

PEDOMAN

Konstruksi dan Bangunan

Perencanaan hidraulik, operasi dan pemeliharaan bangunan penangkap pasir tipe PUSAIR

Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah
Nomor : 360/KPTS/M/2004
Tanggal : 1 Oktober 2004



DEPARTEMEN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH

Prakata

Pedoman teknik ini masuk pada Gugus Kerja Hidrolika, Hidrologi, Lingkungan, Air Tanah dan Air Baku yang termasuk pada Sub Panitia Teknik Bidang Sumber Daya Air dan berada di bawah Panitia Teknik Konstruksi dan Bangunan Badan Litbang Kimpraswil, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

Penulisan pedoman ini mengacu kepada Pedoman BSN No.8 Tahun 2000 dan telah mendapat masukan dan koreksi dari ahli bahasa.

Perumusan pedoman ini dilakukan melalui proses pembahasan pada Gugus Kerja, Prakonsensus dan Konsensus pada tanggal 3 September 2003 di Pusat Litbang Sumber Daya Air Bandung serta proses penetapan pada Panitia Teknik yang melibatkan para narasumber dan pakar dari berbagai instansi terkait.

Pedoman teknik ini disusun berdasarkan hasil pengkajian terhadap bangunan-bangunan penangkap pasir yang telah dioperasikan di lapangan dan hasil penyelidikan laboratorium oleh Tim Balai Bangunan Hidraulik dan Geoteknik Keairan, usat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air.

Dalam pedoman teknik ini dibahas karakteristik teknik bangunan penangkap pasir tipe Pusair, langkah-langkah pembuatan desain hidraulik, cara pengoperasian dan persyaratan pemeliharaan agar bangunan penangkap pasir tipe ini dapat memberikan kinerja yang dirancang.

Daftar isi

Prakata	i
Daftar isi	ii
Pendahuluan	iv
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Gambar dan notasi	3
5 Pertimbangan dan persyaratan	7
5.1 Pertimbangan	7
5.2 Persyaratan	7
6 Desain hidraulik	8
6.1 Kriteria dasar	8
6.2 Data dan informasi	10
6.3 Penentuan parameter, bentuk, dan dimensi hidraulik	10
7 Desain operasi dan pemeliharaan	16
7.1 Analisis efektivitas penangkap pasir	16
7.2 Desain operasi pembilasan endapan sedimen	17
7.3 Penyusunan kondisi optimum pembilasan	18
7.4 Pemeliharaan bangunan penangkap pasir	18
8 Uji model hidraulik fisik	19
Lampiran A Daftar padanan kata	20
Lampiran B Contoh penghitungan desain hidraulik untuk penangkap pasir Tami	21
Lampiran C Daftar nama dan lembaga	48
Bibliografi	49
Gambar 1 Denah bangunan penangkap pasir tipe Pusair	4
Gambar 2 Potongan memanjang bangunan penangkap pasir	5
Gambar 3 Potongan melintang bangunan pengendapan pasir	6
Gambar 4 Ilustrasi pengendapan butir pasir	8

Gambar 5	Skematisasi ruang pengendap sedimen	11
Gambar 6	Tata letak saluran pengantar udik	13
Gambar 7	Pelimpah ukur	14
Gambar 8	Bangunan bilas	15
Gambar 9	Grafik efektivitas pengendapan bangunan penangkap pasir	18
Gambar 10	Lengkung debit pelimpah ukur	24
Gambar 11	Prarencana hidraulik	25
Gambar 12	Potongan memanjang prarencana hidraulik	26
Gambar 11	Potongan melintang prarencana hidraulik	27
Gambar 14	Efektivitas bangunan penangkap pasir	39
Gambar 15	Grafik hubungan elevasi muka air hilir dengan gaya seret	47
Tabel 1	Pengaruh suhu terhadap rapat massa dan viskositas kinematik	10
Tabel B1	Efektivitas bangunan penangkap pasir	28
Tabel B2	Penghitungan profil muka air penangkap pasir hari ke 1	29
Tabel B3	Penghitungan efektivitas penangkap pasir hari ke 1	30
Tabel B4	Penghitungan profil muka air penangkap pasir hari ke 3	31
Tabel B5	Penghitungan efektivitas penangkap pasir hari ke 3	32
Tabel B6	Penghitungan profil muka air penangkap pasir hari ke 7	33
Tabel B7	Penghitungan efektivitas penangkap pasir hari ke 7	34
Tabel B8	Penghitungan profil muka air penangkap pasir hari ke 14	35
Tabel B9	Penghitungan efektivitas penangkap pasir hari ke 14	36
Tabel B10	Penghitungan profil muka air penangkap pasir hari ke 3	37
Tabel B11	Penghitungan efektivitas penangkap pasir hari ke 3	38
Tabel B12	Hasil analisis tekanan seret	40
Tabel B13	Penghitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir EI+38,20 ..	41
Tabel B14	Penghitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir EI+38,22 ..	42
Tabel B15	Penghitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir EI+38,25 ..	43
Tabel B16	Penghitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir EI+38,30 ..	44
Tabel B17	Penghitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir EI+38,35 ..	45
Tabel B18	Penghitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir EI+38,36 ..	46

Pendahuluan

Bangunan penangkap pasir merupakan bangunan pelengkap atau bagian dari bangunan utama yang berfungsi untuk mengelakkan angkutan sedimen dasar dan layang terutama fraksi pasir dan yang lebih besar agar tidak masuk ke jaringan pengairan. Bangunan penangkap pasir pada umumnya dibangun di hilir bangunan pengambil sebelum masuk ke saluran induk.

Operasi dan pemeliharaan bangunan yang kurang tepat di lapangan telah mengakibatkan efisiensi penangkap pasir menurun sehingga beberapa bangunan tidak dapat memberikan unjuk kerja yang maksimal. Pada beberapa kasus juga ditemukan bahwa akibat konsep desain yang kurang baik telah mengakibatkan bangunan sukar dioperasikan dan memerlukan biaya pemeliharaan yang tinggi.

Bangunan penangkap pasir tipe Pusair adalah penangkap pasir yang menerapkan sistem pembilasan endapan sedimen secara hidraulik terdiri dari minimum dua buah bilik pengendapan agar dapat dibilas bilik per bilik, dilengkapi dengan tembok pemisah bilik, sistem pembilas hidraulik yang dilengkapi dengan pengarah-pengarah arus, dan dilengkapi juga dengan pelimpah ukur di bagian akhir yang berfungsi sebagai pengendali tinggi muka air dan pengukur debit yang masuk ke jaringan irigasi.

Bangunan penangkap pasir tipe Pusair telah mulai dikembangkan sejak tahun 1980 dan mengalami beberapa penyempurnaan yang berkaitan dengan tata letak, bentuk dan cara operasi. Di samping penyempurnaan di atas, secara sistematis telah disusun juga kebutuhan data dasar, pengolahan dan metode desain.

Penangkap pasir tipe Pusair telah diterapkan antara lain di Bendung Krueng Tiro (Nanggroe Aceh Darussalam), Bendung Ajibaru (Lampung), Bendung Kalibumi (Papua) dan Bendung Tami (Papua).

Pedoman teknik ini disusun dengan maksud untuk dapat dipergunakan oleh para perencana dan perekayasa teknologi bangunan keairan dalam mendesain tata letak, bentuk, dan dimensi hidraulik bangunan penangkap pasir, yaitu menentukan panjang, lebar, kemiringan dasar kantong sedimen, dan persyaratan hidraulik yang harus dipenuhi yaitu tinggi muka air, kecepatan endap, dan lain-lain.

Penyusunan pedoman teknik ini merujuk pada tata cara perencanaan hidrologi dan hidraulik untuk bangunan di sungai, SNI 03-1724-1989, tata cara perencanaan umum bendung SNI 03-2401-1991, dan Standar Perencanaan Irigasi, KP 02. Di samping hal tersebut, bahan untuk penyusunan pedoman teknik ini diperoleh dari hasil penelitian laboratorium dan evaluasi lapangan yang dilakukan oleh Balai Bangunan Hidraulik dan Geoteknik Keairan, Pusat Litbang Sumber Daya Air.

Pedoman teknik perencanaan hidraulik, operasi dan pemeliharaan bangunan penangkap pasir tipe pusair

1 Ruang lingkup

Pedoman teknik ini dimaksudkan sebagai bahan rujukan untuk membuat desain hidraulik, operasi dan pemeliharaan bangunan penangkap pasir tipe Pusair, agar pembuatan desain dapat dilakukan secara mudah dan terstruktur dengan baik, tanpa mengabaikan kualitas dan keamanan hasil desain sesuai dengan yang disyaratkan.

Dalam Pedoman teknik ini dibahas karakteristik teknik bangunan penangkap pasir tipe Pusair, tuntunan langkah-langkah pembuatan desain hidraulik, cara pengoperasian dan persyaratan pemeliharaan agar bangunan penangkap pasir tipe ini dapat memberikan unjuk kerja seperti yang dirancang.

2 Acuan normatif

SNI 03-1724-1989, Tata cara perencanaan hidrologi dan hidraulik untuk bangunan di sungai
SNI 03-2401-1991, Tata cara perencanaan umum bendung

3 Istilah dan definisi

3.1 Agradasi dasar sungai adalah penaikan dasar sungai di suatu ruas tertentu akibat pasokan sedimen yang datang dari udik, volumenya lebih besar dari kemampuan aliran sungai di ruas tersebut untuk mengangkut sedimen.

3.2 Angkutan sedimen dasar adalah pergerakan material lepas dasar sungai yang bergerak menggelinding, bergeser atau melompat-melompat di dasar sungai atau saluran akibat gaya seret aliran.

3.3 Angkutan sedimen layang adalah pergerakan material lepas yang berasal dari dasar sungai atau hasil kikisan permukaan daerah tangkapan hujan, bergerak melayang bersama aliran dan dapat mengendap jika gaya berat material tersebut lebih besar daripada kombinasi gaya angkat air dan gaya akibat turbulensi aliran.

3.4 Angkutan sedimen kikisan adalah pergerakan material lepas yang berasal dari hasil kikisan permukaan daerah tangkapan hujan, bergerak melayang bersama aliran, sukar mengendap, kecuali di tampungan waduk atau di muara sungai.

3.5 Bangunan air adalah prasarana fisik yang diperlukan dalam pengelolaan sumber daya air.

3.6 Bangunan bilas adalah bangunan yang diletakkan di bagian akhir penangkap pasir arah sungai, berfungsi untuk membilas endapan sedimen di kantong endapan sedimen dengan cara memanfaatkan tekanan seret aliran air (pembilasan secara hidraulik).

3.7 Bangunan penangkap pasir adalah bangunan yang ditempatkan di hilir bangunan pengambil, ditujukan untuk mengendalikan laju muatan sedimen fraksi pasir dan yang lebih besar ($> 0,074$ mm) serendah mungkin ke saluran induk dengan cara menciptakan kondisi aliran yang memungkinkan sedimen fraksi pasir dan yang lebih besar mengendap, untuk kemudian dibersihkan secara hidraulik ataupun mekanik.

3.8 Bendung adalah bangunan yang dibangun melintang alur sungai, dengan kemungkinan fungsi untuk meninggikan muka air udik, menahan atau mengurangi laju muatan sedimen yang bergerak dari udik ke hilir, mempertahankan dan atau meninggikan dasar sungai, mengendalikan kemiringan dasar sungai di udik bendung atau untuk mengendalikan distribusi debit yang melimpah ke hilir.

3.9 Bilik pengendapan adalah bagian dari penangkap pasir yang dibatasi oleh tembok pemisah, ditujukan untuk mendapatkan kondisi aliran yang menunjang proses pengendapan fraksi pasir dan memungkinkan operasi pembilasan endapan sedimen bilik per bilik agar gangguan pasok air terhadap jaringan irigasi dapat diminimalkan. Di dalam bilik pengendapan terdapat ruangan yang ditujukan untuk menyimpan sedimen dalam waktu tertentu (kantong endapan sedimen).

3.10 Degradasi dasar sungai adalah penurunan dasar sungai di suatu ruas tertentu akibat dasar sungai tergerus karena pasokan angkutan muatan sedimen yang datang dari udik jauh lebih kecil daripada kemampuan aliran sungai di ruas tersebut untuk mengangkut sedimen atau akibat pengambilan material dasar sungai dengan volume yang lebih besar daripada pasokan sedimen yang masuk.

3.11 Desain hidraulik adalah kegiatan untuk menentukan tata letak, bentuk dan dimensi hidraulik bangunan air, kelengkapan dan peralatannya, yang dituangkan ke dalam gambar teknik, serta dilengkapi dengan nota penjelasan desain.

3.12 Dinding pemisah adalah dinding tegak yang dibangun menerus mulai dari bangunan pengambil hingga bagian akhir penangkap pasir, yang dimaksudkan untuk membagi penangkap pasir menjadi beberapa bilik pengendapan dan mendapatkan kondisi aliran yang optimum guna mengendapkan fraksi pasir dan yang lebih besar, serta selanjutnya dapat dibilas secara hidraulik dengan tanpa menimbulkan gangguan pasokan air ke sistem keairan.

3.13 Dinding pengarah adalah dinding tegak yang dibangun untuk menciptakan kondisi aliran yang menunjang proses pengendapan fraksi pasir dan yang lebih besar dan/atau menunjang pencapaian efisiensi pembilasan endapan sedimen di kantong sedimen.

