

ANALISIS PENGARUH KEHILANGAN AIR TERHADAP SEDIMENTASI IRIGASI DI DAERAH IRIGASI BULOH BLANG ARA

Fasdarsyah, Nanda Savira Ersa, Indri Yansyah dan Fadhliani

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia.

Email: fasdarsyah@unimal.ac.id, nanda.savira@unimal.ac.id,

indriyansyah.160110071@mhs.unimal.ac.id, fadhliani@unimal.ac.id

Abstrak

Pada Daerah Irigasi (D.I.) Buluh Blang Ara terdapat saluran primer yang mengalir dari bendung Krueng Buluh untuk mengalirkan ke saluran pembagi sekunder sesuai dengan kebutuhan air pada pola tanam petani, akan tetapi aliran pada saluran sekunder Blang Talun terdapat muatan sedimen sehingga mengakibatkan berkurangnya kebutuhan air untuk lahan sawah seluas 899,82 Ha. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai kehilangan debit yang terjadi pada saluran irigasi akibat tumpukan sedimentasi. Tahapan dalam penelitian ini antara lain, peninjauan langsung keadaan D.I. Buluh Blang Ara, pengukuran kecepatan aliran dan luas penampang basah serta sampling sedimen. Data sedimen yang dianalisis antara lain berat jenis sedimen, Analisa butiran dengan metode *sieving* dan *hidrometer*. Analisis kehilangan debit aliran dihitung dengan menggunakan metode rembesan dan persentase kehilangan air. Selanjutnya, pemodelan hidrologi dilakukan dengan software HEC-RAS V5.0.1. Penelitian ini dilakukan pada saluran sekunder Blang Talun Bt.3 Ka, Bt.4 Ka, Bt.5 Ka, Bt.6 Ka-2, Bt.7 Ka dengan panjang saluran setiap bangunan 250 m. Berdasarkan hasil uji laboratorium untuk pengujian karakteristik sedimentasi terdapat agregat halus atau pasir endapan air sungai dan berat jenis bulk sebesar 2,530 gr. Nilai kehilangan air akibat rembesan sebesar 0,854%. Sedimentasi pada saluran sekunder mengakibatkan perubahan penampang basah saluran irigasi sehingga volume tampung debit saluran akan menurun.

Kata kunci: *Debit, sedimentasi, kehilangan air*

Pendahuluan

Dalam pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) Kabupaten Aceh Utara tahun 2019, pada tahun 2018 sektor pertanian memberikan kontribusi dengan nilai 3,98% mengalami kenaikan pada tahun 2019 dengan nilai 4,07% mengalami penurunan pada tahun 2020 dengan nilai 3,11% [1]. meningkatkan kontribusi sektor pertanian, pemerintah telah menetapkan kebijakan diantaranya peningkatan dan rehabilitas irigasi. Namun kerap kali sedimentasi menjadi permasalahan di sungai-sungai Indonesia.

Sedimentasi merupakan suatu peristiwa alam atau proses pengendapan partikel-partikel sedimen yang membentuk menjadi satu kesatuan dan mengendap pada dasar perairan. Dalam waktu yang lama proses sedimentasi ini akan menimbulkan pendangkalan yang cukup signifikan, sehingga jika tidak ditangani secara bertahap maka mengakibatkan terhambatnya aliran pada irigasi. Berdasarkan pengamatan dilapangan pada D.I. Buluh Blang Ara terdapat saluran primer yang mengalir dari bendung Krueng Buluh untuk mengalirkan ke saluran pembagi sekunder sesuai dengan kebutuhan air pada pola tanam petani, akan tetapi aliran pada saluran sekunder Blang Talun terdapat muatan sedimen sehingga mengakibatkan berkurangnya kebutuhan air untuk lahan sawah seluas 899,82 Ha. Oleh karena itu, dalam penelitian akan dilakukan analisis untuk mengetahui nilai kehilangan debit yang terjadi pada saluran irigasi sekunder Blang Talun akibat tumpukan sedimentasi.

