



Pengaruh *Groundsill* Pada Degradasi dan Agradasi Dasar Sungai Winongo (Studi Kasus Simulasi dengan Sedimen D50)

Q. Ananta^a, S.B. Lesmana^a, Tahadjuddin^b dan P. Harsanto^{a*}

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia 55183

^bJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Jawa Barat, Indonesia, 43113

* Corresponding author's e-mail: puji_hr@umy.ac.id

Received: 2 July 2023; revised: 20 July 2023; accepted: 22 July 2023

Abstract: One of the rivers in Yogyakarta with sand as its riverbed material is the Winongo River, which has a high potential for riverbed degradation or aggradation. Upstream and downstream of the groundsill construction, respectively, can experience degradation and aggradation of sediment transport. In this research, the effectiveness of the MPM, Engelund Hansen, and Laursen Copeland equations on HEC-RAS 6.3.1 is examined in terms of determining the level of overall degradation and aggradation of the Winongo River bed. The discharge data used in modeling is in the form of secondary data taken from the 2021 DPUPESDM using two discharge conditions, namely wet discharge (Feb-Mar) and dry discharge (August-Sept). There are 796 cross sections along the river's 41.3 kilometer length, 9 of which are groundsill structures. For all equations, d50 serves as the grain diameter. Based on the results of the simulation, the upstream groundsill frequently aggradation while the downstream groundsill tends to degradation. The MPM and Engelund Hansen equations are closer to actual field survey than the Laursen Copeland equation, according to the simulation using the three equations. The nine groundsills on the Winongo River still have the potential to harm the river bank by collapsing the downstream portion of the structure because the condition of degradation in the downstream groundsill is more prevalent than aggradation in the upstream groundsill. Due to the average d50 grain size, it is more likely that models used to predict changes in river bed elevation may degrade.

Keywords: *degradation, aggradation, MPM, Englund Hansen, Laursen Copeland*

Abstrak: Sungai Winongo adalah salah satu sungai di Yogyakarta yang memiliki material dasar berupa pasir sehingga berpotensi besar terjadinya aggradasi dan degradasi dasar sungai. Transpor sedimen dapat tertahan di hulu bangunan groundsill (agradasi) dan terjadi (degradasi) di hilir. Penelitian ini bertujuan untuk melihat performa persamaan MPM, Engelund Hansen, dan Laursen Copeland pada HEC-RAS 6.3.1 dalam memperkirakan tingkat degradasi dan aggradasi dasar Sungai Winongo secara keseluruhan. Data debit yang digunakan pada pemodelan berupa data sekunder yang diambil dari DPUPESDM Tahun 2021 dengan menggunakan dua kondisi debit yaitu debit basah (Feb-Mar) serta debit kering (Agust-Sept). Data sungai sepanjang 41,3 km dengan jumlah 796 cross section dengan 9 cross section berupa bangunan groundsill. Diameter butiran yang digunakan dalam semua persamaan adalah d50. Berdasarkan dari hasil simulasi diperoleh kondisi pada hulu groundsill lebih cenderung mengalami aggradasi sedangkan untuk hilir groundsill mengalami degradasi. Hasil pemodelan dengan menggunakan tiga persamaan menunjukkan persamaan MPM dan Engelund Hansen lebih mendekati dengan kondisi lapangan dibandingkan hasil pemodelan dengan menggunakan persamaan Laursen Copeland. Kondisi degradasi di hilir groundsill lebih dominan dibanding aggradasi di hulu groundsill, sehingga jumlah 9 buah groundsill yang berada pada Sungai Winongo masih memiliki kemungkinan dapat menyebabkan kerusakan tebing sungai berupa keruntuhan dibagian hilir bangunan. Penggunaan butiran sedimen d50 untuk melakukan pemodelan terhadap perubahan elevasi dasar sungai lebih cenderung mengalami degradasi diakibatkan rata-rata ukuran butir d50.

Kata kunci: *degradasi, aggradasi, MPM, Englund Hansen, Laursen Copeland*

1. Pendahuluan

Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis. Menurut [1], [2] sungai berfungsi untuk menyimpan, menampung, serta mengalirkan aliran yang berasal dari curah hujan yang tertampung pada penampang sungai secara alami. Sungai Winongo merupakan salah satu anak sungai dari Sungai Opak yang berlokasi di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan panjang sungai $\pm 41,3$ km, yang mengalir dari bagian hulu yaitu Kabupaten Sleman melewati Kota Yogyakarta dan bermuara pada hilir yang berada di Kabupaten Bantul bertempat pada Sungai Opak. Sungai Winongo merupakan sungai yang memiliki dasar

tanah sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa Sungai Winongo dapat mengalami peristiwa sedimentasi pada dasar penampangannya.

Sedimentasi merupakan proses pengendapan partikel yang dihasilkan dari erosi permukaan tanah, erosi parit/sungai itu sendiri, atau jenis erosi lainnya yang materialnya dapat mengendap di dasar sungai, danau ataupun genangan [3]. Menurut [4] transport sedimen yang terjadi secara terus-menerus dapat mempengaruhi kedalaman aliran sungai, bentuk permukaan dasar sungai, dan mampu membuat daratan yang baru diikuti dengan alur sungai yang berubah/berpindah. Laju sedimen dapat tertahan pada bangunan air berupa *groundsill* yang bertujuan untuk mempertahankan struktur jembatan,

bendung, dan bangunan air lainnya dari kerawanan erosi [5].

Groundsill merupakan salah satu struktur ambang pada bangunan air yang dibangun melintang di aliran sungai dengan tujuan untuk mengurangi kecepatan aliran sungai dan untuk mempercepat proses pengendapan pada bagian hulu bangunan [5]. Pembuatan *groundsill* juga bertujuan untuk menjaga stabilitas elevasi lapisan endapan untuk menjaga struktur bangunan air yang berada pada bagian hulu tetap kokoh dan mempertahankan dasar sungai agar tidak mengalami degradasi sungai secara berlebihan. *Groundsill* yang memiliki elevasi mercu terlalu tinggi atau dengan kata lain bangunan *groundsill* memiliki ketinggian antara dasar sungai hingga melebihi batas muka air banjir (MAB) akan mengakibatkan beberapa risiko yang akan terjadi pada sungai seperti elevasi dasar sungai pada bagian hulu akan meningkat dan mengakibatkan terganggunya kestabilan kondisi dasar sungai pada bagian hilir *groundsill* [6].

Pada *survey* lapangan, terdapat bendung yang runtuh pada daerah hilir sungai. Bendung dibangun pada tahun 2006 yang kemudian terjadi banjir besar pada tahun 2017 yang menerjang beberapa sungai besar di Yogyakarta termasuk Sungai Winongo. Bendung dapat runtuh dikarenakan terdapat aliran yang melewati bawah bendung sehingga apabila hal tersebut terjadi secara terus-menerus dapat menurunkan kekuatan struktur dari bendung itu sendiri ditambah dengan beban dari aliran banjir yang menimpa bendung tersebut mengakibatkan kerusakan struktur bendung. Akibat dari kerusakan bendung pada sungai tersebut menyebabkan tingginya degradasi dasar sungai, untuk mengurangi degradasi pada sungai tersebut maka dibangun beronjong yang memiliki fungsi sebagai *groundsill*.

Salah satu program aplikasi yang mampu untuk memodelkan kondisi sungai adalah *HEC-RAS 6.3.1*. Menurut Akbar dan Pratiwi (2020) *HEC-RAS* merupakan program yang didesain untuk melakukan analisis perhitungan dalam satu dimensi saluran alami maupun buatan yang terhubung antara jaringan satu dengan jaringan lainnya [7]- [8].