3.14 Gaya seret adalah gaya yang timbul akibat tegangan seret aliran air terhadap bidang-bidang yang membatasinya.

3.15 Kantong endapan sedimen adalah bagian dari penangkap pasir yang berfungsi untuk menyimpan endapan sedimen dalam kurun waktu tertentu dan selanjutnya secara berkala dibilas agar efisiensi penangkapan pasir tetap tinggi.

3.16 Lapisan tahan aus adalah lapisan yang dipasang pada permukaan struktur yang bersinggungan langsung dengan aliran dan mempunyai ketahanan terhadap abrasi, benturan batu dan atau benda padat lainnya.

3.17 Lorong bilas adalah bagian dari bangunan bilas yang didesain khusus agar operasi pembilasan dapat dilakukan bilik per bilik secara bergantian sehingga gangguan pasokan air ke saluran induk dapat diminimalkan.

3.18 Pelimpah ukur adalah bangunan yang ditempatkan di bagian akhir penangkap pasir, yang berfungsi untuk mengendalikan tinggi muka air di penangkap pasir dan mengukur debit aliran yang meninggalkan penangkap pasir menuju saluran induk.

3.19 Penggerusan setempat adalah penggerusan pada dasar dan atau tebing sungai yang terjadi setempat di sekitar bangunan akibat peningkatan energi dan turbulensi aliran karena gangguan bangunan atau gangguan alami.

3.20 Peredam energi adalah bangunan yang berfungsi untuk meredam gaya-gaya yang timbul akibat peningkatan tinggi tekan hidraulik dan turbulensi aliran agar aliran air tidak menimbulkan penggerusan setempat yang membahayakan bangunan, dibangun di bagian hilir bangunan, dan dirancang dengan memperhitungkan kemungkinan terjadinya degradasi atau aggradasi dasar sungai.

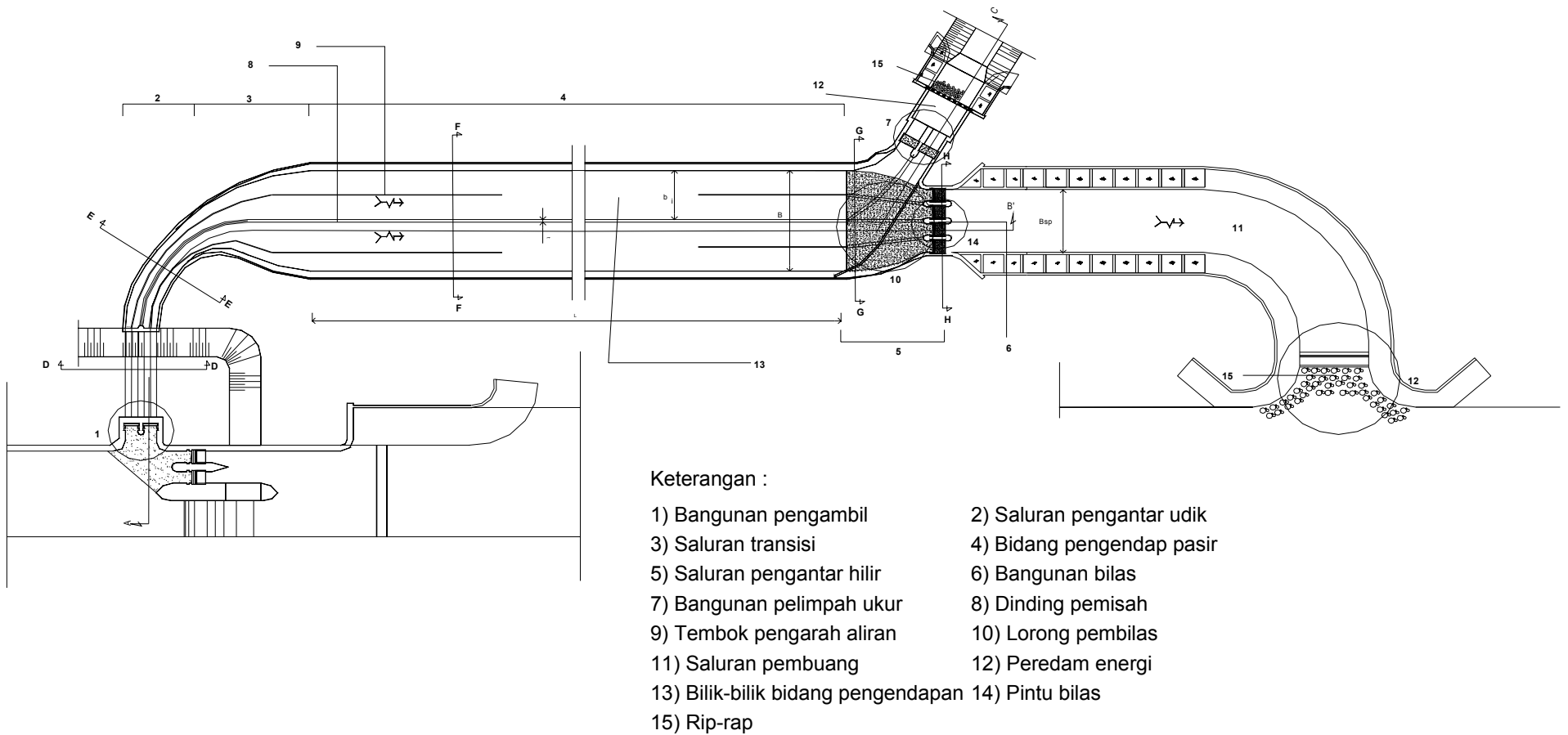
3.21 Pintu bilas adalah bagian dari bangunan bilas yang berfungsi untuk menunjang operasi pembilasan endapan sedimen bilik per bilik sehingga efektivitas pembilasan mencapai optimum dan debit air serta waktu yang diperlukan untuk operasi pembilasan tersebut dapat ditekan serendah mungkin.

3.22 Pusair adalah nama pengenal untuk Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Badan Penelitian dan Pengembangan Permukiman dan Prasarana Wilayah, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

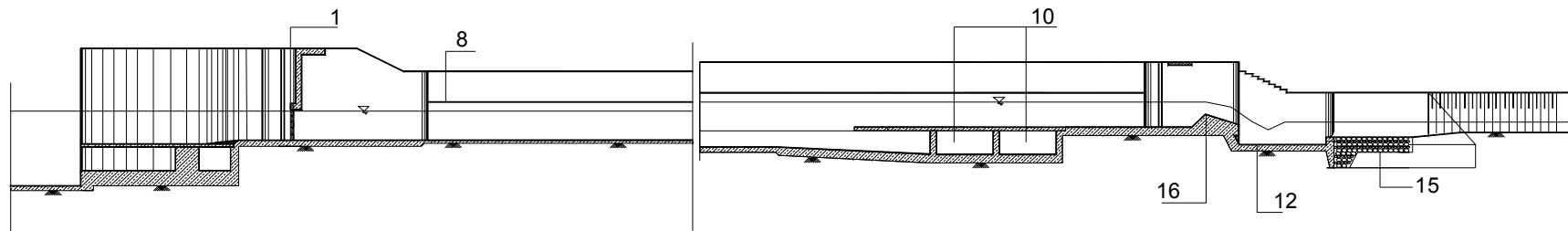
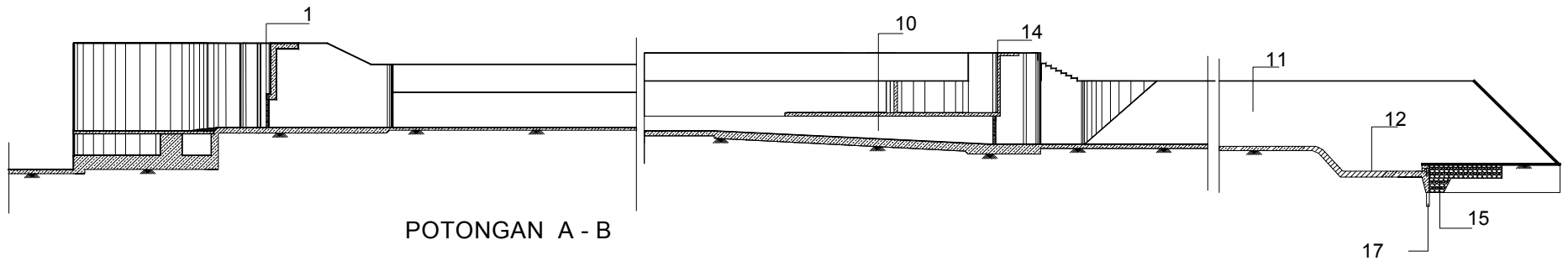
3.23 Rip-rap adalah struktur tumpukan bongkah batu alam yang dipasang di hilir peredam energi dan di kaki tembok sayap hilir, dengan tebal lapisan dan lebar tertentu, berfungsi sebagai perisai dasar sungai terhadap bahaya penggerusan setempat.

4 Gambar dan notasi

Secara umum penangkap pasir tipe Pusair dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 1, 2 dan 3 berikut ini .



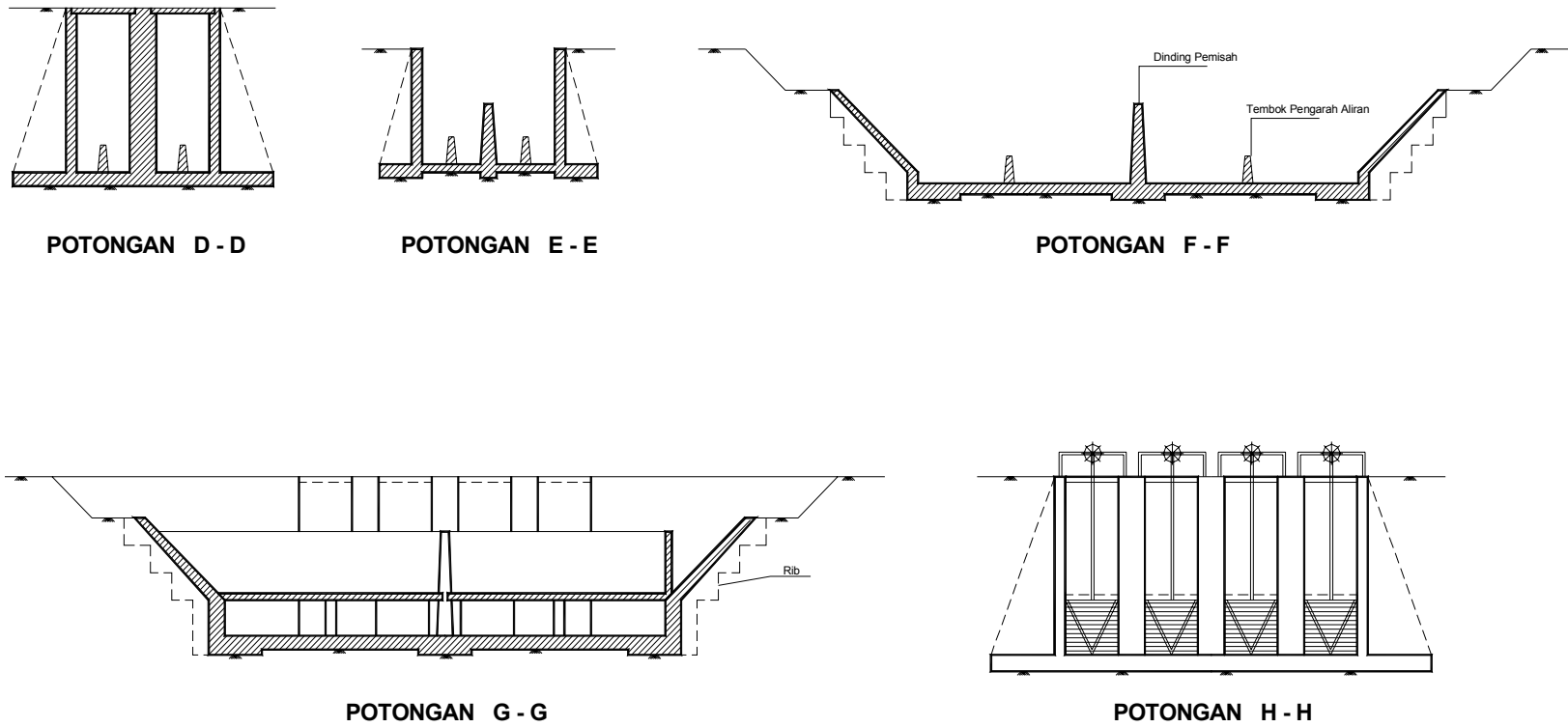
Gambar 1 Denah bangunan penangkap pasir tipe Pusair



Keterangan :

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 1) Bangunan pengambil | 8) Dinding pemisah |
| 10) Lorong pembilas | 11) Saluran pembuang |
| 12) Peredam energi | 14) Pintu bilas |
| 15) Rip-rap | 16) Mercu ukur |
| 17) Turap dolken / beton | |

Gambar 2 Potongan memanjang bangunan penangkap pasir



Gambar 3 Potongan melintang bangunan penangkap pasir

Mengacu pada Gambar 1 - 3, dalam pedoman teknik ini digunakan notasi sebagai berikut.

