjang bentuk dasar, hanya sebagian kecil dari prediktor. Semua prediktor menunjukkan perbandingan konstan antara kedalaman air dengan tinggi bentuk dasar (Δ) dan ukuran butiran (d_s) pada panjang riak (*ripples*).

Perkembangan bentuk dasar yang terjadi di saluran, dikarenakan peningkatan intensitas aliran atau spesifik *stream power* (Knighton, 1998; Hölscher, 2016). Spesifik *stream power* merupakan laju disipasi energi dari suatu aliran untuk menggerakkan butiran sedimen, baik dasar maupun tepi saluran (Knighton, 1999; Petit et al., 2005). Peningkatan spesifik *stream power*, akan membentuk konfigurasi dasar dengan berbagai kekasaran dasar (Naqshband, 2014; Hölscher, 2016). Deskripsi kuantitatif bentuk konfigurasi dasar akibat perubahan kondisi aliran, digunakan dalam memprediksi kekasaran dasar saluran aluvial (Karim, 1995). Secara kualitatif, diperoleh hubungan antara ukuran butiran material non kohesif, debit/kecepatan aliran. Pada debit/kecepatan aliran rendah akan membentuk formasi bentuk dasar *ripples* atau *dunes*. Sedangkan debit/kecepatan aliran tinggi, akan terbentuk formasi *antidunes* atau *plane bed* (Karim, 1995). Pada debit tertentu, pencampuran energi disipasi, dapat memperlambat aliran dan memperbesar kekasaran dasar, yang menyebabkan fluktuasi permukaan air meningkat (Casas et al., 2006; Vidal et al., 2007; Morvan et al., 2008; Naqshband, 2014; Hölscher, 2016). Besarnya kekasaran dasar aliran, tergantung pada ukuran geometri bentuk dasar (Naqshband, 2014). Bentuk dasar (*bedforms*) di dasar saluran menyebabkan perlawanan aliran (Hölscher, 2016).

Perlawanan aliran pada bidang dasar rata dalam kondisi turbulen, hanya terdiri dari komponen kekasaran butiran saja atau fungsi geseran kulit atau tarikan permukaan (Simons and Senturk, 1992; Kodoatie, 2009). Energi disipasi (spesifik *stream power*) pada angkutan sedimen, menyebabkan dasar saluran menjadi tidak stabil (Knighton, 1999), dan terjadinya bentuk konfigurasi dasar (Engelund and Hansen, 1967; Yalin, 1992). Ketika pembentukan dasar terjadi, maka tarik bentuk (*form drag*) harus ditambahkan pada tarikan permukaan atau perlawanan bentuk (Toyama et al., 2007; Kodoatie, 2009; Duin et al., 2013). Perlawanan bentuk (n'') akibat konfigurasi dasar memberikan kontribusi perlawanan dasar lebih dominan, dibandingkan perlawanan kekasaran butiran (Kazemipour and Apelt, 1983; Talebbeydokhti et al., 2006; Morvan et al., 2008; Van der Mark, 2009; Kitsikoudis et al., 2015). Oleh karena itu, perkiraan perlawanan bentuk menjadi penting, dalam kaitannya dengan memprediksi perlawanan dasar dan tidak boleh diabaikan (Talebbeydokhti et al., 2006; Van der Mark, 2009).

Penelitian perlawanan akibat butiran dan perlawanan bentuk pada nilai koefisien kekasaran Manning, diantaranya Bajorunas (1952) dan Talebbeydokhti et al. (2006). Bajorunas (1952) mengusulkan perlawanan kekasaran butiran, didasarkan rumus Strickler (1923). Sedangkan perlawanan bentuk (n'') berdasarkan pada percobaan Einstein and Barbarosa (1952), yang diubah dalam rumusan koefisien kekasaran Manning. Rumusan

Bajorunas (1952), belum mengkaitkan perlawanan bentuk dengan bentuk dasar dan spesifik *stream power*. Talebbeydokhti et al. (2006) melakukan pengembangan penelitian yang dilakukan Bajorunas (1952) pada bentuk dasar *dunes*. Mereka menggunakan perlawanan bentuk didasarkan pengurangan rumusan nilai koefisien kekasaran Manning (n), terhadap kekasaran butiran rumusan Strickler (1923). Sehingga nilai kekasarannya masih didasarkan koefisien kekasaran Manning. Penelitian yang dilakukan oleh Bajorunas (1952) dan Talebbeydokhti et al. (2006), belum diteliti secara mendetail dari sudut pandang analitis, terutama perlawanan bentuk akibat konfigurasi dasar dan spesifik *stream power*.