Pada sungai yang terdapat *ilnile sturctur* yaitu *groundsill*, aliran sungainya dapat terjadi penggerusan sedimen (degradasi) atau pengendapan sedimen pada dasar sungai (agradasi). Menurut [9] dengan adanya *groundsill* pada sungai dapat mempengaruhi tingkat degradasi dan agradasi pada sungai. Hal tersebut diakibatkan oleh penambahan *groundsill* pada sungai dapat menyebabkan kenaikan rata-rata degradasi serta penurunan rata-rata agradasi pada sungai tersebut. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh *groundsill* pada tingkat degradasi dan agradasi dasar Sungai Winongo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi elevasi dasar sungai pada hulu dan hilir *groundsill* akibat dari adanya angkutan sedimen pada Sungai Winongo dengan melakukan pemodelan dengan aplikasi *HEC-RAS 6.3.1*.

Pemodelan pada penelitian ini menggunakan sebit terukur harian berupa debit basah (Q_{max}) dan debit kering (Q_{min}). Debit berpengaruh terhadap gerusan pada dasar sungai, apabila debit aliran pada sungai besar maka gerusan

yang terjadi pada dasar sungai juga akan semakin besar begitu juga sebaliknya apabila debit aliran pada sungai kecil maka gerusan dasar sungai juga semakin kecil [10]. Data gradasi butiran dari sampel sedimen yang telah diolah merupakan sedimen D50. Sedimen D50 dapat menyebabkan gerusan pada dasar saluran karena sedimen tersebut masih dapat bergerak pada aliran sungai yang mengakibatkan terganggunya ketahanan struktur *groundsill* pada aliran sungai [11].

Untuk mendapatkan data primer perlu dilakukan *survey* lapangan dengan salah satunya adalah mengukur hidrometri saluran. Pada hakikatnya hidrometri merupakan kegiatan untuk melakukan pengukuran atau pengumpulan data pada sungai seperti pengukuran kedalaman sungai, lebar penampang sungai, kecepatan aliran sungai, dan lain sebagainya [12].

Adanya *groundsill* yang terdapat pada aliran menyebabkan perubahan elevasi dasar sungai. Menurut [13] *groundsill* berfungsi untuk salah satu upaya yang dilakukan agar mempertahankan struktur bangunan air pada sungai lainnya dan mengurangi permasalahan gerusan. Degradasi merupakan proses pengikisan atau penurunan pada profil memanjang sungai dikarenakan adanya partikel yang terbawa di dalam aliran sungai. Degradasi juga dapat terjadi karena adanya erosi pada sungai tersebut. Sedangkan agradasi merupakan suatu aktivitas sungai atau proses pengendapan material yang terkandung di dalam aliran air apabila proses tersebut terjadi secara terus-menerus maka seiring berjalannya waktu endapan tersebut akan menyebabkan keniakan permukaan pada dasar sungai [13], [14]. Proses pengendapan dapat mengakibatkan berkurangnya daya tampung atau volume kapasitas sungai. Faktor yang menjadi penyebab dari terjadinya degradasi dan agradasi adalah kemampuan daya angkut sedimen itu sendiri yang dipengaruhi oleh debit aliran dan kemiringan saluran [15].

2. Metode Penelitian

2.1. Materi

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan persamaan *MPM, Englund Hansen, dan Laursen Copeland* menggunakan *HEC-RAS 6.3.1*. Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan 2 metode, yaitu pengambilan data primer dan sekunder. Data yang digunakan berupa data primer yang diperoleh dari hasil survei lapangan serta data sekunder yang diambil dari instansi yang berkaitan dengan penelitian ini.

Penelitian dilakukan di aliran Sungai Winongo yang dibagi menjadi 71 pias dengan jarak antar pias ± 500 m yang memiliki 596 *cross section* dengan 9 *cross section* yang terdapat pada bangunan *groundsill* Gambar 1. Data debit yang digunakan pada pemodelan berupa data sekunder yang diambil dari DPUPESDM Tahun 2021 dengan menggunakan dua kondisi debit yaitu debit basah (Feb-Mar) serta debit kering (Agust-Sept). Waktu yang digunakan untuk *survey* lokasi dan pengumpulan data dimulai pada tanggal 15 September 2022 *survey* pertama dengan melakukan pengambilan sampel dilanjutkan pada tanggal 5-8 Oktober 2022 dilakukan *survey* ke-2 dengan memantau sempadan sungai pada setiap titik pias dilanjut

pada tanggal 16 Oktober 2022, 18 Maret 2023, dan 8 April 2023 dilakukan survey untuk mendapatkan data hidrometri sungai serta kecepatan aliran dan tanggal 26 Mei 2023 dilakukan survey untuk melihat kondisi lapangan pada *cross section* sekitar *groundsill*.

2.2. Alat

a) Microsoft Excel

Dalam penelitian ini excel digunakan untuk membantu membuat grafik pada hasil dari analisis gradasi sedimen hingga rekam perubahan elevasi dasar saluran.

b) HEC-RAS 6.3.1

HEC-RAS 6.3.1 digunakan untuk pemodelan sedimentasi pada sungai dengan debit dan data *cross section* yang telah disiapkan.

c) Google Earth Pro

Aplikasi digunakan untuk menentukan titik tinjauan dan lokasi bangunan air pada sungai.

d) AutoCAD 2021

Pada penelitian ini, AutoCAD digunakan untuk membantu proses penggambaran skema aliran pada lokasi penelitian dan membantu menghitung pada luas penampang aliran.

e) Penggaris

Penggaris dalam penelitian ini digunakan untuk membantu mengukur kedalaman saluran.

f) Current Metter

Current metter digunakan untuk membantu melakukan proses pengukuran kecepatan aliran pada sungai.

g) Meteran

Meteran dalam pengujian ini digunakan untuk mengukur lebar muka air sungai.

h) Electric Sieve Shaker

Alat ini digunakan untuk melakukan pengayakan butiran sehingga didapatkan berat sedimen yang tertahan pada setiap saringan.

i) Saringan

Saringan digunakan untuk memisahkan butiran sedimen berdasarkan ukuran saringan yang digunakan.

j) Oven

Pada penelitian ini oven digunakan untuk mengeringkan benda uji berupa sedimen basah.

k) Nampan

Nampan digunakan untuk membantu benda uji pada proses pengeringan sampel pada oven.

l) Timbangan

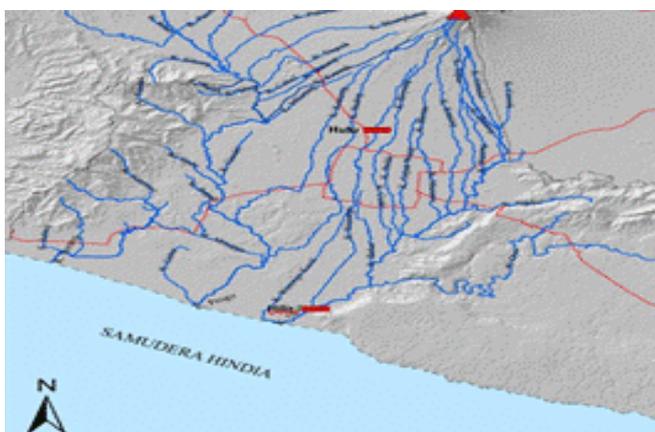
Timbangan digunakan untuk mengukur berat benda uji yang telah terpisah berdasarkan nomor saringan.

2.3. Bahan

Sampel sedimen yang digunakan pada penelitian ini diambil pada dasar Sungai Winongo pada sepanjang 71 titik pias.