Tinjauan Pustaka

Sedimen. Sedimentasi adalah terbawanya material dari hasil pengikisan dan pelapukan oleh air, angin atau gletser ke suatu wilayah yang kemudian diendapkan. Semua batuan hasil pelapukan dan pengikisan yang diendapkan lama kelamaan akan menjadi batuan sedimen. Berdasarkan pada jenis sedimen dan ukuran partikel-partikel tanah serta komposisi mineral dan bahan induk yang menyusunnya, dikenal bermacam jenis sedimen seperti pasir, liat, dan lain sebagainya. Tergantung dari ukuran partikelnya, sedimen ditemukan terlarut dalam sungai atau disebut muatan sedimen (*suspended sedimen*) dan menyerap di dasar sungai atau dikenal sebagai sedimen menyerap (*bed load*) [2].

Klasifikasi sedimen adalah ukuran partikel dan distribusi butiran sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya. Diantara beberapa sifat tersebut, distribusi ukuran butiran adalah bagian yang paling penting. Sedimen dapat diklasifikasikan berdasar ukuran butir menjadi lempung, pasir, krikil, koral (*pebble*) cobble, dan batu (*boulder*) berdasarkan klasifikasi tersebut pasir mempunyai diameter antara 0,0625 dan 0,2 mm yang selanjutnya dibedakan menjadi lima kelas. Material sangat halus seperti lumpur dan lempung berdiameter di bawah 0,063 mm yang merupakan sedimen kohesif.

Kecepatan transpor sedimen merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Partikel sedimen ukura kecil seperti tanah liat dan debu dapat diangkut aliran air dalam bentuk terlarut (*wash load*). Sedang partikel yang lebih besar dari pasir, misalnya kerikil (*gravel*) bergerak dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai (*bed load*). Besarnya ukuran sedimen yang terangkut aliran air ditentukan interaksi oleh faktor-faktor sebagai berikut: ukuran sedimen yang masuk kebadan saluran, karakteristik saluran, debit, dan karakteristik fisik partikel sedimen [3]

Pengukuran debit. Debit atau *strem flow* adalah besarnya volume aliran sungai pada suatu penampang melintang per satuan waktu, nilai debit umumnya dinyatakan dalam m^3/dtk atau L/dtk . Pengukuran debit didasarkan pada pengukuran kecepatan aliran, tinggi muka air dan luas penampang basah. Pengukuran secara langsung menggunakan alat ukur kecepatan aliran sedangkan pengukuran tidak langsung menggunakan pendekatan dan perhitungan. secara sederhana pengukuran ini juga menggunakan piscal yang didukung dengan penampang aliran buatan. Metode pengukuran debit diantaranya adalah (*volumetric method, slope area method, dilution method, velocity area method*).

Metode Penelitian

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada daerah irigasi Buluh Blang Ara yang dibatasi pada saluran sekunder irigasi Blang Talun yaitu Bt.3 Ka, Bt.4 Ka, Bt.5 Ka, Bt.6 Ka-2, Bt.7 Ka.yang terdapat di Kecamatan Kuta Makmur, Desa Blang Talun Kabupaten Aceh Utara. Berada pada posisi $5^{\circ}06'40.39''U$, Lintang utara dan diantara $97^{\circ}04'45.02''T$, Bujur Timur, lokasi penelitian ini terdapat daerah fungsional lahan sawah seluas 899,82 Ha.



Gambar 1 Layout lokasi penelitian

Tahapan penelitian

Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data lapangan yaitu pengambilan sampel sedimen, kecepatan aliran saluran sekunder irigasi, pengujian sampel sedimen di laboratorium, analisis, dan kesimpulan.

Cara pengambilan sampel sedimen

Bead load sedimen diambil dengan cara pembagian zona dari hulu ke hilir sebanyak 3 sampel sedimen yaitu hulu, tengah dan hilir saluran irigasi. *Wash load* sedimen diambil dengan menggunakan botol untuk mengetahui proses seberapa besar endapan sedimen melayang pada saluran sekunder irigasi.