- 1) B = lebar bidang pengendap pasir (m)
- 2) b_l = lebar bilik i dari bidang pengendap pasir (m)
- 3) B_{sp} = lebar saluran pembuang (m)
- 4) B_{su} = lebar saluran pengantar udik (m)
- 5) B_p = lebar pelimpah (m)
- 6) D = diameter butir sedimen (m)
- 7) h = kedalaman aliran (m)
- 8) i_l = kemiringan lorong pembilas (-)
- 9) i_p = kemiringan dasar bidang pengendapan pasir (-)
- 10) i_u = kemiringan dasar saluran pengantar udik (-)
- 11) i_{sp} = kemiringan saluran pembuang (-)
- 12) L = panjang bidang pengendap pasir (m)
- 13) r = jari-jari pelimpah ukur (m)
- 14) t = tebal dinding (m)
- 15) v = kecepatan aliran rata-rata (m/s)
- 16) L_{tu} = panjang bagian transisi udik (m)

5 Pertimbangan dan persyaratan

5.1 Pertimbangan

Penangkap pasir perlu dibangun sebagai bagian dari bangunan air utama dari suatu sistem keairan (saluran induk sistem irigasi atau pipa pesat untuk PLTA) jika angkutan muatan sedimen fraksi pasir dan yang lebih besar yang terbawa aliran air saat disadap melalui bangunan pengambil diperkirakan akan mengakibatkan endapan yang berlebihan di jaringan irigasi atau akan menimbulkan bahaya abrasi dan/atau memicu kavitas pada bangunan atau bagian-bagian struktur, misalnya pada pipa pesat dan sudu-sudu turbin. Sebagai batasan untuk sistem irigasi dapat digunakan kriteria bahwa penangkap pasir perlu dibangun jika sedimen yang ikut tersadap melalui bangunan pengambil akan mengakibatkan problema pengurangan luas penampang basah akibat sedimentasi di saluran induk sebesar 5 % per tahun.

5.2 Persyaratan

Bangunan penangkap pasir tipe Pusair dan bangunan kelengkapannya harus didesain dengan memperhatikan persyaratan sebagai berikut.

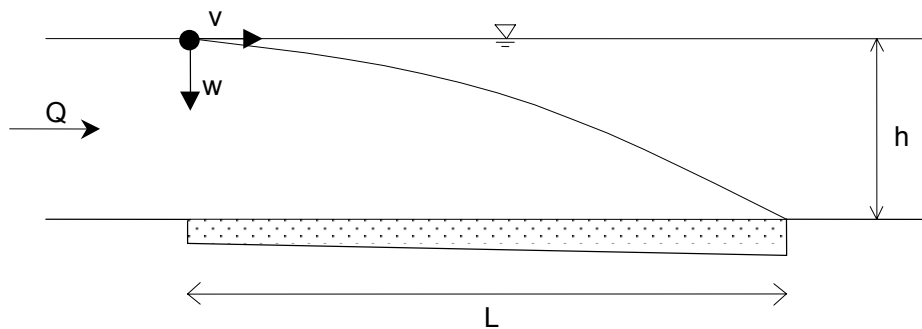
- 1) Penempatan, tata letak, debit banjir desain, dan stabilitas bangunan perlu didesain dengan mengacu pada SNI 03-1724-1989 Tata Cara Perencanaan Hidrologi dan Hidraulik untuk Bangunan di Sungai dan SNI 03-2401-1991 Tata Cara Perencanaan Umum Bendung.
- 2) Dalam penentuan elevasi mercu bendung perlu diperhitungkan kebutuhan tinggi tekan hidraulik untuk operasi pembilasan endapan sedimen dan kebutuhan untuk mengalirkan air ke sawah tertinggi dan terjauh.
- 3) Kantong endapan sedimen harus dapat dibilas secara hidraulik dengan kondisi batas muka air sungai tertinggi di hilir saluran pembuang setinggi muka air pada debit banjir tahunan.

- 4) Bangunan penangkap pasir dan bagian-bagiannya harus aman terhadap bahaya banjir, gerusan setempat, degradasi dasar sungai, dan penggerusan tebing.
- 5) Bangunan permukaan kantong endapan sedimen, lorong bilas, dan saluran pembuang perlu dilindungi dengan lapisan bahan tahan aus.
- 6) Secara satu kesatuan maupun bagian per bagian harus kuat dan stabil terhadap guling, geser, dan penurunan, serta dapat dioperasikan dengan mudah, aman, dan efisien.

6 Desain hidraulik

6.1 Kriteria dasar

- 1) Bangunan penangkap pasir bekerja dengan persyaratan tersedianya ruang yang memadai dan terciptanya kondisi aliran yang mendukung proses pengendapan butir pasir dan yang lebih besar yang terbawa masuk melalui bangunan pengambil. Berkaitan dengan hal ini, perlu diupayakan pencapaian kondisi aliran sebagai berikut.
 - a) Kecepatan aliran cukup rendah agar butir pasir yang berada pada permukaan aliran di bagian awal bidang pengendapan dapat diendapkan pada ujung hilir bidang pengendapan seperti diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Ilustrasi pengendapan butir pasir

- b) Kecepatan aliran pada bidang pengendapan harus terdistribusi merata, turbulensi aliran yang dapat melawan gaya endap butir sedimen diupayakan agar cukup rendah dan pusaran aliran arah mendatar perlu dihindari agar bidang pengendapan dapat dimanfaatkan secara optimum.

Hal ini dapat diperoleh dengan cara berikut.

- i) Menerapkan angka perbandingan panjang dan lebar bidang pengendapan, $\frac{L}{B} \geq 8$.

Jika hal ini tidak dapat dipenuhi, bidang pengendapan perlu dibagi menjadi beberapa bilik dengan jalan memasang dinding pemisah sehingga angka perbandingan panjang dan lebar bidang pengendapan untuk tiap-tiap bilik adalah

$$\frac{L}{b_i} \geq 8.$$

- ii) Membangun saluran pengantar udik dengan panjang jari-jari lengkungan yang cukup besar agar pengaruh lengkungan tidak mengakibatkan pemusatan aliran di sisi luar lengkungan.
- iii) Memasang tembok-tembok pengarah aliran untuk meredam pemusatan aliran di sisi luar lengkungan, sehingga kondisi aliran yang tidak menguntungkan ini tidak terus terbawa ke bidang pengendapan.

- c) Membangun saluran transisi hilir dengan pengurangan lebar saluran secara bertahap agar peningkatan kecepatan aliran di hilir bidang pengendapan dapat terjadi secara lambat sehingga tidak menyebabkan endapan di kantong sedimen terangkut kembali.
- 2) Kecepatan endap butir sedimen dipengaruhi oleh besar butir, bentuk butir, temperatur fluida, dan keberadaan partikel lain dalam aliran yang diukur dalam bentuk tingkat konsentrasi sedimen. Berkaitan dengan sifat teknik ini, dalam desain perlu ditentukan hal-hal sebagai berikut.
 - a) Diameter butir fraksi pasir desain diambil sebesar $D = 0,062$ mm.
 - b) Memperhatikan kondisi partikel pasir dan cuaca di Indonesia, disarankan untuk dipilih faktor bentuk (*Shape Faktor*) = 0,7 dan suhu fluida, $T = 30^{\circ}$ C.
 - c) Gunakan konsentrasi sedimen pada kondisi debit dominan sungai untuk memperhitungkan pengaruh keberadaan partikel lain terhadap kecepatan endap partikel.
- 3) Untuk mendapatkan efektivitas hasil pembilasan endapan sedimen yang tinggi, perlu dibuat tata letak dan kemiringan dasar kantong sedimen sebagai berikut.
 - a) Poros pintu bilas dan lorong bilas perlu diletakkan dalam satu garis lurus dengan poros kantong endapan sedimen.
 - b) Lorong bilas diperlukan agar operasi pembilasan endapan sedimen dapat dilakukan secara bergantian untuk tiap-tiap bilik. Dengan cara ini gangguan pasokan air ke sistem keairan dapat direduksi dan kebutuhan debit air untuk pembilasan dapat dibuat lebih rendah.
 - c) Jika diperlukan, tembok-tembok rendah pengantar aliran dapat dipasang pada lantai saluran pengantar udik, kantong sedimen, dan lantai saluran pengantar hilir.
 - d) Kemiringan lantai kantong sedimen perlu dibuat cukup curam agar pada debit desain pembilasan terjadi gaya seret aliran yang lebih tinggi daripada gaya seret kritis butir sedimen terbesar yang mengendap di kantong sedimen.
 - e) Kemiringan lantai saluran perlu didesain cukup miring agar pada kondisi tinggi muka air sungai di hilir saluran berada pada kondisi optimum pembilasan dan pada kondisi debit bilas desain semua sedimen hasil bilas dapat terus terangkut kembali ke sungai.
- 4) Kedalaman aliran di penangkap pasir harus dikendalikan guna menghasilkan kondisi aliran yang memungkinkan fraksi pasir mengendap. Untuk tujuan pengendalian kedalaman aliran ini, pada saluran transisi hilir dipasang bangunan pelimpah ukur. Bangunan ini juga berfungsi sebagai alat ukur debit untuk mengetahui besar debit yang masuk ke saluran induk.
- 5) Peredam energi perlu dibangun di hilir pelimpah ukur untuk menghindarkan terjadinya gerusan setempat yang dapat membahayakan struktur.
- 6) Ujung hilir saluran pembuang sangat rentan terhadap perkembangan sungai arah mendatar dan degradasi dasar sungai. Berkaitan dengan hal ini, bagian ujung hilir saluran pembuang perlu dilengkapi dengan peredam energi dan struktur pelindung tebing yang didesain dengan memperhitungkan perkiraan perkembangan morfologi sungai.

6.2 Data dan informasi

Untuk membuat desain hidraulik bangunan penangkap pasir diperlukan data dan informasi berikut.

- 1) gambar situasi sungai dan lahan dengan cakupan yang cukup untuk menunjang alternatif-alternatif penempatan saluran pengantar, bidang pengendapan, bangunan

bilas, saluran pembuang, saluran transisi hilir yang menghubungkan penangkap pasir ke saluran induk, dan bangunan pelimpah ukur;

- 2) data desain bendung, bangunan bilas bendung dan bangunan pengambil;
- 3) data fluktuasi debit, material dasar sungai, angkutan muatan sedimen dasar dan layang;
- 4) data desain dimensi hidraulik dan tata letak saluran induk, termasuk data elevasi muka air dan kedalaman aliran di saluran induk.

6.3 Penentuan parameter, bentuk, dan dimensi hidraulik

1) Kecepatan endap, w

- a) Untuk faktor bentuk, $SF < 1,0$ kecepatan endap butir sedimen dalam air tenang yang jernih dapat dihitung berdasarkan rumus berikut.

$$w_s = \frac{\Delta g D^2}{18 \nu} \quad \text{untuk } 1\mu < D \leq 100\mu\text{m} \dots\dots\dots (1)$$

$$w_s = \frac{10D}{\Delta} \left[\left(\frac{1 + 0,01 \Delta g D^3}{\nu^2} \right)^{0,5} - 1 \right] \quad \text{untuk } 100\mu < D \leq 1000\mu\text{m} \dots\dots\dots (2)$$

dengan

w_s = kecepatan endap butir sedimen pada air tenang yang jernih (m/s)

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_a}{\rho_a} \dots\dots\dots (3)$$

ρ_s = rapat massa sedimen (kg/m³)

ρ_a = rapat massa air (kg/m³)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

ν = koefisien viskositas kinematik (m²/s)

Nilai rapat massa air, ρ_a dan viskositas kinematik, ν sangat dipengaruhi oleh suhu dengan kisaran nilai sebagai berikut.

Tabel 1 Pengaruh suhu terhadap rapat massa dan viskositas kinematik

Suhu, T (°C)	0	4	12	16	20	30	40
ρ_a (kg/m ³)	999,87	1000,0	999,5	999,0	998,3	995,7	922,3
ν (10 ⁻⁶ m ² /s)	1,79	1,56	1,24	1,11	1,01	0,80	0,66

- b) Kecepatan endap butir sedimen sangat dipengaruhi oleh konsentrasi sedimen. Pengaruh konsentrasi sedimen terhadap kecepatan endap butir pasir dapat dihitung berdasarkan rumus (Velikanov) berikut.

$$w = (1 - 2,15 c) (1 - 0,75 c^{0,33}) w_s \dots\dots\dots (4)$$

dengan

w = kecepatan endap butir sedimen dengan memperhatikan pengaruh keberadaan butir-butir sedimen lain (m/s)

c = konsentrasi sedimen yang dihitung berdasarkan persentase volume (%)

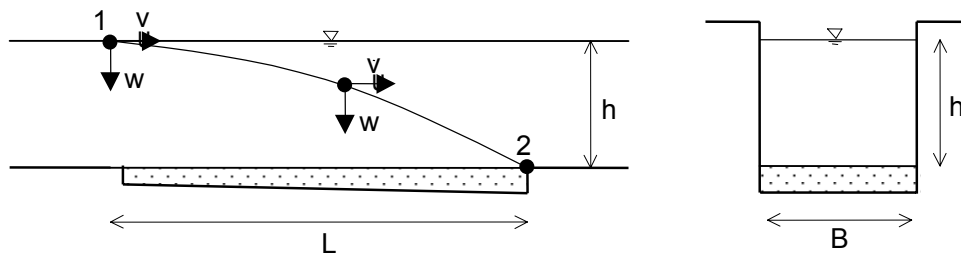
Konsentrasi sedimen yang terdiri dari muatan sedimen dasar dan layang serta gradasi material dasar sungai perlu diukur langsung di lapangan pada berbagai kondisi debit yang berbeda. Jika hal ini tidak memungkinkan, data minimum yang harus diperoleh dari lapangan adalah gradasi material dasar sungai.