Kajian perkiraan nilai koefisien kekasaran Manning telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Chow (1959) menggunakan nilai pendekatan berdasarkan jenis material dan kekasaran permukaan saluran. Kekasaran permukaan ini ditandai dengan ukuran dan bentuk butiran bahan, yang membentuk luas basah (Chow, 1959; Nurhadini and Yulistiyanto, 2007). Penentuan koefisien kekasaran Manning selanjutnya disusun dalam n tabel (Chow, 1959). Penggunaan nilai koefisien kekasaran Manning didasarkan n tabel. hanya disarankan untuk saluran kondisi aliran seragam dengan dasar rata. Pada kondisi aliran saluran alami, penerapan n tabel Manning sering memberikan hasil sangat kasar. Hal ini dikarenakan keadaan aliran lebih banyak tergantung faktor yang tidak diketahui dari saluran buatan (Putro and Hadihardaja, 2013).

Pengembangan dan verifikasi dari metode perkiraan nilai koefisien kekasaran Manning terus dilakukan dan masih sangat diperlukan (Bilgil and Altun, 2008), terutama kaitannya dengan perlawanan bentuk dan spesifik *stream power*. Kajian mendalam mengenai nilai koefisien kekasaran Manning dan hubungannya dengan bentuk konfigurasi dasar dan spesifik *stream power* menjadi sangat penting untuk dikembangkan, sehingga dapat digunakan dalam menentukan nilai koefisien kekasaran yang lebih objektif. Oleh karena itu, masih perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut terhadap nilai koefisien kekasaran Manning dengan memperhitungkan perlawanan bentuk akibat konfigurasi dasar dan spesifik *stream power*

1.2 Identifikasi Masalah

Saluran aluvial dimanfaatkan untuk beberapa keperluan, diantaranya sebagai sumber penyediaan air minum, irigasi lahan pertanian, dan navigasi. Interaksi kompleks antara aliran dan angkutan sedimen pada saluran aluvial *non kohesif* menimbulkan berbagai jenis bentuk dasar dengan nilai kekasaran dasarnya. Bentuk konfigurasi dasar ini merupakan jejak sedimen yang dipindahkan. Perpindahan bentuk konfigurasi dasar berhubungan dengan debit/

kecepatan aliran, kemiringan, kekasaran dan material dasar saluran. Peningkatan debit/kecepatan aliran, pada angkutan sedimen menyebabkan butiran mulai bergerak, akibat energi disipasi (spesifik *stream power*) dan membentuk konfigurasi dasar. Oleh karena itu adanya spesifik *stream power* berkaitan dengan terbentuknya konfigurasi dasar saluran. Pengaruh adanya spesifik *stream power* ini belum diteliti untuk memprediksi bentuk dasar.

Keberadaan bentuk konfigurasi dasar pada saluran aluvial *non kohesif* menyebabkan perlawanan aliran. Perlawanan aliran berasal dari spesifik *stream power* secara efektif akan memperlambat aliran dan menyebabkan level air meningkat pada debit tertentu. Bentuk konfigurasi dasar merupakan hal terpenting dalam kekasaran dasar. Kekasaran dasar pada gilirannya, merupakan elemen utama dalam memprediksi kondisi aliran. Besarnya kekasaran dasar yang dialami oleh aliran tergantung pada geometri bentuk konfigurasi dasar.

Pembentuk konfigurasi dasar tergantung mekanisme angkutan sedimen dan aliran air. Pengaruh perlawanan dasar pada kekasaran permukaan dasar diakibatkan komponen kekasaran butiran dan perlawanan bentuk. Perlawanan bentuk berkaitan dengan geometri bentuk dasar. Variabel geometri ini mempertimbangkan tinggi dan panjang bentuk dasar, dan berkaitan dengan nilai koefisien kekasaran dasar. Secara kuantitatif, perubahan konfigurasi bentuk dasar akibat angkutan sedimen dan kondisi aliran, merupakan sesuatu hal yang penting dalam memprediksi kekasaran dasar di saluran aluvial.

Penelitian terdahulu pada perlawanan dasar akibat kekasaran butiran dan perlawanan bentuk telah dilakukan Bajorunas (1952) dan Talebbeydokhti et al. (2006). Perlawanan bentuk (n'') rumusan Bajorunas (1952) belum menghubungkan dengan bentuk dasar dan spesifik *stream power*. Rumusan Bajorunas (1952) hanya berkaitan dengan ukuran diameter butiran. Bentuk konfigurasi dasar memberikan kontribusi perlawanan bentuk lebih dominan, dibandingkan perlawanan aliran akibat kekasaran butiran. Perlawanan bentuk (n'') seharusnya berhubungan dengan bentuk dasar. Penelitian Talebbeydokhti et al. (2006) menggunakan rumusan koefisien kekasaran Manning dalam rangka memperoleh perlawanan bentuk (n'') dan belum diteliti secara mendetail dari sudut pandang analitis.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, serta identifikasi masalah yang relevan, maka dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh spesifik *stream power* (ω) terhadap bentuk konfigurasi dasar
2. Bagaimana pengaruh spesifik *stream power* (ω) terhadap nilai kekasaran dasar saluran dengan adanya bentuk konfigurasi dasar.