Perhitungan debit aliran (Q)

Prinsip pelaksanaan pengukuran debit adalah mengukur kecepatan aliran, luas penampang basah, kedalaman. Penampang basah dihitung berdasarkan lebar rai dan muka air. Debit dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_x = V_x A_x \quad (1)$$

$$Q = \sum_{x=1}^n q_x \quad (2)$$

Dimana q_x = debit pada bagian ke x (m^3/s), V_x = kecepatan aliran rata-rata pada bagian penampang ke x (m/s), A_x = luas penampang basah pada bagian ke x (m^2), Q = debit seluruh penampang (m^3/s), n = banyaknya penampang bagian x.

Kecepatan aliran tiap titik dihitung dengan persamaan:

$$N < n_i, V = pN + q \quad (3)$$

$$N > n_i, V = rN + s \quad (4)$$

Dimana, $N = \frac{\text{jumlah putaran baling-baling}, R}{\text{waktu pengukuran}, T}$, n_i = batas jumlah putaran baling-baling, V = kecepatan aliran (m/s), p , q , r , s adalah koefisien berdasarkan kalibrasi *current meter*. Pengukuran kecepatan aliran rata-rata 1 titik, 2 titik, 3 titik. Dihitung dengan persamaan:

$$\text{Apabila menggunakan cara satu titik} \quad \bar{V} = V_{0.6} \quad (5)$$

$$\text{Apabila menggunakan cara dua titik} \quad \bar{V} = \frac{V_{0.2} + V_{0.8}}{2} \quad (6)$$

$$\text{Apabila menggunakan cara tiga titik} \quad \bar{V} = \left[\left(\frac{V_{0.2} + V_{0.8}}{2} \right) + V_{0.6} \right] \times \frac{1}{2} \quad (7)$$

Dimana, \bar{V} = kecepatan aliran rata-rata pada suatu vertikal, (m/s), $V_{0.2}$ = kecepatan aliran pada titik 0.2 d, (m/s), $V_{0.6}$ = kecepatan aliran pada titik 0.6 d, (m/s); $V_{0.8}$ = kecepatan aliran pada titik 0.8 d, (m/s)

Pengukuran luas penampang basah

Penampang basah saluran irigasi sekunder Blang Talun memiliki bentuk trapesium, luas penampang basah dihitung dari kedalaman air dan lebar penampang irigasi. Kedalaman air diperoleh dengan cara mengukur menggunakan tongkat penduga atau kabel pengukur. Luas penampang basah dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$a_x = \frac{b_{(x+1)} - b_{(x-1)}}{2} d_x \quad (8)$$

$$A = \sum_{x=1}^n a_x \quad (9)$$

Dimana, a_x = luas penampang basah pada bagian ke x (m^2), $b_{(x+1)}$ = jarak vertikal sesudah titik vertikal ke x dari titik tetap (m), $b_{(x-1)}$ = jarak titik vertikal sebelum titik vertikal ke x dari titik tetap (m), d_x = kedalaman pada titik vertikal ke x (m), A = luas seluruh penampang basah, (m^2);

Perhitungan rembesan air irigasi

Rembesan air dan kebocoran air pada saluran pengairan pada umumnya berlangsung ke samping (horizontal) terutama terjadi pada saluran-saluran pengairan yang dibangun pada tanah-tanah tanpa dilapisi tembok, sedangkan pada saluran yang dilapisi (kecuali jika kondisinya retak-retak) kehilangan air sehubungan dengan terjadinya perembesan dan bocoran tidak terjadi [4].

Efisiensi irigasi merupakan perbandingan antara jumlah air yang dimanfaatkan secara efektif oleh tanaman pada jumlah air yang diberikan. Air yang diambil dari sumber air atau sungai yang dialirkan ke areal irigasi tidak semuanya dimanfaatkan oleh tanaman. Dalam praktek irigasi terjadi kehilangan air. Kehilangan air tersebut berupa penguapan di saluran irigasi, rembesan dari saluran. Dapat dihitung dengan persamaan:

$$Ef = \left[\frac{A_{dbk} - A_{hl}}{A_{dbk}} \right] \times 100\% \quad (10)$$

Dimana, Ef = efisiensi, A_{dbk} = air yang diberikan (L/T), A_{hl} = air yang hilang (L/T);