Hanya pada keadaan gradasi material dasar sungai yang diketahui, maka konsentrasi sedimen dapat dihitung dengan menerapkan metode :

- i) Engelund dan Hansen,
- ii) Meyer-Peter dan Meuler,
- iii) Van Rijn,
- iv) Ackers dan White, atau

metoda lain yang sesuai dengan kondisi sungai yang diselidiki.

2) Luas bidang pengendapan, L x B.



Gambar 5 Skematisasi ruang pengendap pasir

a) Agar butir sedimen di titik 1 dapat mengendap di kantong endapan sedimen, diperlukan estimasi awal kebutuhan luas bidang pengendap sebagai berikut.

$$\frac{h}{w} = \frac{L}{v} \dots\dots\dots (5)$$

Karena $v = \frac{Q_{desain}}{h \cdot B}$ maka didapat hubungan : $\dots\dots\dots (6)$

$$L \cdot B = \frac{Q_{desain}}{w} \dots\dots\dots (7)$$

b) Data lapangan menunjukkan bahwa proses ideal pengendapan partikel pasir pada butir a) akan terganggu oleh gaya-gaya pada aliran turbulen dan keberadaan butir-butir sedimen lain. Berkaitan dengan hal ini dianjurkan untuk menerapkan faktor koreksi (Velikanov) berikut.

$$L \cdot B = \frac{Q}{w} \cdot \frac{\lambda^2}{7,51} \cdot \frac{v}{w} \cdot \frac{(h^{0,5} - 0,2)^2}{h} \dots\dots\dots (8)$$

dengan nilai :

$\lambda = 1,2$ untuk efisiensi penangkap pasir 95 %, dan

$\lambda = 1,55$ untuk efisiensi penangkap pasir 98 %

3) Panjang dan lebar bidang pengendapan

- a) Panjang dan lebar bidang pengendapan ditentukan dengan memperhatikan persyaratan $\frac{L}{B} \geq 8$.
- b) Berdasarkan gambaran perbandingan panjang dan lebar tersebut, terapkan pada lahan yang tersedia. Cadangkan ruang untuk saluran pengantar, sistem pembilas dan saluran pembuang, saluran transisi hilir, pelimpah ukur, dan penghubung ke saluran induk.
- c) Jika hal ini tidak dapat dipenuhi, dapat diambil nilai B yang lebih besar dengan konsekuensi perlu penambahan dinding pemisah agar pada tiap-tiap bilik pengendapan tetap dipenuhi persyaratan dasar $\frac{L}{b_i} \geq 8$.

4) Saluran pengantar udik

- a) Bagian awal saluran pengantar udik diambil selebar bangunan pengambil, B_i .
- b) Desain tata letak dan dimensi saluran dibuat sedemikian rupa sehingga secara bertahap aliran air yang keluar dari bangunan pengambil dihantarkan ke bidang pengendapan.
- c) Jari-jari kelengkungan saluran diambil $r \geq 2 B_i$ dan panjang transisi ke lebar ruang pengendapan, L_{tu} diambil dengan memperhatikan :

$$L_{tu} \geq 2 (B - B_p) \dots\dots\dots (9)$$

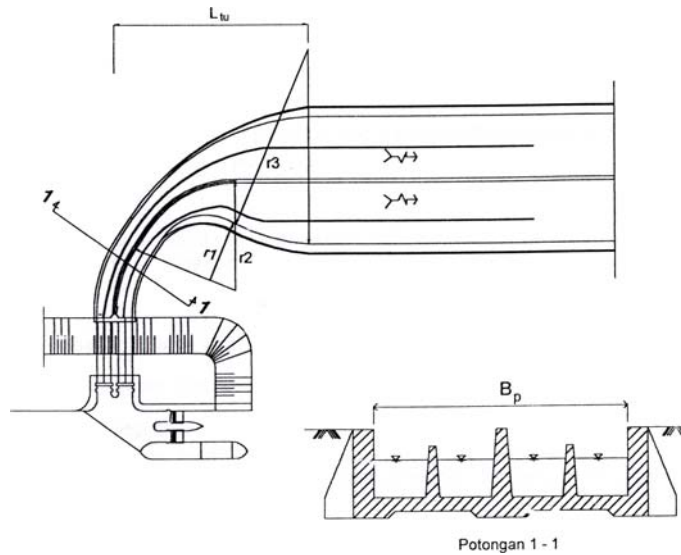
dengan :

L_{tu} = panjang bagian transisi udik (m)

r = panjang jari-jari lengkungan saluran pengantar udik (m)

B_p = lebar bangunan pengambil (m)

- d) Jika hal ini sulit dipenuhi, tambahkan tembok-tembok pengiring di saluran penghantar agar aliran yang masuk ke ruang pengendapan dapat terdistribusi merata dan garis-garis aliran yang terjadi sejajar dengan poros bilik pengendapan.



Gambar 6 Tata letak saluran pengantar udik

- 5) Saluran pengantar hilir
- Lebar bagian akhir saluran pengantar hilir diambil sama dengan lebar dasar saluran induk.
 - Desain tata letak dan dimensi saluran dibuat sedemikian rupa sehingga secara bertahap aliran air yang keluar dari ruang pengendapan dihantarkan ke bangunan pelimpah ukur dan masuk ke saluran induk.
 - Elevasi lantai saluran pengantar di udik bangunan pelimpah ukur diambil setinggi elevasi lantai bagian akhir saluran pengantar udik.
- 6) Bangunan pelimpah ukur
- Bangunan Pelimpah ukur merupakan bagian dari saluran pengantar hilir.
 - Bangunan Pelimpah ukur berfungsi untuk :
 - mengendalikan tinggi elevasi muka air di penangkap pasir;
 - sebagai alat ukur besar debit yang mengalir masuk ke saluran induk.
 - Elevasi mercu pelimpah ukur ditentukan dengan memperhatikan :
 - kebutuhan untuk mendapatkan tinggi elevasi muka air desain di penangkap pasir;
 - upaya mendapatkan kondisi aliran sempurna, sehingga pengukuran debit dapat dilakukan dengan mudah.
 - Pemilihan bentuk mercu bulat dengan satu jari-jari akan memudahkan pelaksanaan konstruksi.
 - Bagian hilir pelimpah ukur perlu dilengkapi dengan peredam energi, agar air yang melimpah dari mercu tidak menimbulkan gerusan lokal dan gerusan tebing yang membahayakan saluran induk.
 - Lengkung debit pelimpah ukur dapat disusun dengan menerapkan rumus berikut.

$$Q = k \cdot B \cdot H^{3/2} \dots\dots\dots (10)$$

dengan

Q = debit pelimpah ukur (m^3/s)

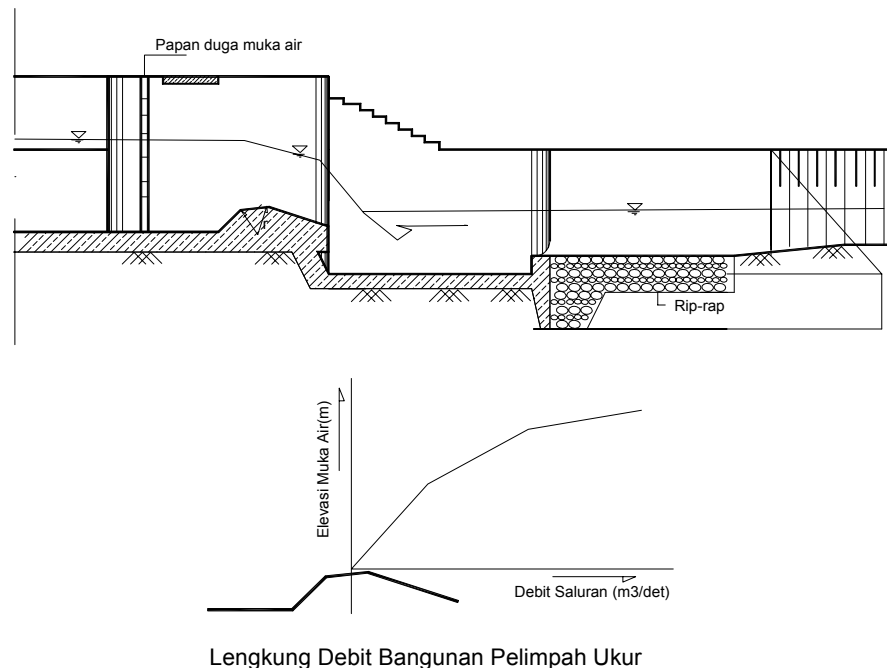
B = lebar efektif pelimpah ukur (m)

k = koefisien pelimpahan, dapat diambil = 2,0 (-)

H = tinggi tekan hidraulik diukur dari elevasi mercu (m)

Sesungguhnya nilai k sangat tergantung pada bentuk dan besar jari-jari pelimpah ukur, besar perbandingan nilai $\frac{H}{p}$, dengan p adalah tinggi mercu pelimpah, serta

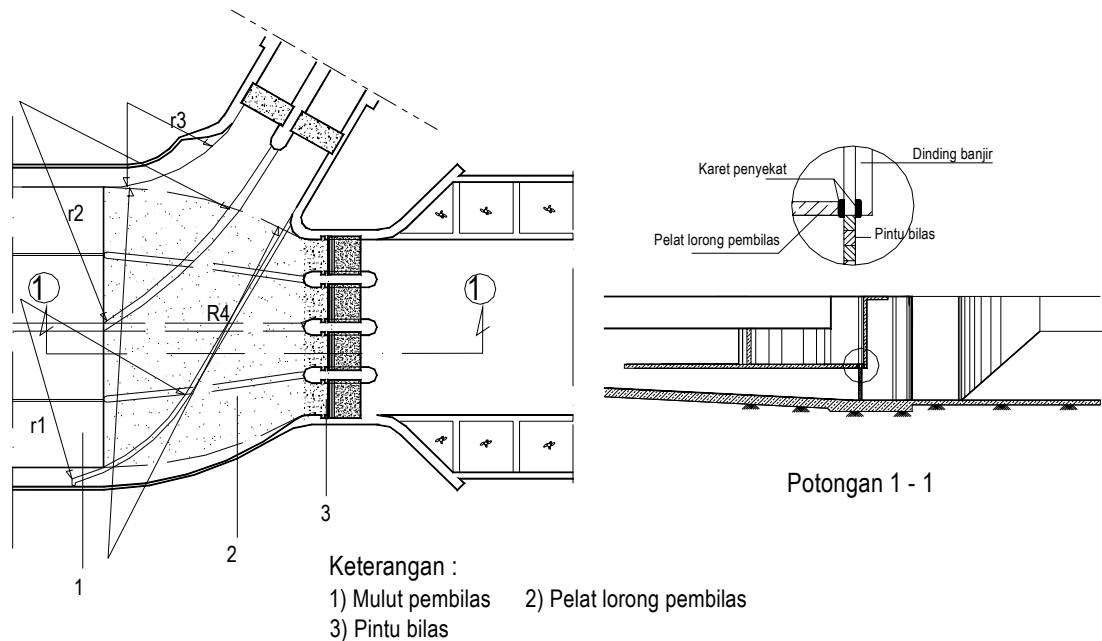
kecepatan aliran. Namun demikian, karena variasi debit dan nilai H serta kecepatan aliran yang terjadi tidak terlampaui besar, berdasarkan data empirik dari pelimpah-pelimpah ukur yang telah dibangun di lapangan dapat diambil nilai $k = 2,0$.



Gambar 7 Pelimpah pelimpah ukur

7) Bangunan bilas

- Bangunan ditempatkan di bagian akhir kantong endapan sedimen dengan poros memanjang bangunan satu garis lurus dengan poros memanjang kantong sedimen.
- Bangunan bilas dilengkapi dengan lorong pembilas, pintu-pintu bilas, tembok rendah pengarah aliran, dinding banjir, dan jembatan pelayanan.
- Lebar bangunan bilas diambil minimum selebar satu bilik bidang pengendapan.
- Lebar tiap-tiap pintu ditentukan dengan memperhatikan lebar total bangunan bilas, untuk alasan kemudahan operasi dan seyogyanya tidak melebihi 2,0 meter.
- Untuk menghindari kebocoran, daun pintu bilas perlu dilengkapi dengan karet-karet penyekat pada sisi-sisi yang bersinggungan dengan dinding banjir dan pelat beton lorong pembilas.



Gambar 8 Bangunan bilas

- f) Kemiringan lantai lorong pembilas harus didesain sedemikian rupa agar gaya seret yang terjadi di lorong bilas jauh lebih besar dari gaya seret kritis butir material terbesar yang mengendap di kantong endapan sedimen, sehingga sedimen yang dibawa aliran saat operasi pembilasan tidak mengendap di bangunan pembilas. Dengan memperhatikan data empirik, disarankan agar kemiringan lantai ini diambil tidak kurang dari , $i_p \geq 0,01$.
- g) Untuk mempermudah pemeliharaan bangunan bilas, tinggi mulut di bagian awal lorong pembilas diambil minimum, $h_p \geq 0,80$ m.
- 8) Saluran pembuang
- Saluran pembuang berfungsi untuk menyalurkan hasil bilasan endapan sedimen yang keluar dari bangunan bilas kembali ke sungai.
 - Saluran pembuang dilengkapi dengan peredam energi dan dinding pelindung gerusan tebing sungai yang ditempatkan di bagian akhir saluran tersebut.
 - Lebar saluran pembuang diambil minimum selebar satu bilik pengendapan.
 - Elevasi ujung hilir saluran pembuang perlu didesain sedemikian rupa agar gaya seret yang terjadi di lorong bilas jauh lebih besar dari gaya seret kritis butir material terbesar yang mengendap di kantong endapan sedimen sehingga hasil bilasan sedimen dapat dihanyutkan ke sungai saat kondisi debit dan muka air sungai berada dalam kondisi optimum untuk operasi pembilasan.
 - Kemiringan saluran pembuang, i_{sp} perlu didesain dengan baik agar pada saat pembilasan terjadi gaya seret yang lebih besar daripada gaya seret kritis butir sedimen terbesar yang diizinkan masuk ke penangkap pasir.
- 9) Kantong Endapan Sedimen
- Kantong sedimen merupakan bagian dari bilik pengendapan yang berfungsi untuk menyimpan sementara endapan sedimen sebelum dibilas kembali ke sungai.