2.4. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di aliran Sungai Winongo yang dibagi menjadi 71 pias dengan jarak antar pias ± 500 m yang memiliki 596 *cross section* dengan 9 *cross section* yang terdapat pada bangunan *groundsill* (Gambar 1 dan Gambar 2). Waktu yang digunakan untuk survey lokasi dan pengumpulan data dimulai pada tanggal 15 September 2022 survey pertama dengan melakukan pengambilan sampel dilanjutkan pada tanggal 5-8 Oktober 2022 dilakukan survey ke-2 dengan memantau sempadan sungai pada setiap titik pias dilanjut pada tanggal 16 Oktober 2022, 18 Maret 2023, dan 8 April 2023 dilakukan survey untuk mendapatkan data hidrometri sungai serta kecepatan aliran dan tanggal 26 Mei 2023 dilakukan survey untuk melihat kondisi lapangan pada *cross section* sekitar *groundsill*.

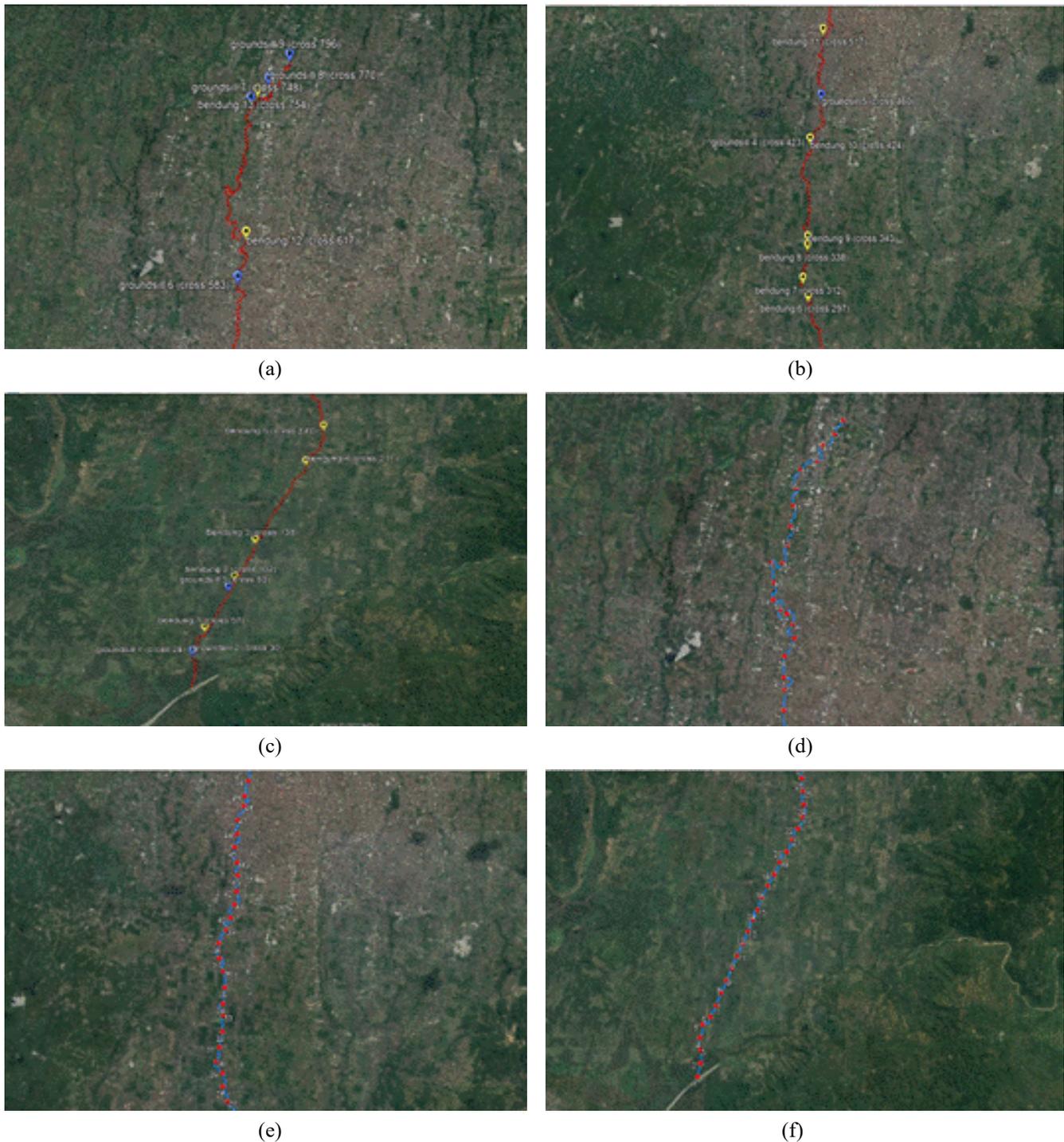


(a)



(b)

Gambar 1. (a). Peta aliran sungai wilayah DIY (b). Lokasi penelitian di aliran Sungai Winongo



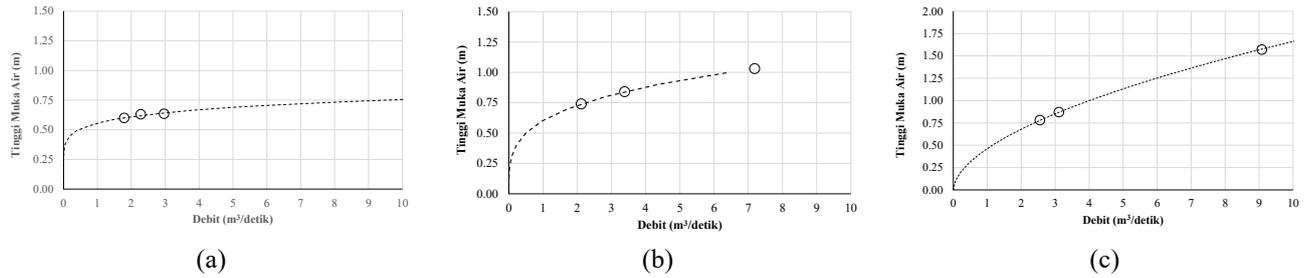
Gambar 2. (a). 15 Titik lokasi *groundsill* bagian hulu (Cross 548-796) (b). 16 Titik lokasi *groundsill* bagian tengah (Cross 273-548) (c). 17 Titik lokasi *groundsill* bagian hilir (Cross 0-273) (d). 22 Lokasi sampel sedimen pias 51-71 (e). 23 Lokasi sampel sedimen pias 27-50 (f). 24 Lokasi sampel sedimen pias 1-26.