Simulasi HEC-RAS

HEC-RAS merupakan aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan. Untuk perhitungan angkutan sedimen. Pada penelitian ini dilakukan simulasi penampang untuk mendapat kapasitas angkutan sedimen dengan metode *Acker-White* dan *Toffaletti* antara lain:

$$X = \frac{G_{gr} \cdot \gamma_s \cdot D_{50}}{H \cdot \left(\frac{U}{V}\right)^n} \quad (11)$$

Dimana, X = konsentrasi angkutan sedimen (ppm), G_{gr} = tingkat angkutan sedimen tak berdimensi, γ_s dan γ = berat jenis sedimen dan berat jenis air (Kg/m^3), H = kedalaman air (m), U = kecepatan geser (m/dt), V = kecepatan aliran (m/dt), n = transisi eksponen.

Uji laboratorium sampel sedimen

Pembagian butir tanah dilakukan dengan metode (*shiev analysis*), berat jenis dan berat volume tanah. Analisa saringan dimaksudkan untuk menentukan jenis material sedimen berdasarkan butiran. Dari pengujian ini didapatkan jumlah dan distribusi ukuran sedimen dengan menggunakan saringan yang sesuai dengan standar ASTM D 422. Beberapa ahli hidraulika menggunakan klasifikasi ukuran butiran menurut AGU (*American Geophysical Union*) sebagai mana yang ditunjukkan pada tabel 1. Batu

besar (*boulders*) dan krakal (*cobbles*) dapat diukur tersendiri, kerikil (*gravel*) dapat diukur tersendiri atau dengan ayakan, dan pasir diukur dengan ayakan. Ayakan nomor 200 digunakan untuk memisahkan partikel pasir dari partikel yang lebih halus seperti lumpur dan lempung, sedangkan lumpur dan lempung dipisahkan dengan mengukur perbedaan kecepatan jatuhnya pada air diam [5].

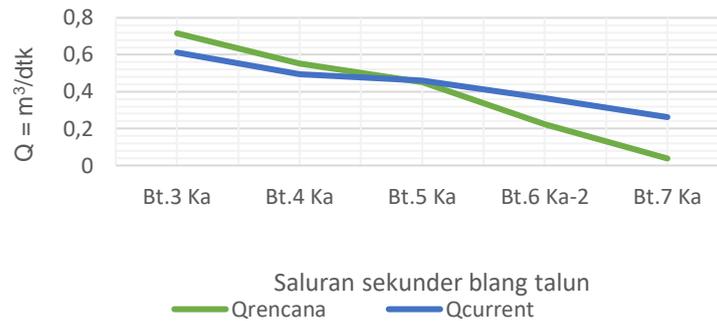
Tabel 1. Klasifikasi ukuran butiran menurut *American Geophysical Union*

Interval/range (mm)	Nama	Interval/range (mm)	Nama
4096 - 2048	Batu sangat besar (<i>Very Large Boulders</i>)	1/2 - 1/4	Pasir sedang (<i>Medium Sand</i>)
2048 - 1024	Batu besar (<i>Large Boulders</i>)	1/4 - 1/8	Pasir halus (<i>Fine Sand</i>)
1024 - 512	Batu sedang (<i>Medium Boulders</i>)	1/8 - 1/16 (s/d 0.0625 mm)	Pasir sangat halus (<i>Very Fine Sand</i>)
512 - 256	Batu kecil (<i>Small Boulders</i>)	1/16 - 1/32	Lumpur kasar (<i>Coarse Silt</i>)
256 - 128	Kerakal besar (<i>Large Cobbles</i>)	1/32 - 1/64	Lumpur sedang (<i>Medium Silt</i>)
128 - 64	Kerakal kecil (<i>Small Cobbles</i>)	1/64 - 1/128	Lumpur halus (<i>Fine Silt</i>)
64 - 32	Kerikil sangat kasar (<i>Very Course Gravel</i>)	1/128 - 1/256	Lumpur sangat halus (<i>Very Fine Silt</i>)
32 - 16	Kerikil kasar (<i>Coarse Gravel</i>)	1/256 - 1/512	Lempung kasar (<i>Coarse Clay</i>)
16 - 8	Kerikil sedang (<i>Medium Gravel</i>)	1/512 - 1/1024	Lempung sedang (<i>Medium Clay</i>)
8 - 4	Kerikil halus (<i>Fine Gravel</i>)	1/1024 - 1/2048	Lempung halus (<i>Fine Clay</i>)
4 - 2	Kerikil sangat halus (<i>Very Fine Gravel</i>)	1/2048 - 1/4096	Lempung sangat halus (<i>Very Fine Clay</i>)
2 - 1	Pasir sangat kasar (<i>Very Coarse Sand</i>)		Koloid
1 - 1/2	Pasir kasar (<i>Coarse Sand</i>)		