- b) Dimensi kantong sedimen didesain dengan memperhatikan kebutuhan untuk menampung volume total sedimen yang mengendap selama penangkap pasir dioperasikan dalam selang waktu desain antar pembilasan.
- c) Kemiringan lantai kantong sedimen, i_{ks} didesain dengan memperhatikan kebutuhan untuk mendapatkan gaya seret aliran, τ_o yang lebih besar dari gaya seret kritik butir sedimen terbesar yang diizinkan masuk ke penangkap pasir.
- d) Untuk mendapatkan efektivitas pembilasan yang tinggi, kantong sedimen dapat dilengkapi dengan dinding-dinding rendah pengarah aliran. Tinggi dinding pengarah didesain dengan memperhatikan kedalaman aliran di kantong sedimen saat operasi pembilasan.

7 Desain operasi dan pemeliharaan

7.1 Analisis efektivitas penangkapan pasir

- 1) Kedalaman dan kecepatan aliran di setiap penampang melintang penangkap pasir pada berbagai kondisi tebal endapan pasir dapat dihitung dengan metode Euler sebagai berikut.

$$h_{j+1} = h_j + \Delta x \left\{ \frac{Q^2}{C^2 R \cdot A^2} - i_o \right\}_j \dots\dots\dots (11)$$

dengan :

- h = kedalaman aliran (m]
- Q = debit aliran di penangkap pasir (m³/s)
- R = jari-jari hidraulik penampang melintang penangkap pasir pada titik yang ditinjau (m)
- A = luas penampang basah penangkap pasir pada titik yang ditinjau (m²)
- C = koefisien pengaliran Chezy (m^{0.5}/s)
- i_o = kemiringan energi (-)
- j = indeks yang menunjukkan lokasi penampang (-)

- 2) Efektivitas penangkapan pasir yang dievaluasi di setiap penampang penangkap pasir pada berbagai kondisi tebal endapan di kantong sedimen dapat dihitung dengan metoda sebagai berikut.

$$Q_{s(j+1)} = \frac{B_{j+1}}{B_j} Q_{s_j} - \left\{ \frac{B_{j+1}}{B_j} Q_{s_j} - Q_s \right\} \left\{ 1 - \exp \left(\frac{-\alpha \cdot \Delta x}{h_{j+1}} \right) \right\} \dots\dots\dots (12)$$

$$\alpha = 0,015 \frac{2 \cdot w}{v_{*j+1}} \left\{ 1 + \frac{w}{v_{*j+1}} \right\} \left[1 + 4,1 \left\{ \frac{k_n}{h_{j+1}} \right\}^{0,25} \right] \dots\dots\dots (13)$$

dengan :

k_n = koefisien kekasaran Nikuradse (-)

$$= \frac{25^6 h}{C^6}$$

Q_s = kapasitas aliran untuk mengangkut sedimen (m^3/s)

B_j = lebar penampang melintang penangkap sedimen di titik j (m)

v^* = kecepatan geser aliran (m/s)

- 3) Efektivitas penangkapan pasir akan menurun dengan pertambahan tebal endapan di kantong sedimen. Dengan menerapkan analisis kedalaman aliran dan efektivitas penangkapan pasir pada butir 1) dan 2) dapat disusun grafik perubahan efektivitas penangkap pasir sebagai fungsi waktu seperti dapat dilihat pada Gambar 9. Pembilasan kantong endapan sedimen secara berkala perlu dilakukan agar efektivitas penangkap pasir tetap tinggi.

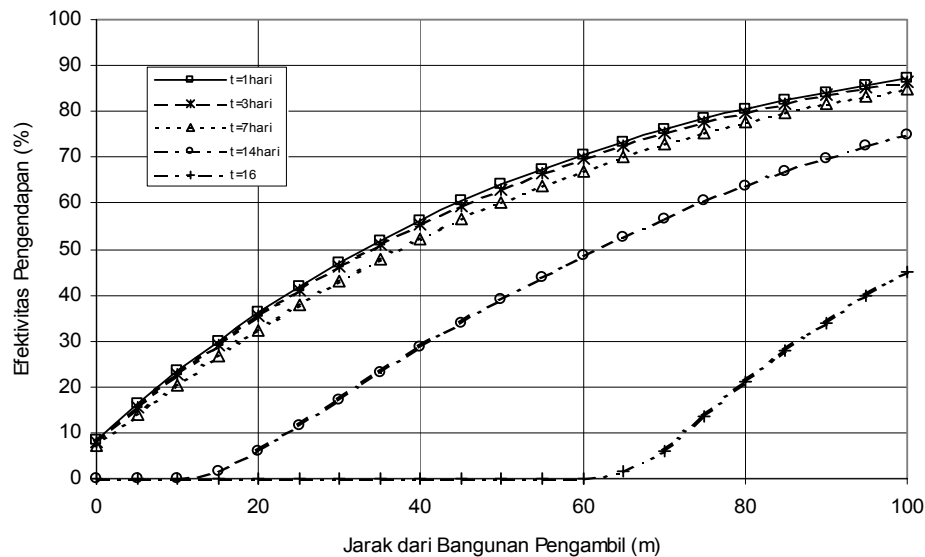
7.2 Desain operasi pembilasan endapan sedimen

- 1) Endapan di kantong sedimen secara teratur perlu dibilas dengan selang waktu maksimum antara operasi pembilasan dua minggu. Hal ini perlu dilakukan agar endapan sedimen tidak memampat dan menjadi sukar dibilas.
- 2) Dalam perancangan operasi pembilasan disarankan untuk menggunakan debit desain pembilasan sebesar $1,2.Q_{\text{desain}}$ dan diupayakan agar endapan di kantong sedimen dapat bersih dalam enam jam.
- 3) Pembilasan endapan sedimen dilakukan secara bergantian bilik per bilik. Hal ini dilakukan dengan tujuan :
 - a) mengurangi gangguan pasokan air ke sistem keairan dengan jalan mengalihkan debit pasokan air yang diperlukan oleh sistem keairan ke bilik yang tidak dibilas;
 - b) mengoptimalkan debit sungai yang tersedia untuk membilas dan memasok kebutuhan sistem keairan.
- 4) Operasi pembilasan endapan sedimen perlu segera dilakukan jika kondisi berikut terjadi.
 - a) Tebal endapan di penangkap pasir telah mencapai elevasi atap lorong pembilas.
 - b) Efektivitas bangunan penangkap pasir sudah lebih rendah daripada toleransi nilai efektivitas yang dapat ditentukan berdasarkan grafik pada Gambar 9.
- 5) Operasi pembilasan endapan sedimen tidak boleh dilakukan jika tinggi muka air sungai di hilir saluran pembuang lebih tinggi daripada kondisi optimum pembilasan.

7.3 Penyusunan kondisi optimum pembilasan

- 1) Kondisi optimum pembilasan adalah batas atas dan batas bawah keadaan debit dan tinggi muka air sungai di hilir saluran pembuang yang optimum untuk menunjang operasi pembilasan sedimen.
- 2) Kondisi optimum pembilasan disusun berdasarkan hasil analisis besar gaya seret aliran di saluran pembuang, kantong pembilas, dan kantong sedimen pada berbagai kondisi batas hilir yang terdiri dari tinggi muka air sungai di hilir saluran pembuang dan kondisi batas udik yang berupa debit pembilasan.

- 3) Untuk mendapatkan besar gaya seret di berbagai penampang penangkap pasir diperlukan perhitungan tinggi muka air dengan menerapkan metode seperti yang diuraikan pada subbab 7.1 butir 1).



Gambar 9 Grafik efektivitas pengendapan bangunan penangkap pasir

7.4 Pemeliharaan bangunan penangkap pasir

Untuk mempertahankan agar efektivitas bangunan penangkap pasir tetap tinggi, pemeliharaan berikut perlu dilakukan secara teratur.

- 1) Sekat-sekat karet pada pintu bilas dan pintu pengambilan perlu diperiksa setiap 2 minggu dan bila terjadi kebocoran perlu segera diperbaiki. Disamping hal tersebut, ulir pada besi setang pengangkat perlu diberi pelumas setiap 2 minggu saat operasi pembilasan endapan akan dilakukan.
- 2) Mercuri pelimpah ukur dan papan duga tinggi muka air perlu dibersihkan dari sampah atau endapan sedimen setiap pembacaan tinggi muka air akan dilakukan untuk mengetahui besar debit yang mengalir keluar dari penangkap pasir ke saluran induk.
- 3) Rip-rap dan pelindung tebing sungai di ujung hilir peredam energi saluran pembuang harus dipantau secara teratur sesaat setelah banjir reda. Lakukan perbaikan atau minimum penanggulangan jika terjadi kerusakan agar kerusakan tersebut tidak menjadi lebih parah.

8 Uji model hidraulik fisik

- 1) Uji model hidraulik disarankan untuk dilakukan terhadap desain bangunan penangkap pasir guna :
 - a) mendapatkan bentuk dan ukuran hidraulik dari bangunan penangkap pasir dan bagian-bagian pelengkap yang teruji.
 - b) mempelajari hal-hal seperti berikut.
 - i) pola dan distribusi aliran dari saluran pengarah menuju dan meninggalkan bidang pengendapan;
 - ii) pola dan distribusi aliran saat operasi pembilasan dari saluran pengarah menuju dan meninggalkan bidang pengendapan melalui bangunan bilas;

- iii) mempelajari kebutuhan tembok-tembok pengarah aliran untuk mendapatkan kondisi aliran yang menunjang proses pengendapan sedimen saat aliran menuju sistem keairan dan proses pembilasan sedimen saat pintu-pintu bangunan bilas dibuka;
 - c) Mendapatkan lengkung debit pelimpah ukur;
 - d) Menghasilkan celah kondisi optimum pembilasan endapan sedimen.
- 2) Agar karakteristik proses pengendapan dan mekanisme pergerakan sedimen dapat diteliti pada uji model hidraulik dengan lebih baik, perlu digunakan material yang mempunyai rapat massa yang lebih ringan dari rapat massa pasir.

Lampiran A

Daftar padanan kata

abrasi	= <i>abrasion</i>
angkutan muatan dasar	= <i>bed load transport</i>
angkutan muatan layang	= <i>suspended load transport</i>
angkutan muatan kikisan	= <i>wash load transport</i>
bangunan bilas	= <i>ejector</i>
bendung	= <i>weir</i>
debit desain	= <i>design discharge</i>
degradasi	= <i>degradation</i>
dinding pemisah	= <i>deviding wall</i>
dinding pengarah	= <i>guide wall</i>
gerusan setempat	= <i>local scouring</i>
hilir	= <i>downstream</i>
kavitasi	= <i>cavitation</i>
kecepatan endap	= <i>settling velocity</i>
kedalaman air	= <i>water depth</i>
mercu	= <i>crest</i>
pelimpah ukur	= <i>spillway type discharge measuring structure</i>
peluapan	= <i>overtopping</i>
pembilasan hidraulik	= <i>hydraulic flushing</i>
penangkap pasir	= <i>sand trap</i>
pengambilan	= <i>intake</i>
peredam energi	= <i>energy dissipator</i>
pra rencana	= <i>preliminary design</i>
rip-rap	= <i>rip-rap</i>
tinggi jagaan	= <i>free board</i>
udik	= <i>upstream</i>
uji model hidraulik	= <i>hydraulic model test</i>

Lampiran B

Contoh perhitungan desain hidraulik untuk penangkap pasir Tami Provinsi Papua

B.1 Data dan informasi yang diketahui

- 1) Gambar situasi bendung dan lahan di sekitarnya
- 2) Garis besar tata letak bangunan penangkap pasir
- 3) Debit desain bangunan pengambil = 7 m³/s
- 4) Diameter material dasar sungai 50% lolos saringan, D₅₀ = 0,052 mm
- 5) Diameter butir fraksi pasir, D = 0,074 mm
- 6) Laju angkutan muatan sedimen hasil pengukuran lapangan, Q_s = 2,33 . 10⁻⁴ m³/s, alternatif lain adalah dengan perhitungan Q_s berdasarkan D₅₀
- 7) Konsentrasi muatan sedimen layang dan dasar (jumlah total sedimen terhadap volume air), C = 0,2 %
- 8) Data bangunan pengambil (lebar dan elevasi)
- 9) Lebar pintu pengambil = 2 x 2 m dengan lebar pilar 1m
- 10) Lebar dasar saluran induk, B = 5 m
- 11) Elevasi muka air di saluran induk pada debit desain El.+42,10 m

B.2 Penghitungan hidraulik

- 1) Kecepatan endap

Karena fraksi yang tidak diinginkan masuk ke jaringan irigasi adalah fraksi pasir dan yang lebih besar, dalam analisis digunakan D = 0,074 mm.