3. Hasil dan Pembahasan

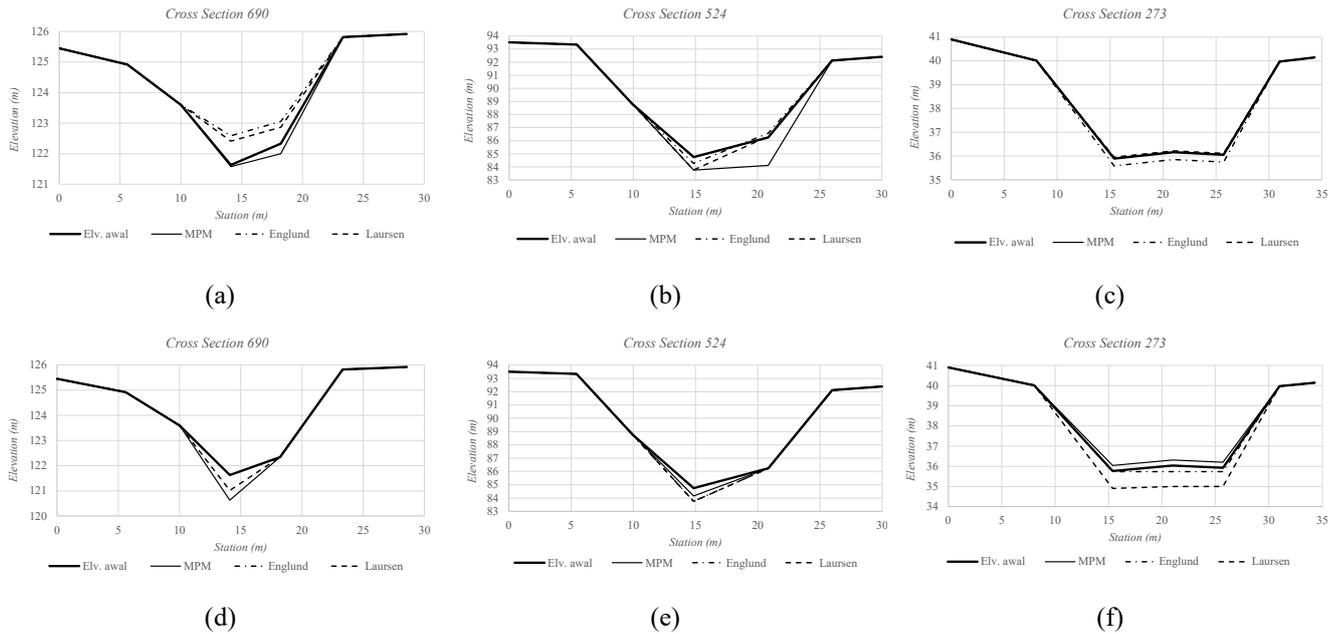
3.1. Analisis Kalibrasi

Data lapangan yang digunakan pada kalibrasi ini dilakukan sebanyak tiga kali survey lapangan dengan keadaan aliran berada pada debit maksimum, debit minimum, debit sedang. Untuk lokasi kalibrasi menggunakan tiga titik dengan setiap titik mewakili lokasi

hulu, tengah, dan hilir sungai. *Cross section* yang digunakan pada kalibrasi ini adalah bagian hulu dengan *cross section* 690 (pias 62), bagian tengah dengan *cross section* 524 (pias 48), dan bagian hilir dengan *cross section* 273 (pias 26). Proses kalibrasi menggunakan rating curve dengan data debit lapangan dan rentang ketinggian muka air. Grafik *rating curve* pada tiga titik kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Rating curve bagian hulu (Cross Section 690) (b) Rating curve bagian tengah (Cross Section 524) (c) Rating curve bagian hilir (Cross Section 273)



Gambar 4. (a) Elevasi kalibrasi cross 690 (Qmax) (b) Elevasi kalibrasi cross 524 (Qmax) (c) Elevasi kalibrasi cross 273 (Qmax) (d) Elevasi kalibrasi cross 690 (Qmin) (e) Elevasi kalibrasi cross 524 (Qmin) (f) Elevasi kalibrasi cross 273 (Qmin)

Untuk hasil kalibrasi pada penelitian dengan menggunakan tiga persamaan berupa *MPM*, *Englund Hansen*, dan *Laursen Copeland* didapatkan rata-rata angka manning pada bagian hulu sebesar 0,022, bagian tengah sebesar 0,026, dan bagian hilir sebesar 0,025. Hal tersebut sesuai dengan ketentuan rentang angka manning yang digunakan untuk saluran dengan dasar berupa tanah. Lokasi titik tinjauan kalibrasi kondisi elevasi dasar sungai untuk tiga persamaan dan dua kondisi debit cenderung menunjukkan degradasi. Hasil elevasi kalibrasi dapat dilihat pada **Gambar 4**.

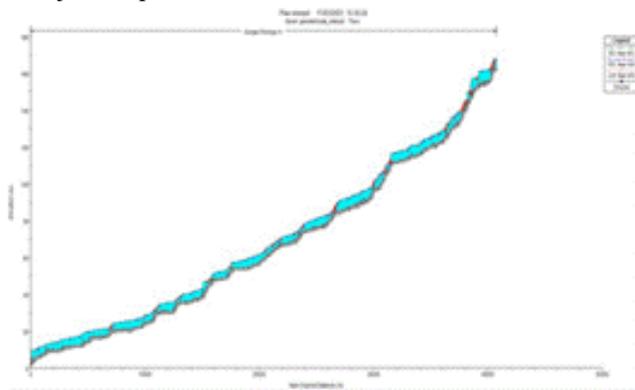
Berdasarkan data tersebut kalibrasi dengan menggunakan debit maksimum *cross 690 MPM* mengalami degradasi sedangkan *Englund* dan *Laursen* mengalami agradasi, *cross 524 MPM* dan *Englund* mengalami degradasi sedangkan untuk *Laursen* mengalami agradasi, sementara *cross 273 Englund* mengalami degradasi, *MPM* pada kondisi tetap, dan *Laursen* mengalami agradasi. Untuk debit minimum pada *cross 690 MPM* dan *Laursen* mengalami degradasi sedangkan *Englund* pada kondisi tetap, *cross 524* pada ketiga persamaan mengalami degradasi, sementara untuk *cross 273 Englund* dan *Laursen* mengalami degradasi sedangkan *MPM* mengalami agradasi.

Sehingga untuk kalibrasi pada tiga titik yang mewakili hulu, tengah, dan hilir cenderung mengalami degradasi.

3.2 Pemodelan HEC-RAS 6.3.1

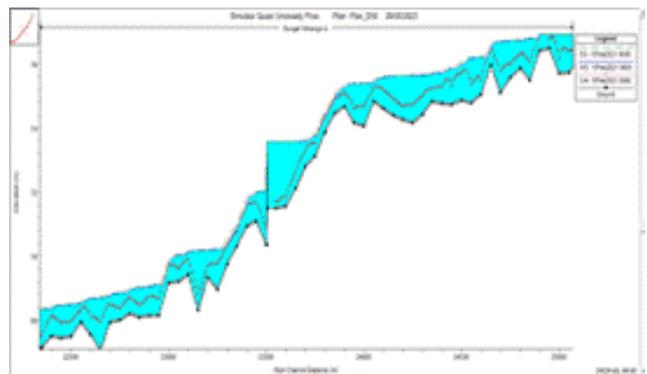
Pemodelan menggunakan *HEC-RAS 6.3.1* yang dilakukan sebelum menganalisis degradasi dan agradasi pada dasar sungai adalah dengan melakukan pemodelan *unsteady flow*. Data yang digunakan berupa data *cross section* yang didapatkan dari BBWSSO. Untuk data debit yang digunakan merupakan data sekunder yang didapatkan dari DPUPESDM-DIY. Debit yang digunakan pada penelitian ini menggunakan dua debit terukur berupa debit basah dan debit kering. Data debit maksimum yang digunakan merupakan data debit dari tanggal 15 Februari sampai 16 Maret, sedangkan untuk debit minimum menggunakan debit dari tanggal 15 Agustus sampai 13 September. Dari data tersebut kemudian diinput pada *unsteady flow* data pada *boundary conditions*, *flow hydrograph*. Pada *unsteady flow data*, *gate opening* diinput 0,75 m pada seluruh *gate* dan untuk bagian hilir berupa *normal depth* diinput 0,0025. Dari hasil running pemodelan *unsteady flow*, data yang didapatkan berupa kondisi

penampang dasar sungai. Hasil pemodelan *Unsteady Flow* ditunjukkan pada Gambar 5.