Hasil Dan Pembahasan

Kecepatan aliran menggunakan *current meter*

Pengukuran kecepatan aliran menggunakan alat *current meter* pada saluran Blang Talun D.I Buluh Blang Ara dengan panjang saluran penelitian 1000 meter dengan pembagian zona sebanyak 5 zona untuk mendapatkan nilai kehilangan debit aliran sepanjang 0-1000 meter. Gambar 2 menunjukkan adanya penurunan nilai pada perhitungan debit eksisting yang dipengaruhi oleh adanya bangunan bagi pada saluran sekunder irigasi dan rembesan pada saluran. Dapat dilihat dari hulu sampai ke hilir terjadi penurunan debit yang dipengaruhi oleh bangunan sadap yang membagi debit ke saluran tersier. Untuk meminimalisir kehilangan debit pada saluran maka perlu dilakukan pekerjaan normalisasi irigasi untuk mengangkat sedimen yang mengendap pada permukaan penampang saluran [6].



Gambar 2. Grafik perbandingan debit rencana dengan debit eksisting

Analisis kehilangan air

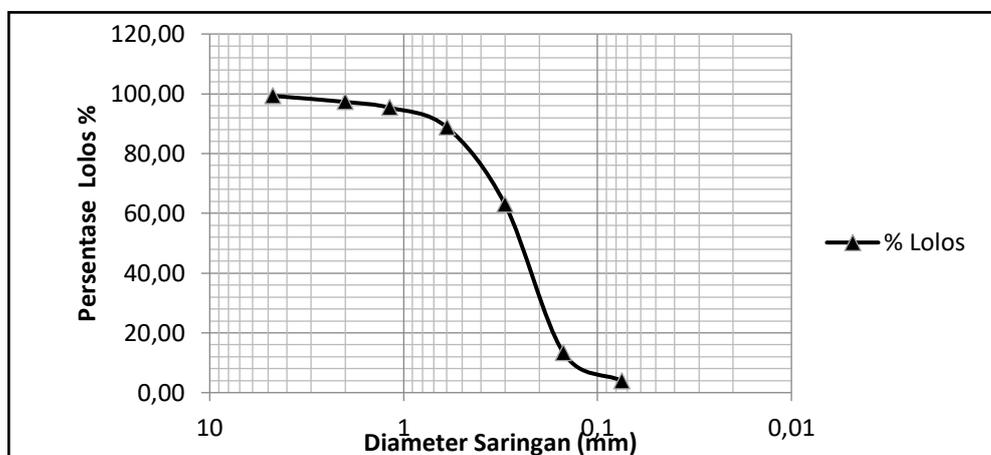
Pengukuran kehilangan air pada saluran sekunder dilakukan dengan metode *inflow-outflow*. Kehilangan air selama penyaluran adalah selisih debit yang terjadi sepanjang saluran yang diamati. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan persentase kehilangan air dengan melakukan analisis efisiensi dengan melakukan selisih antara air yang diberikan dengan air yang hilang pada saluran sekunder irigasi Blang Talun, sesuai dengan persamaan (10) [4]. Nilai kehilangan air yang dihasilkan disebabkan oleh faktor rembesan pada saluran. Kehilangan air ini sangat dipengaruhi oleh kondisi saluran, dan sedimen jika saluran dalam kondisi baik dan dilakukan pemeliharaan irigasi maka kehilangan air dapat diminimalisir [7].