- a) Dengan memperhatikan Rumus Stokes (Rumus (1)), untuk D = 0,074 mm dapat dihitung nilai kecepatan endap untuk kondisi air tenang, w_s.

Nilai rapat massa air, ρ_a dan viskositas kinematik, ν tergantung pada suhu, dengan nilai sebagai berikut.

Untuk suhu air T = 30° C, dengan mengacu pada Tabel 1, dapat diketahui :

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_a}{\rho_a} = \frac{2650 - 995,7}{995,7} = 1,66$$

$$\nu = 0,80 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$w_s = \frac{\Delta \cdot g \cdot D^2}{18 \cdot \nu} = \frac{1,66 \times 9,81 \times (7,4 \cdot 10^{-5})^2}{18 \times 0,8 \cdot 10^{-6}} = 4,49 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

- b) Keberadaan butir sedimen lain (konsentrasi sedimen) dapat mempengaruhi nilai kecepatan endap butir pasir seperti direpresentasikan dalam Rumus 6.4. Untuk kasus penangkap pasir Tami, nilai kecepatan endap nyata dapat dihitung sebagai berikut.

Konsentrasi sedimen, $c = 0,2 \% = 0,002$.

Nilai kecepatan endap butir pasir pada kondisi air dengan konsentrasi sedimen, $c = 0,002$:

$$\begin{aligned} w &= (1 - 2,15 c) (1 - 0,75 c^{0,33}) w_s \\ &= (1 - 2,15 \cdot 0,002) (1 - 0,75 \cdot 0,002^{0,33}) 4,49 \cdot 10^{-3} \\ &= 4,04 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \end{aligned}$$

2) Lebar dan panjang bidang pengendapan

- a) Luas bidang pengendapan yang diperlukan untuk mengendapkan pasir dengan mengabaikan turbulensi aliran adalah seperti diuraikan dalam Rumus (7).

$$B \times L = \frac{Q_{\text{desain}}}{w} = \frac{7}{4,04 \times 10^{-3}} = 1733 \text{ m}^2.$$

- b) Dengan memperhatikan keterbatasan lahan yang tersedia di lapangan, lebar penangkap pasir maksimum yang dapat diambil adalah, $B = 2 \times 8,3$ m.

Berdasarkan data ini dapat ditentukan kebutuhan panjang penangkap pasir :

$$L = \frac{B \times L}{B} = \frac{1733}{2 \times 8,3} = 140,4 \text{ m}$$

Jika kondisi lahan memungkinkan, dapat dipilih kombinasi lebar dan panjang yang lain. Namun demikian, perlu diperhatikan persyaratan dasar bahwa $\frac{L}{b_i} \geq 8$.

- c) Luas bidang pengendapan yang diperlukan untuk mengendapkan fraksi pasir dengan memperhatikan kondisi aliran adalah seperti diuraikan dalam Rumus (6).

Kecepatan aliran :

$$v = \frac{Q_{\text{desain}}}{h \cdot B} = \frac{7}{1,64 \times 2 \times 8,3} = 0,257 \text{ m/s}$$

Untuk mencapai efektivitas penangkap pasir 95 %, digunakan nilai $\lambda = 1,2$.

Luas bidang pengendapan :

$$\begin{aligned} B \times L &= \frac{Q}{w} \cdot \frac{\lambda^2}{7,51} \cdot \frac{v}{w} \cdot \frac{(h^{0,5} - 0,2)^2}{h} = \frac{7}{4,04 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{1,2^2}{7,51} \cdot \frac{0,257}{4,04 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{(1,64^{0,5} - 0,2)^2}{1,64} \\ &= 14.048,63 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk lebar saluran, $B = 2 \times 8,3$ didapat panjang yang diperlukan, $L = 906,54$ m.

- d) Panjang bidang pengendapan, L

Dengan memperhatikan persyaratan $\frac{L}{b_i} \geq 8$, kebutuhan-kebutuhan seperti diuraikan pada butir b) dan c), serta memperhatikan ketersediaan lahan dan pertimbangan ekonomis yang menyangkut biaya pembangunan, diambil $L = 96$ m.

- e) Efektivitas penangkap pasir untuk lebar dan panjang bidang pengendapan yang diambil dibahas dalam butir 6).

3) Saluran pengantar udik

- a) Lebar bagian awal saluran pengantar diambil sama dengan lebar saluran pengambil,

$$B_p = 2 \times 2 \text{ m}$$

- b) Jari-jari kelengkungan dan panjang saluran pengantar,

$$\begin{aligned} r_{2\min} &\geq 2 \times B_p \\ &\geq 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ m} \end{aligned}$$

Dalam desain diambil $r_2 = 15 \text{ m}$, sedang untuk r_1 dan r_3 agar didapat kondisi aliran yang berubah secara bertahap dari bangunan pengambil ke bilik pengendapan masing-masing diambil 7,5 m dan 29,5m.

$$\begin{aligned} L_{tu} &\geq 2 (B - B_p) \\ &\geq 2 \{(2 \times 8,3) - (2 \times 2)\} = 25,2 \text{ m, dalam desain diambil } 27 \text{ m} > L_{\min}. \end{aligned}$$

4) Saluran pengantar hilir

- a) Lebar bagian akhir saluran pengantar hilir diambil sama dengan lebar dasar saluran induk,

$$B = 5 \text{ m}$$

- b) Untuk memenuhi persyaratan pada butir 5) pada subbab 6.3, mengenai saluran pengantar hilir, diambil jari-jari lengkungan saluran pengantar hilir sebagai berikut.

$$r_1 = 14,0 \text{ m}$$

$$r_2 = 5,5 \text{ m}$$

$$r_3 = 6,0 \text{ m}$$

$$r_4 = 26,8 \text{ m}$$

5) Bangunan pelimpah ukur

Untuk mendapatkan kondisi aliran pelimpahan sempurna, elevasi mercu bangunan pelimpah ukur diletakkan pada El. +42,10 dan jari-jari mercu, diambil $r = 0,5 \text{ m}$.

Lengkung debit bangunan ukur dihitung dengan menggunakan Rumus 10, dengan nilai $k = 2$ dan lebar pelimpah = $2 \times 2,5 = 5 \text{ m}$.

Dengan menggunakan nilai :

$$B_p = 2 \times 2,5 \text{ m}$$

$$= 5 \text{ m}$$

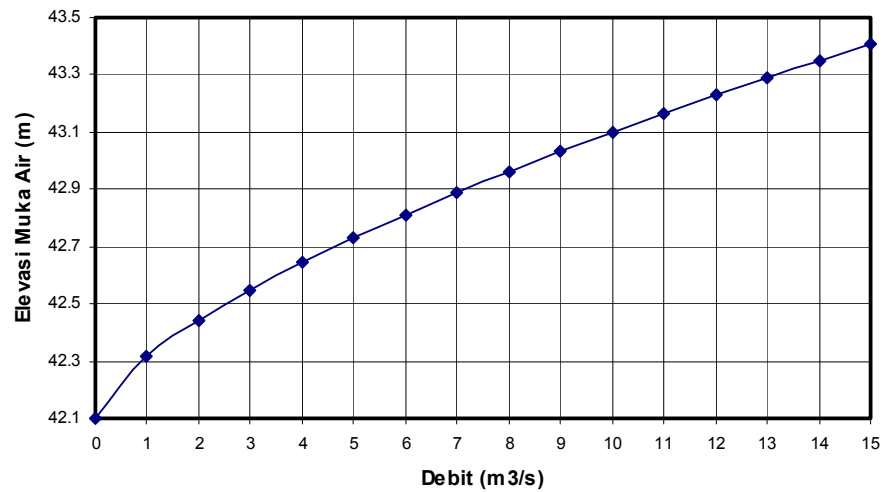
$$k = 2$$

diperoleh lengkung debit pelimpah ukur seperti dapat dilihat pada Gambar 10 :

6) Mercu dinding-dinding

Agar pasokan air ke saluran induk tidak terganggu saat operasi pembilasan, maka satu bilik penangkap pasir harus mampu melewati debit sebesar debit desain. Kondisi ini setara dengan jika penangkap pasir harus mengalirkan debit sebesar $2 \times Q_{\text{desain}}$.

Dengan mengacu pada lengkung debit pada Gambar 10 dapat diketahui bahwa tinggi muka air maksimum di penangkap pasir adalah, $M.A_{\text{maks}} = \text{El. } +43,35$. Dengan memperhatikan elevasi muka air maksimum dan kebutuhan tinggi jagaan, ditentukan elevasi mercu dinding-dinding penangkap pasir pada El. +44,00.



Gambar 10 Lengkung debit pelimpah ukur

7) Bangunan bilas

Agar diperoleh efektivitas pembilasan yang tinggi, poros memanjang bangunan bilas diletakkan satu garis lurus dengan poros memanjang bidang pengendapan. Dengan memperhatikan persyaratan yang diuraikan pada subbab 6.3 butir 7), diambil :

- jumlah dan lebar pintu-pintu : 4 x 2 m.
- jumlah dan lebar pilar : 3 x 1 m.

Untuk memudahkan operasi pemeliharaan, tinggi mulut lorong pembilas diambil, $h = 1,1$ m.

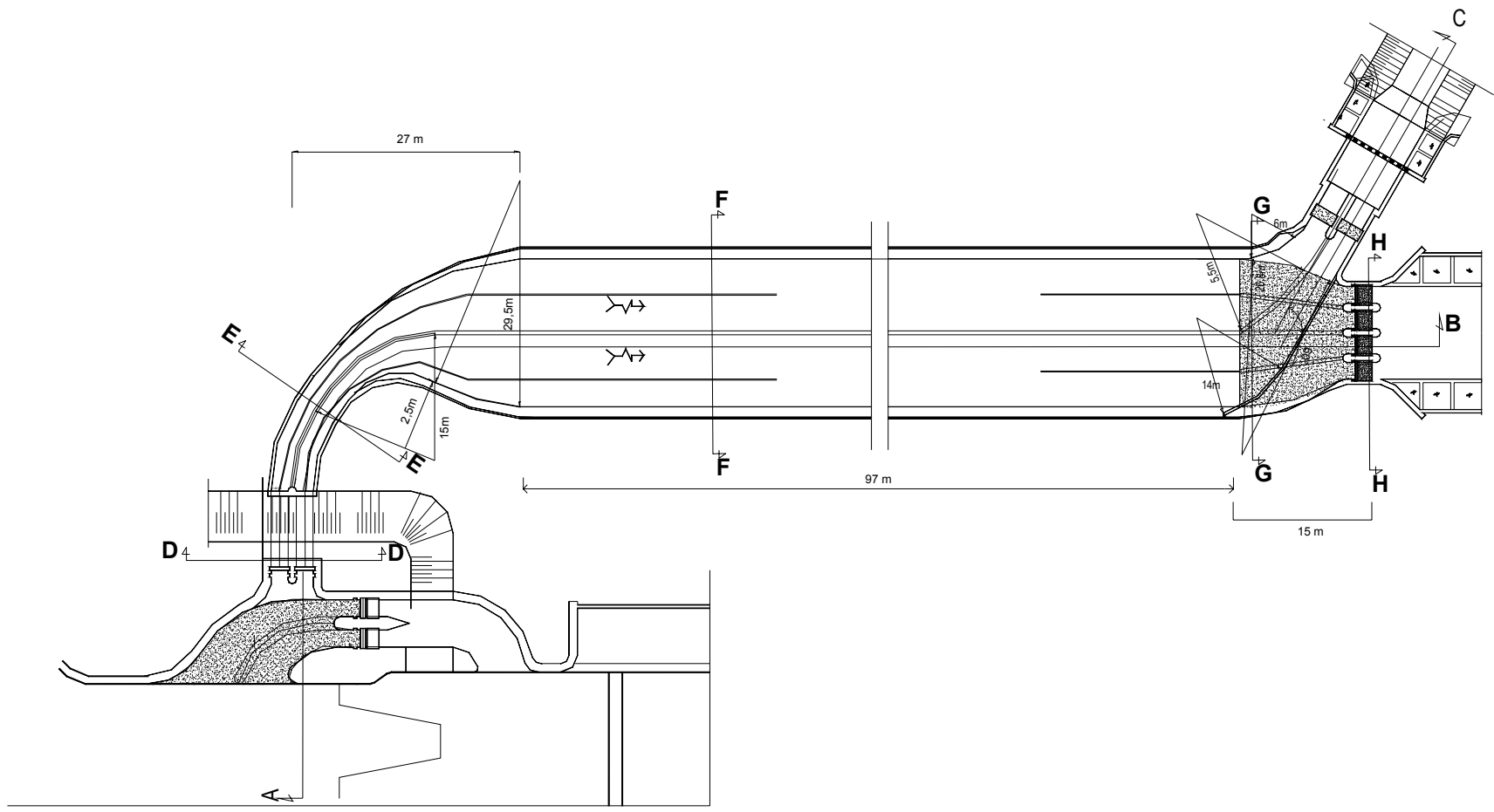
8) Kemiringan lantai dasar

Dengan mengacu pada persyaratan kemiringan lantai dasar kantong endapan sedimen, lorong pembilas dan saluran pembuang seperti diuraikan pada subbab 6.3 butir 7) dan 8), diambil kemiringan tiap-tiap bagian penangkap pasir tersebut sebagai berikut.