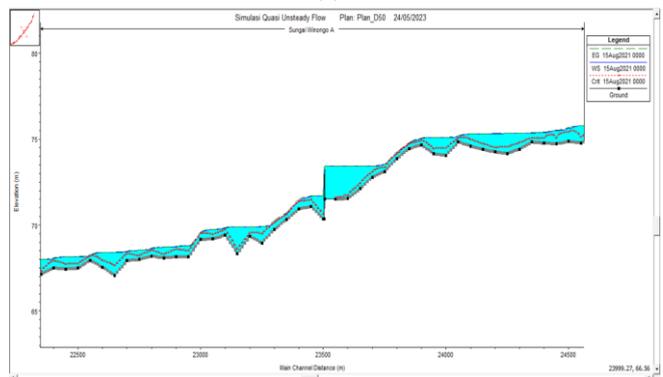


Gambar 5. Hasil Kondisi Penampang Dasar Sungai

Setelah dilakukan pemodelan *unsteady flow* untuk mendapatkan kondisi pada dasar sungai maka selanjutnya adalah simulasi dengan melakukan analisis degradasi dan agradasi pada dasar sungai dengan sedimen D50. Pada penelitian ini terdapat 25 sampel sedimen yang digunakan dalam pemodelan sedimentasi menggunakan *HEC-RAS 6.3.1*. Untuk satu data ukuran butir sedimen D50 mewakili beberapa *cross section*. Pada pemodelan ini menggunakan dua data debit terukur berupa debit tinggi yang diambil tanggal 15 Februari – 16 Maret sedangkan untuk debit rendah diambil tanggal 15 Agustus – 13 September. Persamaan yang digunakan untuk menganalisis elevasi dasar saluran dengan menggunakan sedimen D50 yaitu *MPM, Englund Hansen, dan Laursen Copeland*.



(a)



(b)

Gambar 6. (a). Hasil *running sediment* debit tinggi (b). Hasil *running sediment* debit rendah

Tabel 1. Elevasi dasar Sungai Winongo bagian hulu

Titik Survei	Cross Section	MPM		ENGLUND		LAURSEN	
		(m)	Keterangan	(m)	Keterangan	(m)	Keterangan
71	796	0	Tetap	0	Tetap	0	Tetap
70	786	-0.72	Degradasi	-0.06	Degradasi	-0.55	Degradasi
69	774	-0.09	Degradasi	-0.1	Degradasi	-0.04	Degradasi
68	760	0	Tetap	0	Tetap	0	Tetap
67	748	-1	Degradasi	-1	Degradasi	-1	Degradasi
66	738	-0.21	Degradasi	-1	Degradasi	-0.85	Degradasi
65	726	-0.64	Degradasi	-0.92	Degradasi	-1	Degradasi
64	715	0.16	Agradasi	-0.96	Degradasi	0.59	Agradasi
63	702	-1	Degradasi	-0.96	Degradasi	-0.97	Degradasi
62	690	-0.05	Degradasi	1.35	Agradasi	0.78	Agradasi
61	674	-0.51	Degradasi	-0.74	Degradasi	-1	Degradasi
60	662	-0.64	Degradasi	-0.52	Degradasi	-0.36	Degradasi
59	652	0.56	Agradasi	0.61	Agradasi	-0.01	Degradasi
58	641	-0.64	Degradasi	-0.26	Degradasi	-0.47	Degradasi
57	630	-0.1	Degradasi	-1	Degradasi	-0.68	Degradasi
56	616	-1	Degradasi	-1	Degradasi	-1	Degradasi
55	604	-0.22	Degradasi	-1	Degradasi	0.67	Agradasi
54	593	-0.61	Degradasi	-0.91	Degradasi	-0.64	Degradasi
53	581	0.49	Agradasi	-0.99	Degradasi	-0.26	Degradasi
52	570	0.13	Agradasi	-0.45	Degradasi	-0.28	Degradasi

Tabel 2. Elevasi dasar Sungai Winongo bagian tengah

Titik Survei	Cross Section	MPM		ENGLUND		LAURSEN	
		(m)	Keterangan	(m)	Keterangan	(m)	Keterangan
51	559	0.94	Agradasi	-1	Degradasi	-0.97	Degradasi
50	547	-1	Degradasi	-0.86	Degradasi	-1	Degradasi
49	535	-0.05	Degradasi	-1	Degradasi	-0.89	Degradasi
48	524	-1	Degradasi	-0.49	Degradasi	-0.99	Degradasi
47	512	0.08	Agradasi	0.61	Agradasi	-1	Degradasi
46	501	0.05	Agradasi	-0.97	Degradasi	-0.21	Degradasi
45	488	0.1	Agradasi	0.21	Agradasi	-0.38	Degradasi
44	476	-0.11	Degradasi	-0.96	Degradasi	-0.69	Degradasi
43	464	-0.8	Degradasi	0.82	Agradasi	-1	Degradasi
42	454	-0.34	Degradasi	-1	Degradasi	0.05	Agradasi
41	442	0.35	Agradasi	-0.6	Degradasi	-0.98	Degradasi
40	433	-0.55	Degradasi	0.45	Agradasi	-0.3	Degradasi
39	422	-0.88	Degradasi	-0.15	Degradasi	0.35	Agradasi
38	409	-0.31	Degradasi	-0.02	Degradasi	0.03	Agradasi
37	398	-0.12	Degradasi	-1	Degradasi	-0.69	Degradasi
36	385	-0.26	Degradasi	-1	Degradasi	-0.97	Degradasi
35	376	-0.03	Degradasi	-0.39	Degradasi	-0.3	Degradasi
34	363	-0.21	Degradasi	-0.96	Degradasi	0.05	Agradasi
33	351	-0.41	Degradasi	0.76	Agradasi	-1	Degradasi
32	340	-1	Degradasi	-1	Degradasi	-1	Degradasi
31	329	-0.31	Degradasi	-1	Degradasi	-0.67	Degradasi
30	318	-0.21	Degradasi	-1	Degradasi	-0.56	Degradasi
29	307	-0.44	Degradasi	-0.94	Degradasi	-0.28	Degradasi
28	296	-1	Degradasi	-1	Degradasi	-1	Degradasi
27	285	-0.45	Degradasi	0.17	Agradasi	-0.31	Degradasi

Tabel 3. Elevasi dasar Sungai Winongo bagian hilir

Titik Survei	Cross Section	MPM		ENGLUND		LAURSEN	
		(m)	Keterangan	(m)	Keterangan	(m)	Keterangan
26	273	0.12	Agradasi	-0.18	Degradasi	0.18	Agradasi
25	259	-0.53	Degradasi	-1	Degradasi	-1	Degradasi
24	249	0.18	Agradasi	-1	Degradasi	-1	Degradasi
23	236	0	Tetap	0	Tetap	0	Tetap
22	225	0.03	Agradasi	-0.91	Degradasi	-0.49	Degradasi
21	214	-0.88	Degradasi	0.67	Agradasi	-1	Degradasi
20	204	-0.17	Degradasi	-1	Degradasi	0	Tetap
19	194	-0.17	Degradasi	-1	Degradasi	-1	Degradasi
18	183	-0.38	Degradasi	-0.99	Degradasi	0.5	Agradasi
17	173	-0.18	Degradasi	-0.73	Degradasi	-0.7	Degradasi
16	163	0.01	Agradasi	-0.11	Degradasi	-0.39	Degradasi
15	153	-0.04	Degradasi	-0.82	Degradasi	0.08	Agradasi
14	142	-0.68	Degradasi	0.67	Agradasi	-1	Degradasi
13	133	-0.94	Degradasi	-1	Degradasi	-0.66	Degradasi
12	121	0.54	Agradasi	-1	Degradasi	0.64	Agradasi
11	110	-0.07	Degradasi	-0.04	Degradasi	-0.67	Degradasi
10	99	0	Tetap	-0.07	Degradasi	-0.02	Degradasi
9	89	0.44	Agradasi	0.48	Agradasi	0.33	Agradasi
8	78	-0.64	Degradasi	0.17	Agradasi	0.1	Agradasi
7	68	-0.98	Degradasi	-1	Degradasi	-0.6	Degradasi
6	59	-1	Degradasi	-1	Degradasi	-0.5	Degradasi
5	47	0.2	Agradasi	-1	Degradasi	0.4	Agradasi
4	36	0.09	Agradasi	-0.38	Degradasi	-0.48	Degradasi
3	25	0.04	Agradasi	-0.87	Degradasi	-0.07	Degradasi
2	12	0.21	Agradasi	-0.25	Degradasi	-0.98	Degradasi
1	1	-1	Degradasi	-1	Degradasi	-1	Degradasi

Hasil pemodelan sedimen didapatkan bahwa pemodelan dengan menggunakan debit tinggi memiliki kondisi dasar sungai yang berbeda. Pemodelan dengan menggunakan debit tinggi cenderung mengalami perubahan elevasi dasar sungai yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemodelan dengan menggunakan debit rendah. Hasil *running sediment* ditunjukkan pada Gambar 6.