Tabel 2. Hasil perhitungan kehilangan air pada saluran sekunder

No.	Nama Saluran	Total kehilangan air (m ³ /dtk)	Persentase kehilangan air (%)
1.	Saluran Bt.3 Ka.	0,104 m ³ /dtk	0,145 %
2.	Sauran Bt.4 Ka.	0,058 m ³ /dtk	0,104 %
3.	Saluran Bt.5 Ka.	0,009 m ³ /dtk	0,019 %
4.	Saluran Bt.6 Ka-2	0,014 m ³ /dtk	0,038 %
5.	Saluran Bt.7 Ka	0,224 m ³ /dtk	0,854 %

Analisis sedimentasi

Sampel sedimen yang telah diambil dari lokasi penelitian selanjutnya akan diperiksa dilaboratorium. Pemeriksaan/analisis di laboratorium ini bertujuan untuk menentukan ukuran butiran sedimen dan berat jenis sedimen. Pengolahan data untuk mendapatkan grafik hubungan antara ukuran saringan dan kumulatif persentase digunakan uji analisis saringan.



Gambar 3. Kurva semilog butir sedimen pada sampel gabungan

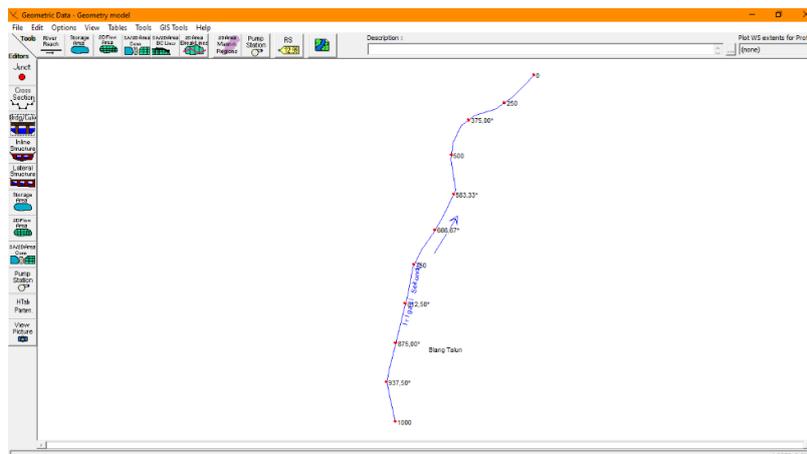
Gambar 3 merupakan hasil analisa saringan sampel gabungan ini didapatkan nilai $D_{10}= 0,123$ (mm), $D_{30}= 0,199$ (mm), $D_{60}= 0,29$ (mm) dengan nilai $C_u= 2,3577$ dan $C_c= 1,1102$ menunjukkan partikel bergradasi baik. Dari hasil analisis saringan, diketahui bahwa partikel sedimen berukuran 4,75-0,6 mm. Berdasarkan klasifikasi AGU pada Tabel 1, sedimen termasuk dalam klasifikasi jenis kerikil sangat halus dan pasir sangat kasar.

Simulasi HEC-RAS

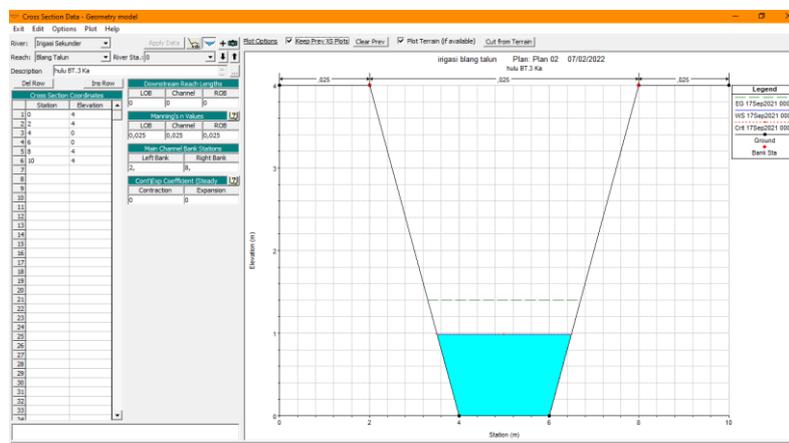
Pada proses pemodelan sedimen menggunakan program HEC-RAS V.5.0.7 terdapat langkah-langkah pengumpulan data yang harus dilengkapi berupa data cross section, data steady flow, quasi unsteady flow, data gradasi sedimen. Tabel 3 menunjukkan sumbu x dan y penampang saluran untuk di-input di HEC-RAS. Gambar 4 dan 5 menunjukkan bentuk aliran dan penampang irigasi sekunder Blang Talun dari batas hulu ke hilir yang di-simulasikan dengan program HEC-RAS.