3. Bagaimana hubungan antara variabelitas geometri bentuk konfigurasi dasar saluran terhadap nilai koefisien kekasaran Manning, yang diakibatkan komponen kekasaran butiran dan perlawanan bentuk.
4. Bagaimana memodifikasi nilai koefisien kekasaran didasarkan perlawanan bentuk (n'') pada rumusan Bajorunas (1952) dan Talebbeydokhti et al. (2006) secara analitik, yang disebabkan konfigurasi dasar dan spesifik *stream power* saluran aluvial non kohesif.

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian adalah memodifikasi rumusan koefisien kekasaran Manning pada saluran aluvial dengan material non kohesif. Tujuannya adalah sebagai berikut :

1. Mengkaji pengaruh spesifik *stream power* (ω) terhadap bentuk konfigurasi dasar
2. Mengkaji pengaruh adanya spesifik *stream power* (ω) terhadap nilai koefisien kekasaran dasar dengan adanya bentuk konfigurasi dasar.
3. Mengkaji hubungan antara variabelitas geometri bentuk konfigurasi dasar saluran, terhadap nilai koefisien kekasaran Manning, yang diakibatkan komponen kekasaran butiran dan perlawanan bentuk.
4. Memodifikasi rumusan koefisien kekasaran Manning didasarkan perlawanan bentuk (n''), disebabkan bentuk konfigurasi dasar yang terjadi pada saluran aluvial non kohesif dengan memasukkan unsur *stream power*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian secara umum adalah untuk mendapatkan rumusan perlawanan bentuk pada saluran aluvial dengan material non kohesif. Tujuan secara khusus adalah memperluas pengetahuan dalam memprediksi dimensi bentuk konfigurasi dasar. Manfaat secara teoritis dalam penelitian ini adalah memodifikasi koefisien kekasaran Manning dalam kaitannya dengan kekasaran butiran dan perlawanan bentuk akibat adanya konfigurasi dasar dan spesifik *stream power*.

1.6 Pembatasan Masalah

Guna mempertajam pembahasan, diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Aliran air dalam 1 (satu) dimensi yaitu arah longitudinal.
2. Air yang digunakan air jernih (tanpa memperhitungkan sedimen layang)
3. Pengaruh adanya aliran samping, tidak diperhitungkan (diabaikan)
4. Kondisi aliran sub kritis dengan kondisi aliran tetap seragam (*steady uniform flow*).
5. Bentuk konfigurasi dasar yang ditinjau dalam regime aliran rendah.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan disertasi ini disusun berdasarkan pada sistematika sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan

Dalam bab ini dijelaskan tentang latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, serta maksud, tujuan dan manfaat penelitian terhadap pengembangan pengetahuan, khususnya dalam bidang teknik sumber daya air.

Bab 2 Kajian Pustaka dan Kerangka Berpikir

Menindaklanjuti latar belakang bab 1 (satu), pada bab 2 (dua) akan dijelaskan hasil-hasil penelitian terdahulu dan dilakukan kajian literatur sebagai landasan teori dan rumusan yang digunakan dalam pembahasan hasil penelitian.

Bab 3 Metode Penelitian

Menguraikan metodologi penelitian yang digunakan meliputi metode penelitian, tempat dan waktu penelitian, parameter yang diukur dan variabel yang dipakai dan pelaksanaan penelitian di flume laboratorium serta rancangan analisa data.

Bab 4 Analisa Data

Berisikan mengenai pengolahan dan analisis data hasil laboratorium, yang selanjutnya dengan suatu metode dan analisa data seperti: statistik, perhitungan analitis hubungan konfigurasi dasar dengan koefisien kekasaran Manning..

Bab 5 Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan mendalam secara ilmiah terhadap apa yang sudah diperoleh dalam analisis data, bagaimana kaitannya dengan teori dan/atau temuan yang ada serta membandingkan pada peneliti sebelumnya. Setelah itu dilanjutkan dengan pembahasan hasil guna mendapatkan informasi lebih lanjut guna penyempurnaan penelitian disertasi ini.

Bab 6 Penutup

Merupakan penutup dari keseluruhan isi yang berisikan kesimpulan, implikasi dan saran.