Dari hasil pemodelan sedimen didapatkan bahwa pemodelan dengan menggunakan debit tinggi memiliki kondisi dasar sungai yang berbeda. Pemodelan dengan menggunakan debit tinggi cenderung mengalami perubahan elevasi dasar sungai yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemodelan dengan menggunakan debit rendah. Perubahan elevasi dasar Sungai Winongo dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

3.3. Pengaruh Groundsill Terhadap Perubahan Elevasi Dasar dan Pertahanan Tebing

Hasil *running* pemodelan *quasi unsteady flow* dengan menggunakan sedimen D50 menunjukkan bahwa sepanjang aliran Sungai Winongo perubahan elevasi dasar sungai cenderung mengalami penurunan atau degradasi. Hal tersebut diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh [11], yang menyatakan bahwa dalam penelitiannya yang menggunakan sedimen D50 setelah dilakukan pemodelan mengalami penurunan elevasi dasar terjadi gerusan pada dasar saluran. Degradasi tertinggi yang terjadi pada aliran Sungai Winongo memiliki kedalaman maksimum 1 m pada ketiga persamaan, sementara untuk kondisi agradasi elevasi dasar memiliki ketinggian maksimum adalah 1,69 m pada *MPM*, 2,43 m pada *Englund*, dan 2,66 m untuk *Laursen*. Data perubahan elevasi dasar (degradasi dan agradasi) maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Elevasi degradasi dan agradasi dasar Sungai Winongo

Persamaan	Kondisi	Maksimum						Semua
		Hulu (548-796)		Tengah (273-548)		Hilir (1-273)		
		Nilai Perubahan	STA	Nilai Perubahan	STA	Nilai Perubahan	STA	
MPM	Degradasi	-1	717.80*	-1	421.20*	-1	103.60*	-1
	Agradasi	1.69	695.40*	1.66	300.60*	1.67	211	1.69
Englund	Degradasi	-1	718.20*	-1	421.20*	-1	113.60*	-1
	Agradasi	2.43	783.60*	1.78	534	1.61	167.80*	2.43
Laursen	Degradasi	-1	719.40*	-1	547.40*	-1	106.20*	-1
	Agradasi	2.66	784	1.62	288.40*	1.34	247.20*	2.66

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa dengan jumlah *groundsill* sebanyak 9 buah masih memungkinkan untuk terjadi kerusakan berupa keruntuhan pada tebing sungai. Hal tersebut dikarenakan pada aliran ini sebagian besar perubahan elevasi dasar sungai berupa degradasi. Hasil ini diperkuat pada penelitian yang dilakukan oleh [6], yang menyatakan bahwa degradasi pada dasar sungai dapat mengakibatkan runtuhnya tebing. Serta pada penelitian yang dilakukan oleh [16] yang menyatakan bahwa dampak yang ditimbulkan dari gerusan pada dasar sungai adalah runtuh dan retaknya tebing sungai.

3.4. Degradasi dan Agradasi Pada Dasar Saluran Sekitar Groundsill

Kondisi Dasar Sungai di Hulu dan Hilir *Groundsill Cross 793,7*. Di *cross section 796* kondisi hulu *groundsill* untuk ketiga persamaan yang digunakan cenderung pada kondisi tetap sesuai pada kondisi elevasi awal. Pada *cross section 790* kondisi hilir *groundsill* untuk persamaan *MPM* dan *Englund* cenderung mengalami degradasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Laursen*. Dengan kedalaman degradasi pada *MPM* sebesar 1 m, *Englund* sebesar 0,99 m, dan *Laursen* sebesar 0,08 m.

Kondisi Dasar Sungai Pada Hulu dan Hilir *Groundsill Cross 767,7*. Pada *cross section 769* yang terletak kondisi hulu *groundsill* untuk ketiga persamaan yang digunakan cenderung pada kondisi tetap sesuai pada kondisi elevasi awal. Pada *cross section 765* kondisi hilir *groundsill* untuk ketiga persamaan cenderung mengalami degradasi yang

berbeda satu dengan lainnya. Dengan kedalaman degradasi pada *MPM* sebesar 0,34 m, *Laursen* sebesar 0,14 m, dan *Laursen* sebesar 0,21 m.

Kondisi Dasar Sungai Pada Hulu dan Hilir *Groundsill Cross 748,2*. Pada *cross section 751* yang terletak kondisi hulu *groundsill* untuk ketiga persamaan yang digunakan cenderung pada kondisi tetap sesuai pada kondisi elevasi awal. Pada *cross section 745* kondisi hilir *groundsill* untuk ketiga persamaan cenderung mengalami degradasi yang berbeda satu dengan lainnya. Dengan kedalaman degradasi pada *MPM* sebesar 0,26 m, *Englund* sebesar 0,98 m, dan *Laursen* sebesar 1 m.

Kondisi Dasar Sungai Pada Hulu dan Hilir *Groundsill Cross 582,2*. Pada *cross section 583* kondisi hulu *groundsill* untuk persamaan *MPM* dan *Englund* cenderung mengalami agradasi dan untuk persamaan *Laursen* cenderung mengalami degradasi. Dengan ketinggian agradasi pada *MPM* sebesar 0,01 m dan kedalaman degradasi pada *Englund* sebesar 1,47 m dan untuk kedalaman degradasi pada *Laursen* sebesar 0,24 m. Pada *cross section 580* kondisi hilir *groundsill* untuk ketiga persamaan cenderung mengalami degradasi yang berbeda satu dengan lainnya. Dengan kedalaman degradasi pada *MPM* sebesar 0,19 m, *Englund* sebesar 0,25 m, dan *Laursen* sebesar 0,86 m.

Kondisi Dasar Sungai Pada Hulu dan Hilir *Groundsill Cross 459,8*. Pada *cross section 461* kondisi hulu *groundsill* untuk persamaan *MPM* cenderung mengalami agradasi dan untuk persamaan *Englund* dan *Laursen* cenderung mengalami degradasi. Dengan ketinggian agradasi pada

MPM sebesar 0,16 m dan kedalaman degradasi pada Englund sebesar 0,68 m dan Laursen sebesar 0,56 m. Pada *cross section* 457 kondisi hilir *groundsill* untuk ketiga persamaan cenderung mengalami degradasi yang berbeda satu dengan lainnya. Dengan kedalaman degradasi pada MPM sebesar 0,01 m, Englund sebesar 1 m, dan Laursen sebesar 1 m.

Kondisi Dasar Sungai Pada Hulu dan Hilir *Groundsill Cross* 422,3. Pada *cross section* 423 kondisi hilir *groundsill* untuk ketiga persamaan cenderung mengalami degradasi yang berbeda satu dengan lainnya. Dengan ketinggian agradasi pada MPM sebesar 0,17 m, Englund sebesar 0,06 m, dan Laursen sebesar 0,53 m. Pada *cross section* 420 kondisi hilir *groundsill* untuk ketiga persamaan cenderung mengalami degradasi yang berbeda satu dengan lainnya. Dengan kedalaman degradasi pada MPM sebesar 1 m, Englund sebesar 0,8 m, dan Laursen sebesar 0,41 m.

Kondisi Dasar Sungai Pada Hulu dan Hilir *Groundsill Cross* 90,6. Pada *cross section* 93 yang terletak kondisi hulu *groundsill* untuk ketiga persamaan yang digunakan cenderung pada kondisi tetap sesuai pada kondisi elevasi awal. Pada *cross section* 87 kondisi hilir *groundsill* untuk ketiga persamaan cenderung mengalami degradasi yang berbeda satu dengan lainnya. Dengan kedalaman degradasi pada MPM sebesar 0,1 m, Laursen sebesar 0,15 m, dan Laursen sebesar 0,07 m.