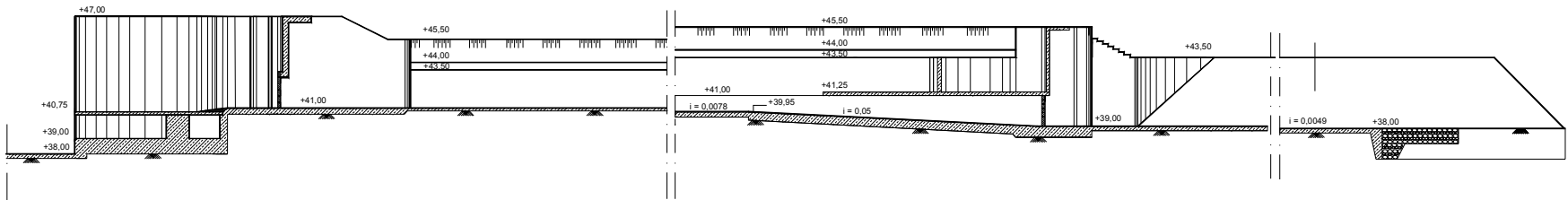
- Kemiringan lantai endapan sedimen, $i_{ks} = 0,008$.
- Kemiringan lantai lorong pembilas, $i_p = 0,05$.
- Kemiringan lantai saluran pembuang, $i_{sp} = 0,0046$.

Analisis besar gaya seret yang terjadi pada tiap-tiap bagian penangkap pasir saat operasi pembilasan endapan sedimen diuraikan pada butir B4.

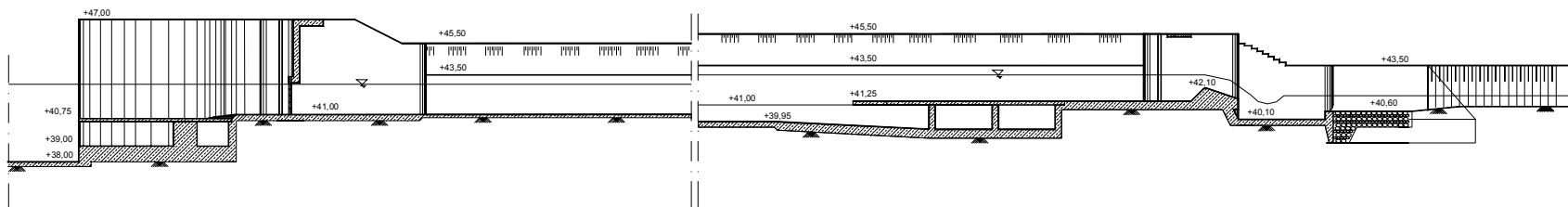
Berdasarkan data tersebut di atas dapat dibuat tata letak dan dimensi hidraulik penangkap pasir seperti dipresentasikan pada Gambar 11.



Gambar 11 Pra rencana hidraulik

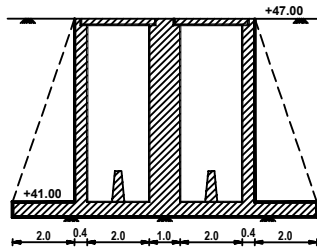


POTONGAN A - B

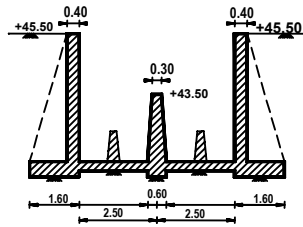


POTONGAN A - C

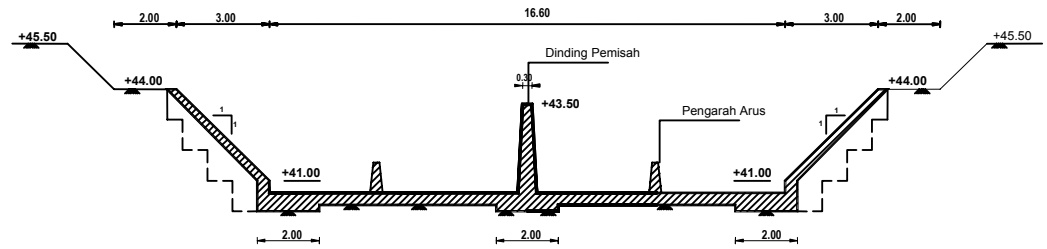
Gambar 12 Potongan memanjang pra rencana hidraulik



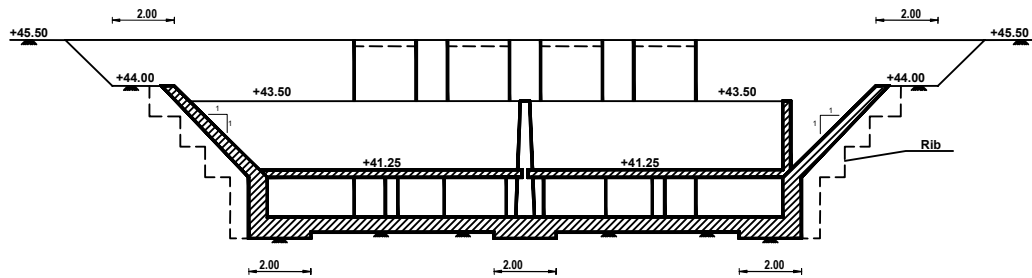
POTONGAN D - D



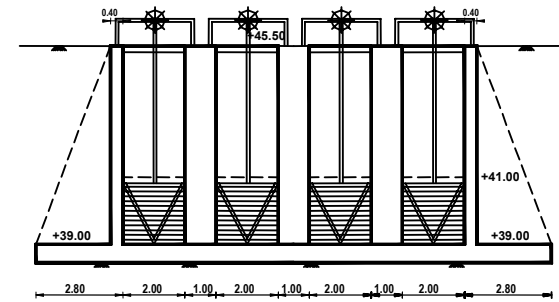
POTONGAN E - E



POTONGAN F - F



POTONGAN G - G



POTONGAN H - H

Gambar 13 Potongan Melintang Pra Rencana Hidraulik

B.3 Analisis efektivitas bangunan penangkap pasir

- 1) Untuk melakukan analisis efektivitas penangkap pasir perlu diketahui :
 - a) tinggi muka air dan kecepatan aliran di berbagai titik penampang memanjang penangkap pasir yang dapat dihitung dengan rumus (11);
 - b) efektivitas penangkapan fraksi pasir di berbagai titik pada penampang memanjang penangkap pasir yang dapat dievaluasi dengan menerapkan rumus (12).
- 2) Dengan menggunakan data yang telah dihitung pada langkah terdahulu, dapat diketahui dan dilakukan analisis sebagai berikut.
 - a) debit desain $q_{\text{desain}} = 7 \text{ m}^3/\text{s}$;
 - b) tinggi muka air di pelimpah ukur yang diperoleh berdasarkan lengkung debit pada gambar 10, adalah el. +42,89;
 - c) kecepatan endap, $w = 4,04 \times 10^{-3} \text{ m/s}$;
 - d) laju muatan sedimen yang masuk melalui bangunan pengambil pada kondisi debit sungai dominan, $q_s = 2,33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$;
 - e) koefisien pengaliran chezy untuk aliran air di atas endapan pasir datar, $c = 50 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$;
 - f) jarak antar penampang melintang diambil, $\Delta x = 25 \text{ m}$;

Secara tabelaris dapat dihitung profil muka air dan efektivitas penangkap pasir untuk $t = 1, 3, 7, 14$ dan 21 hari setelah dioperasikan adalah seperti dipresentasikan pada Tabel B1- B11 dan Gambar 12.
- 3) Dari Gambar 12 dapat dilihat bahwa jika secara teratur setiap dua minggu penangkap pasir dibilas, efektivitas penangkap pasir dapat dipertahankan tetap tinggi.

Tabel B.1 Efektivitas bangunan penangkap pasir

Jarak dari Bang. Pengambil (m)	Efektivitas Bangunan Penangkap Pasir (%)				
	Hari				
	1	3	7	14	21
0	11,28	11,19	10,99	10,61	10,22
10	30,37	30,15	29,67	28,77	27,84
20	45,56	45,27	44,64	43,45	42,21
30	57,60	57,28	56,60	55,28	53,89
40	67,10	66,78	66,10	64,76	63,34
50	74,58	74,27	73,62	72,34	70,97
60	80,43	80,15	79,55	78,37	77,09
70	84,99	84,75	84,21	83,15	82,00
80	88,54	88,33	87,86	86,93	85,90
90	91,28	91,10	90,70	89,90	89,00
100	93,40	93,24	92,90	92,22	91,46

Tabel B.2 Perhitungan profil muka air penangkap pasir hari ke – 1

Jarak dari pengambil (m)	h (m)	Q (m ³ /s)	A (m ²)	R (m)	$\left[\frac{Q^2}{C^2 A^3 R} - l_0 \right]_j \Delta x$	h' _{j+1} (m)	h _{j+0.5} (m)	A (m ²)	R (m)	$\left[\frac{Q^2}{C^2 A^3 R} - l_0 \right]_j$	h _{j+1} (m)	Elev. Dasar (m)	Elev M.a (m)
100	2.9800	7.00	49.468	2.193	-0.040	2.940	2.960	49.136	2.182	-0.020	2.9400	39.95	42.890
95	2.9400	7.00	48.804	2.171	-0.040	2.900	2.920	48.472	2.160	-0.020	2.9000	39.99	42.890
90	2.9000	7.00	48.141	2.149	-0.040	2.860	2.880	47.809	2.138	-0.020	2.8601	40.03	42.890
85	2.8601	7.00	47.477	2.127	-0.040	2.820	2.840	47.145	2.116	-0.020	2.8201	40.07	42.890
80	2.8201	7.00	46.813	2.105	-0.040	2.780	2.800	46.481	2.094	-0.020	2.7801	40.11	42.890
75	2.7801	7.00	46.150	2.083	-0.040	2.740	2.760	45.818	2.071	-0.020	2.7401	40.15	42.890
70	2.7401	7.00	45.486	2.060	-0.040	2.700	2.720	45.154	2.049	-0.020	2.7001	40.19	42.890
65	2.7001	7.00	44.822	2.037	-0.040	2.660	2.680	44.491	2.026	-0.020	2.6602	40.23	42.890
60	2.6602	7.00	44.159	2.015	-0.040	2.620	2.640	43.827	2.003	-0.020	2.6202	40.27	42.890
55	2.6202	7.00	43.495	1.992	-0.040	2.580	2.600	43.163	1.980	-0.020	2.5802	40.31	42.890
50	2.5802	7.00	42.832	1.968	-0.040	2.540	2.560	42.500	1.957	-0.020	2.5402	40.35	42.890
45	2.5402	7.00	42.168	1.945	-0.040	2.500	2.520	41.836	1.933	-0.020	2.5003	40.39	42.890
40	2.5003	7.00	41.505	1.921	-0.040	2.460	2.480	41.173	1.910	-0.020	2.4603	40.43	42.890
35	2.4603	7.00	40.841	1.898	-0.040	2.420	2.440	40.509	1.886	-0.020	2.4203	40.47	42.890
30	2.4203	7.00	40.178	1.874	-0.040	2.380	2.400	39.846	1.862	-0.020	2.3804	40.51	42.890
25	2.3804	7.00	39.514	1.850	-0.040	2.340	2.360	39.182	1.838	-0.020	2.3404	40.55	42.890
20	2.3404	7.00	38.851	1.826	-0.040	2.300	2.320	38.519	1.813	-0.020	2.3004	40.59	42.890
15	2.3004	7.00	38.187	1.801	-0.040	2.260	2.280	37.856	1.789	-0.020	2.2605	40.63	42.890
10	2.2605	7.00	37.524	1.777	-0.040	2.221	2.240	37.192	1.764	-0.020	2.2205	40.67	42.891
5	2.2205	7.00	36.861	1.752	-0.040	2.181	2.201	36.529	1.739	-0.020	2.1806	40.71	42.891
0	2.1806	7.00	36.197	1.727	-0.040	2.141	2.161	35.866	1.714	-0.020	2.1406	40.75	42.891