Tabel 3. Data hasil pengukuran penampang saluran

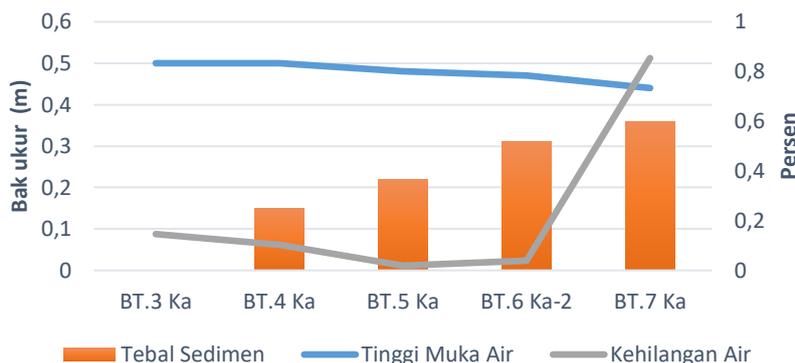
x	y					
0	4					
2	4					
4	6	0	8	4	10	4
6	0	8	4	10	4	
8	4	10	4			
10	4					



Gambar 4. Penggambaran aliran pada saluran sekunder Blang Talun



Gambar 5. Ukuran penampang saluran irigasi sekunder



Gambar 6. Hubungan antara persentase kehilangan air dan tebal sedimentasi

Gambar 6 menunjukkan bahwa kehilangan air pada saluran irigasi sekunder Blang Talun semakin besar dari hulu ke hilir. Hal ini sejalan dengan meningkatnya tebal sedimen pada dasar saluran irigasi. Pada titik Bt.3 Ka, Bt. 5 Ka, Bt.6 Ka-2 dan Bt.7 Ka terdapat bangunan sadap yang merupakan saluran pembagi debit ke saluran tersier. Salah satu faktor terjadinya kehilangan air adalah karena adanya rembesan dari penampang irigasi. Sedimen yang masuk ke irigasi berupa pasir yang berasal dari sungai.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data D.I. Buluh Blang Ara, saluran sekunder Blang Talun maka dapat disimpulkan bahwa debit air saluran dari hulu ke hilir semakin menurun dengan kehilangan air terbesar terdapat di hilir, atau titik BT.7 Ka dengan persentase 0,854%. Kehilangan air dan tebal sedimen semakin besar dari hulu ke hilir. Hal ini dapat terjadi karena faktor rembesan di penampang saluran.

Daftar Pustaka

- [1] 2. BPS Kabupaten Aceh Utara Dalam Angka, Pertanian, kehutanan, peternakan, dan perikanan, Aceh Utara: Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Utara, 2020.
- [2] P. Susetyaningsih, "Pengaruh Sedimentasi Terhadap Penyaluran Debit Pada Daerah Irigasi Cimanuk," vol. 14, no. 1, 2016.
- [3] A. Chay, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Yogyakarta: Gadjah Mada Press, 2014.
- [4] S. Kartasapoetra, Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi, Jakarta: Bumi Aksara, 1994.
- [5] V. M. Ponce, Engineering Hydrology, Principles and Practice, New Jersey: Englewood Cliffs, N.J., 1989.
- [6] *Permen PUPR No.30 /PRT/M/2015 Tentang Pengembangan Dan Pengelolaan Sistem Irigasi*, 2019.
- [7] R. Wirosodarmo, B. Rahadi dan S. I. Laksmana, "Evaluasi Efisiensi Saluran Terhadap Debit Aliran Air pada Jaringan Irigasi Purwodadi Magetan, Jawa Timur," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 3, no. 3, 2016.