Kondisi Dasar Sungai Pada Hulu dan Hilir *Groundsill Cross* 28,7. Pada *cross section* 30 kondisi hulu *groundsill* untuk persamaan MPM dan Laursen cenderung mengalami degradasi sementara untuk persamaan Englund cenderung mengalami agradasi. Dengan kedalaman degradasi pada MPM sebesar 0,27 m dan Laursen sebesar 0,52 m dan ketinggian agradasi pada Englund sebesar 0,52 m. Pada *cross section* 27 kondisi hilir *groundsill* untuk ketiga persamaan cenderung mengalami degradasi yang berbeda satu dengan lainnya. Dengan kedalaman degradasi pada MPM sebesar 0,12 m, Englund sebesar 0,52 m, dan Laursen sebesar 0,14 m.

Kondisi Dasar Sungai Pada Hulu dan Hilir *Groundsill Cross* 26,7. Pada *cross section* 27 kondisi hulu *groundsill* untuk ketiga persamaan cenderung mengalami degradasi

yang berbeda satu dengan lainnya. Dengan kedalaman degradasi pada MPM sebesar 0,12 m, Englund sebesar 0,52 m, dan Laursen sebesar 0,14 m. Pada *cross section* 24 kondisi hilir *groundsill* untuk ketiga persamaan cenderung mengalami degradasi yang berbeda satu dengan lainnya. Dengan kedalaman degradasi pada MPM sebesar 0,29 m, Englund sebesar 0,08 m, dan Laursen sebesar 0,29 m.

3.5. Pengaruh Sedimen D50 Terhadap Perubahan Elevasi Dasar Hulu dan Hilir *Groundsill*

Penggunaan sedimen D50 pada penelitian ini memberikan gambaran secara visual bahwa sedimen D50 yang digunakan pada pemodelan ini masih dapat mengalami perpindahan dengan dibuktikan adanya perbedaan elevasi yang dihasilkan dari hasil running sediment. Kondisi elevasi dasar saluran salah satu faktornya adalah adanya bangunan air yang melintang pada saluran seperti *groundsill*. *Groundsill* pada penelitian ini terdapat 9 buah *groundsill*. *Groundsill* berpengaruh terhadap perubahan elevasi pada dasar saluran sekitar *groundsill*.

Pada bagian hulu *groundsill*, elevasi dasar sungai cenderung terjadi penambahan atau agradasi sedangkan untuk bagian hilir *groundsill* cenderung mengalami penurunan atau degradasi. Hasil tersebut diperkuat pada penelitian yang dilakukan oleh [11] yang menggambarkan bahwa simulasi sedimen dengan menggunakan metode uji model hidraulik fisik tiga dimensi yang menggunakan prototype dengan menggunakan pasir butiran D50 (1,15 mm) mengalami kenaikan elevasi dasar pada hulu *groundsill* dan penurunan elevasi dasar pada hilir *groundsill*. Dari ketiga persamaan yang digunakan pada pemodelan menggunakan sedimen D50 ini, persamaan yang menunjukkan kesesuaian antara hasil elevasi pada pemodelan dengan kondisi lapangan adalah MPM dan Englund, sedangkan untuk persamaan yang menunjukkan hasil yang kesesuaian lumayan jauh dengan kondisi lapangan adalah Laursen dikarenakan pada persamaan Laursen pada *cross* hulu dan hilir *groundsill* cenderung mengalami degradasi. Kondisi elevasi dasar pada hulu dan hilir *groundsill* dapat dilihat pada Tabel 5.

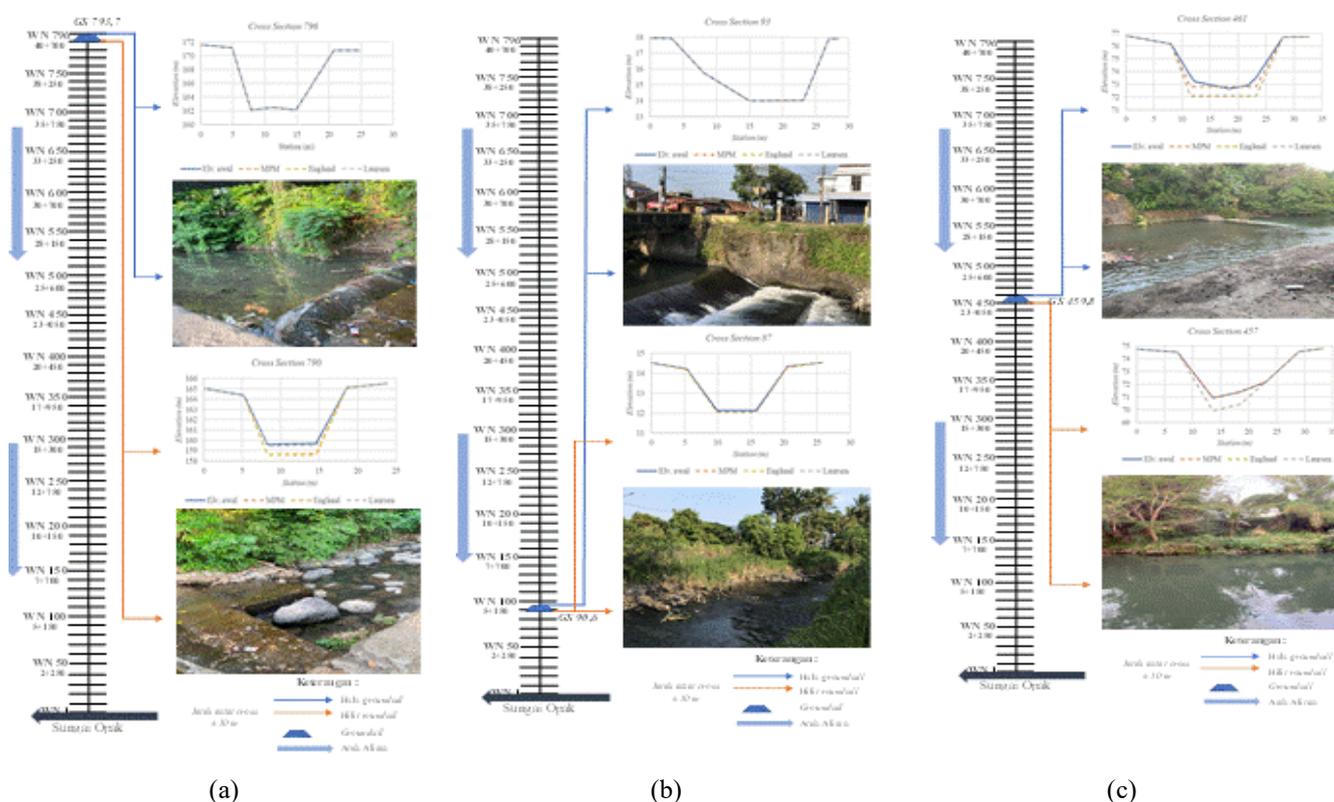
Tabel 5. Elevasi maksimum hulu dan hilir *groundsill*

Persamaan	Kondisi	Maksimum						Semua
		Hulu (548-796)		Tengah (273-548)		Hilir (1-273)		
		Nilai Perubahan	STA	Nilai Perubahan	STA	Nilai Perubahan	STA	
MPM	Degradasi	-1	790	-1	420	-0.29	24	-1
	Agradasi	0.01	583	0.16	461	0	93	0.01
Englund	Degradasi	-0.99	790	-1	457	-0.52	27	-1
	Agradasi	1.47	583	0.06	423	0.52	30	0.06
Laursen	Degradasi	-1	745	-1	457	-0.29	24	-1
	Agradasi	0	796	0.53	423	0	93	0.53

Dari ketiga persamaan yang digunakan pada pemodelan menggunakan sedimen D50 ini, persamaan yang menunjukkan kesesuaian antara hasil elevasi pada pemodelan dengan kondisi lapangan adalah MPM dan Englund, sedangkan untuk persamaan yang menunjukkan

hasil yang kesesuaian lumayan jauh dengan kondisi lapangan adalah Laursen dikarenakan pada persamaan Laursen pada *cross* hulu dan hilir *groundsill* cenderung mengalami degradasi. Elevasi maksimum hulu dan hilir

Groundsill serta hasil kesesuaian antara pemodelan dengan kondisi lapangan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. (a). Skema Cross Section hulu hilir *groundsill* Cross 793,7 (b). Skema Cross Section hulu hilir *groundsill* Cross 459,8 (c). Skema Cross Section hulu hilir *groundsill* Cross 90,6.

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari pengaruh *groundsill* pada tingkat degradasi dan agradasi pada dasar Sungai Winongo studi kasus menggunakan sedimen D50 dengan pemodelan menggunakan HEC-RAS 6.3.1, dapat disimpulkan bahwa *cross section* yang berada pada hulu dan hilir *groundsill* cenderung mengalami perubahan elevasi dasar sungai yang cukup berbeda. Kondisi pada Hulu *groundsill* lebih cenderung mengalami agradasi sedangkan untuk hilir *groundsill* mengalami degradasi. Hal tersebut dikarenakan oleh adanya bangunan melintang pada sungai (*groundsill*) yang mengakibatkan oleh tertahannya angkutan sedimen yang mengalir pada aliran yang melewati *groundsill* tersebut sehingga bangunan air lainnya yang berada pada hulu *groundsill* dapat terjaga ketahanan struktur bangunannya.

Degradasi tertinggi pada hilir *groundsill* sebesar 1 m dengan menggunakan tiga persamaan yaitu MPM, *Engelund*, dan *Laursen*, sedangkan untuk agradasi tertinggi pada hulu *groundsill* dengan persamaan MPM sebesar 0,01 m, *Englund* sebesar 0,06 m, dan *Laursen* sebesar 0,53 m.

Hasil pemodelan dengan menggunakan tiga persamaan berupa MPM, *Englund*, dan *Laursen* untuk kesesuaian antara hasil pemodelan dengan kondisi asli pada lapangan persamaan MPM dan *Englund* lebih menunjukkan hasil yang mendekati dengan kondisi lapangan dibandingkan hasil pemodelan dengan menggunakan persamaan *Laursen*.

Degradasi tertinggi yang terjadi pada sepanjang Sungai Winongo yaitu sebesar 1 m untuk tiga persamaan yang digunakan, sedangkan untuk agradasi pada persamaan MPM sebesar 1,69 m, *Englund* sebesar 2,43 m, dan untuk *Laursen* sebesar 2,66 m

Jumlah 9 buah *groundsill* yang berada pada sepanjang 40,7 km Sungai Winongo masih memiliki kemungkinan untuk dapat merusak tebing atau dapat terjadi keruntuhan pada tebing sungai. Hal tersebut dikarenakan dari hasil pemodelan dengan menggunakan sedimen D50 sebagian perubahan elevasi pada dasar *cross* mengalami degradasi. Penggunaan sedimen D50 untuk melakukan pemodelan terhadap perubahan elevasi dasar sungai lebih cenderung mengalami degradasi.

Daftar Pustaka

- [1] R. Marlina, N., Hudori, H., and Hafidh, "Pengaruh Kekasaran Saluran dan Suhu Air Sungai pada Parameter Kualitas Air COD, TSS Di Sungai Winongo Menggunakan Software QUAL2KW", *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, vol. 9, no. 2, p. 122, 2017.
- [2] R. Wigati, I.A. Rakhmatika, W. Fathonah, B.A. Priyambodho, N.P. Purnaditya, and Soedarsono, "Normalisasi Sungai Cilemer Kabupaten Pandeglang, Banten (Studi Kasus HM 00+00 sampai HM 153+00)", *Fondasi Jurnal Teknik Sipil*, vol. 11, no. 2, p. 219, 2022.

- [3] H.D. Dalrino, I.M. Aguskar, and Pertiwi, "Sedimentation Study at Batang Lampasi River," *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, vol. 15, no. 1, p. 20, 2019.
- [4] R.M. Arrazy, L.S. Hendratta, and A. Halim, "Analisis Angkutan Sedimen di Sungai Air Kolongan Kabupaten Minahasa Utara," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 6, no. 12, p. 1043, 2018.
- [5] D. Harjono and P. Permana, "Kajian Ulang Control Stabilitas Groundsill Bendung Gerak Sungai Bengawan Solo di Kabupaten Bojonegoro," *D'Teksi*, vol. 5, no. 1, p. 13, 2020.
- [6] M. Bravikawati, E. Fatimah, and Ziana, "Penanganan Degradasi Dasar Sungai Krueng Jantho dengan Perencanaan Groundsill," *Journal of The Civil Engineering Student*, vol. 3, no. 2, p. 141, 2021.
- [7] Nomeritae, H.M. Yupi and Hafentina, "Rekayasa Hidraulik untuk Pengendalian Erosi dan Sedimentasi Ruas Sungai Kahayan Berstruktur Membentang Sungai," *Teknika*, vol. 2, no. 1, p. 57, 2018.
- [8] F. Akbar and V. Pratiwi, "Evaluasi Kapasitas Waduk Setiabudi Barat dalam Penanggulangan Banjir Jakarta Selatan dengan Pemodelan HEC-RAS 4.1.0," *CRANE: Civil Engineering Research Journal*, vol. 1, no. 2, p. 1, 2020.
- [9] S. Budi, V. Dermawan, and E. Yuliani, "Efektifitas Groundsill Terhadap Penyebaran Sedimen Sungai Grindulu Kabupaten Pacitan," *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 8, no. 1, p. 112, 2017.
- [10] A.D. Pangestu and S.A.Y. Astuti, "Studi Gerusan Di Hilir Bendung Kolam Olak Tipe Vlughter dengan Perlindungan Groundsill," *Jurnal Teknisia*, vol. 23, no. 1, p. 463, 2018.
- [11] K. Sulistya, Indrawan, and I. Sriyana, "Pengujian Model Fisik Terhadap Karakteristik Hidraulik Akibat Pemasangan Groundsill pada Saluran Pembawa Bangunan Pelimpah Bendungan Pidekso," *Wahana Teknik Sipil*, vol. 27, no. 1, p. 43, 2022.
- [12] Suharto and R.E. Indarti, "Analisis Angkutan Sedimen Kali Progo," *Teras*, vol. 9, no. 4, p. 59, 2019.
- [13] A. Fitri, H. Chen, L. Yao, K. Zheng, Susarman, F. Rossi, and Y. Yin, "Evaluation of the Groundsill's Stability at Downstream of Citorek Bridge in Cimadur River, Banten Province," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 880, no. 012029, 2021.
- [14] A. Miardini, "Dinamika Bnetukan Lahan Fluval Akibat Sedimentasi Di Sungai Grindulu, Segmen Arjosari-Pacitan," *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, vol. 3, no. 1, p. 13, 2019.
- [15] E. Setiawan, C. Ikhsan, and R.R. Hadiani, "Caused Shift Voltage Degradation and Agradation on River," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 243, no. 012019, 2019.
- [16] P. Harsanto, Nursetiawan, B.P. Kamiel, and I. Cahyani, "Riverbed Erosion Analysis of Winongo River Using HEC-RAS 5.0.7," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 933, no. 012026, 2021.

This page is intentionally left blank