Tabel B.3 Perhitungan efektivitas penangkap pasir hari ke - 1

x (m)	h (m)	B0 (m)	B1 (m)	u (m/s)	ψ	ϕ	α	S0 (m ³ /s)	S1 (m ³ /s)	Sx (m ³ /s)	A (m ²)	z (m)	Efisiensi (%)
0	2.1406	16.600	16.600	0.197	0.127	0.074	0.051	0.00233	9.50325E-07	0.002067	83	0.2736	11.2813
5	2.1806	16.600	16.600	0.193	0.123	0.067	0.053	0.002067	8.6639E-07	0.001832	83	0.2446	21.3649
10	2.2205	16.600	16.600	0.190	0.118	0.061	0.054	0.001832	7.91192E-07	0.001622	83	0.2184	30.3689
15	2.2605	16.600	16.600	0.187	0.114	0.056	0.055	0.001622	7.23689E-07	0.001435	83	0.1948	38.4010
20	2.3004	16.600	16.600	0.183	0.110	0.051	0.057	0.001435	6.62977E-07	0.001268	83	0.1736	45.5590
25	2.3404	16.600	16.600	0.180	0.106	0.047	0.058	0.001268	6.08273E-07	0.00112	83	0.1546	51.9315
30	2.3804	16.600	16.600	0.177	0.103	0.043	0.060	0.00112	5.58896E-07	0.000988	83	0.1375	57.5991
35	2.4203	16.600	16.600	0.174	0.099	0.040	0.061	0.000988	5.1425E-07	0.000871	83	0.1221	62.6347
40	2.4603	16.600	16.600	0.171	0.096	0.037	0.063	0.000871	4.73814E-07	0.000766	83	0.1084	67.1043
45	2.5003	16.600	16.600	0.169	0.093	0.034	0.064	0.000766	4.37133E-07	0.000674	83	0.0961	71.0674
50	2.5402	16.600	16.600	0.166	0.090	0.031	0.066	0.000674	4.03807E-07	0.000592	83	0.0851	74.5779
55	2.5802	16.600	16.600	0.163	0.088	0.029	0.067	0.000592	3.73482E-07	0.00052	83	0.0753	77.6844
60	2.6202	16.600	16.600	0.161	0.085	0.027	0.069	0.00052	3.45849E-07	0.000456	83	0.0666	80.4304
65	2.6602	16.600	16.600	0.159	0.082	0.025	0.070	0.000456	3.20633E-07	0.000399	83	0.0588	82.8555
70	2.7001	16.600	16.600	0.156	0.080	0.023	0.072	0.000399	2.9759E-07	0.00035	83	0.0519	84.9948
75	2.7401	16.600	16.600	0.154	0.078	0.021	0.074	0.00035	2.76506E-07	0.000306	83	0.0457	86.8802
80	2.7801	16.600	16.600	0.152	0.075	0.020	0.075	0.000306	2.57189E-07	0.000267	83	0.0403	88.5400
85	2.8201	16.600	16.600	0.150	0.073	0.019	0.077	0.000267	2.39469E-07	0.000233	83	0.0354	89.9997
90	2.8601	16.600	16.600	0.147	0.071	0.017	0.079	0.000233	2.23193E-07	0.000203	83	0.0311	91.2822
95	2.9000	16.600	16.600	0.145	0.069	0.016	0.080	0.000203	2.08226E-07	0.000177	83	0.0273	92.4078
100	2.9400	16.600	16.600	0.143	0.067	0.015	0.082	0.000177	1.16669E-07	0.000154	83	0.0239	93.3950

Tabel B.4 Perhitungan profil muka air penangkap pasir hari ke - 3

Jarak dari pengambil (m)	h (m)	Q (m ³ /s)	A (m ²)	R (m)	$\left[\frac{Q^2}{C^2 A^3 R} - I_0 \right]_j \Delta x$	h'_{j+1} (m)	h_{j+0.5} (m)	A (m ²)	R (m)	$\left[\frac{Q^2}{C^2 A^3 R} - I_0 \right]_j$	h_{j+1} (m)	Elev. Dasar (m)	Elev M.a (m)
100	2.9356	7.00	48.731	2.169	-0.040	2.896	2.916	48.399	2.158	-0.020	2.8956	39.95	42.846
95	2.8956	7.00	48.068	2.147	-0.040	2.856	2.876	47.736	2.136	-0.020	2.8557	39.99	42.846
90	2.8557	7.00	47.404	2.125	-0.040	2.816	2.836	47.072	2.114	-0.020	2.8157	40.03	42.846
85	2.8157	7.00	46.740	2.102	-0.040	2.776	2.796	46.408	2.091	-0.020	2.7757	40.07	42.846
80	2.7757	7.00	46.077	2.080	-0.040	2.736	2.756	45.745	2.069	-0.020	2.7357	40.11	42.846
75	2.7357	7.00	45.413	2.058	-0.040	2.696	2.716	45.081	2.046	-0.020	2.6957	40.15	42.846
70	2.6957	7.00	44.749	2.035	-0.040	2.656	2.676	44.418	2.023	-0.020	2.6558	40.19	42.846
65	2.6558	7.00	44.086	2.012	-0.040	2.616	2.636	43.754	2.000	-0.020	2.6158	40.23	42.846
60	2.6158	7.00	43.422	1.989	-0.040	2.576	2.596	43.090	1.977	-0.020	2.5758	40.27	42.846
55	2.5758	7.00	42.759	1.966	-0.040	2.536	2.556	42.427	1.954	-0.020	2.5358	40.31	42.846
50	2.5358	7.00	42.095	1.942	-0.040	2.496	2.516	41.763	1.931	-0.020	2.4959	40.35	42.846
45	2.4959	7.00	41.432	1.919	-0.040	2.456	2.476	41.100	1.907	-0.020	2.4559	40.39	42.846
40	2.4559	7.00	40.768	1.895	-0.040	2.416	2.436	40.436	1.883	-0.020	2.4159	40.43	42.846
35	2.4159	7.00	40.105	1.871	-0.040	2.376	2.396	39.773	1.859	-0.020	2.3760	40.47	42.846
30	2.3760	7.00	39.441	1.847	-0.040	2.336	2.356	39.109	1.835	-0.020	2.3360	40.51	42.846
25	2.3360	7.00	38.778	1.823	-0.040	2.296	2.316	38.446	1.811	-0.020	2.2960	40.55	42.846
20	2.2960	7.00	38.114	1.799	-0.040	2.256	2.276	37.783	1.786	-0.020	2.2561	40.59	42.846
15	2.2561	7.00	37.451	1.774	-0.040	2.216	2.236	37.119	1.762	-0.020	2.2161	40.63	42.846
10	2.2161	7.00	36.788	1.749	-0.040	2.176	2.196	36.456	1.737	-0.020	2.1762	40.67	42.846
5	2.1762	7.00	36.124	1.724	-0.040	2.136	2.156	35.793	1.712	-0.020	2.1362	40.71	42.846
0	2.1362	7.00	35.461	1.699	-0.040	2.096	2.116	35.129	1.686	-0.020	2.0963	40.75	42.846

Tabel B.5 Perhitungan efektivitas penangkap pasir hari ke - 3

x (m)	h (m)	B0 (m)	B1 (m)	u (m/s)	ψ	ϕ	α	S0 (m ³ /s)	S1 (m ³ /s)	Sx (m ³ /s)	A (m ²)	z (m)	Efisiensi (%)
0	2.0963	16.600	16.600	0.201	0.133	0.082	0.050	0.00233	1.05521E-06	0.002069	83	0.2713	11.1871
5	2.1362	16.600	16.600	0.197	0.128	0.074	0.051	0.002069	9.60151E-07	0.001836	83	0.2428	21.1976
10	2.1762	16.600	16.600	0.194	0.123	0.068	0.052	0.001836	8.75184E-07	0.001628	83	0.2170	30.1462
15	2.2161	16.600	16.600	0.190	0.119	0.062	0.054	0.001628	7.99078E-07	0.001441	83	0.1938	38.1377
20	2.2561	16.600	16.600	0.187	0.114	0.057	0.055	0.001441	7.30773E-07	0.001275	83	0.1729	45.2675
25	2.2960	16.600	16.600	0.184	0.111	0.052	0.057	0.001275	6.69354E-07	0.001127	83	0.1541	51.6220
30	2.3360	16.600	16.600	0.181	0.107	0.047	0.058	0.001127	6.14024E-07	0.000995	83	0.1372	57.2799
35	2.3760	16.600	16.600	0.177	0.103	0.044	0.060	0.000995	5.64091E-07	0.000878	83	0.1221	62.3125
40	2.4159	16.600	16.600	0.175	0.100	0.040	0.061	0.000878	5.1895E-07	0.000774	83	0.1085	66.7845
45	2.4559	16.600	16.600	0.172	0.097	0.037	0.063	0.000774	4.78074E-07	0.000681	83	0.0963	70.7542
50	2.4959	16.600	16.600	0.169	0.094	0.034	0.064	0.000681	4.41001E-07	0.000599	83	0.0854	74.2746
55	2.5358	16.600	16.600	0.166	0.091	0.032	0.066	0.000599	4.07323E-07	0.000527	83	0.0756	77.3933
60	2.5758	16.600	16.600	0.164	0.088	0.029	0.067	0.000527	3.76684E-07	0.000462	83	0.0669	80.1533
65	2.6158	16.600	16.600	0.161	0.085	0.027	0.069	0.000462	3.48768E-07	0.000406	83	0.0592	82.5934
70	2.6558	16.600	16.600	0.159	0.083	0.025	0.070	0.000406	3.23299E-07	0.000355	83	0.0523	84.7486
75	2.6957	16.600	16.600	0.156	0.080	0.023	0.072	0.000355	3.00028E-07	0.000311	83	0.0461	86.6500
80	2.7357	16.600	16.600	0.154	0.078	0.022	0.073	0.000311	2.78738E-07	0.000272	83	0.0406	88.3259
85	2.7757	16.600	16.600	0.152	0.076	0.020	0.075	0.000272	2.59235E-07	0.000238	83	0.0358	89.8016
90	2.8157	16.600	16.600	0.150	0.073	0.019	0.077	0.000238	2.41346E-07	0.000207	83	0.0315	91.0995
95	2.8557	16.600	16.600	0.148	0.071	0.017	0.078	0.000207	2.24918E-07	0.000181	83	0.0277	92.2399
100	2.8956	16.600	16.600	0.146	0.069	0.016	0.080	0.000181	1.25888E-07	0.000157	83	0.0243	93.2414

Tabel B.6 Perhitungan profil muka air penangkap pasir hari ke-7

Jarak dari pengambil (m)	h (m)	Q (m ³ /s)	A (m ²)	R (m)	$\left[\frac{Q^2}{C^2 A^3 R} - I_0 \right]_j \Delta x$	h'_{j+1} (m)	$h_{j+0.5}$ (m)	A (m ²)	R (m)	$\left[\frac{Q^2}{C^2 A^3 R} - I_0 \right]_j$	h_{j+1} (m)	Elev. Dasar (m)	Elev M.a (m)
100	2.8411	7.00	47.162	2.117	-0.040	2.801	2.821	46.830	2.105	-0.020	2.8011	39.95	42.751
95	2.8011	7.00	46.499	2.094	-0.040	2.761	2.781	46.167	2.083	-0.020	2.7611	39.99	42.751
90	2.7611	7.00	45.835	2.072	-0.040	2.721	2.741	45.503	2.061	-0.020	2.7212	40.03	42.751
85	2.7212	7.00	45.171	2.049	-0.040	2.681	2.701	44.840	2.038	-0.020	2.6812	40.07	42.751
80	2.6812	7.00	44.508	2.027	-0.040	2.641	2.661	44.176	2.015	-0.020	2.6412	40.11	42.751
75	2.6412	7.00	43.844	2.004	-0.040	2.601	2.621	43.512	1.992	-0.020	2.6012	40.15	42.751
70	2.6012	7.00	43.181	1.981	-0.040	2.561	2.581	42.849	1.969	-0.020	2.5613	40.19	42.751
65	2.5613	7.00	42.517	1.957	-0.040	2.521	2.541	42.185	1.946	-0.020	2.5213	40.23	42.751
60	2.5213	7.00	41.854	1.934	-0.040	2.481	2.501	41.522	1.922	-0.020	2.4813	40.27	42.751
55	2.4813	7.00	41.190	1.910	-0.040	2.441	2.461	40.858	1.898	-0.020	2.4414	40.31	42.751
50	2.4414	7.00	40.527	1.886	-0.040	2.401	2.421	40.195	1.875	-0.020	2.4014	40.35	42.751
45	2.4014	7.00	39.863	1.863	-0.040	2.361	2.381	39.531	1.850	-0.020	2.3614	40.39	42.751
40	2.3614	7.00	39.200	1.838	-0.040	2.321	2.341	38.868	1.826	-0.020	2.3215	40.43	42.751
35	2.3215	7.00	38.536	1.814	-0.040	2.281	2.301	38.205	1.802	-0.020	2.2815	40.47	42.751
30	2.2815	7.00	37.873	1.790	-0.040	2.242	2.262	37.541	1.777	-0.020	2.2415	40.51	42.752
25	2.2415	7.00	37.209	1.765	-0.040	2.202	2.222	36.878	1.752	-0.020	2.2016	40.55	42.752
20	2.2016	7.00	36.546	1.740	-0.040	2.162	2.182	36.214	1.728	-0.020	2.1616	40.59	42.752
15	2.1616	7.00	35.883	1.715	-0.040	2.122	2.142	35.551	1.702	-0.020	2.1217	40.63	42.752
10	2.1217	7.00	35.220	1.690	-0.040	2.082	2.102	34.888	1.677	-0.020	2.0817	40.67	42.752
5	2.0817	7.00	34.556	1.664	-0.040	2.042	2.062	34.225	1.651	-0.020	2.0418	40.71	42.752
0	2.0418	7.00	33.893	1.639	-0.040	2.002	2.022	33.562	1.626	-0.020	2.0018	40.75	42.752

Tabel B.7 Perhitungan efektivitas penangkap pasir hari ke – 7

x (m)	h (m)	B0 (m)	B1 (m)	u (m/s)	ψ	ϕ	α	S0 (m ³ /s)	S1 (m ³ /s)	Sx (m ³ /s)	A (m ²)	z (m)	Efisiensi (%)
0	2.0018	16.600	16.600	0.211	0.145	0.103	0.047	0.00233	1.32873E-06	0.002074	83	0.2665	10.9873
5	2.0418	16.600	16.600	0.207	0.140	0.093	0.048	0.002074	1.20374E-06	0.001844	83	0.2390	20.8419
10	2.0817	16.600	16.600	0.203	0.134	0.085	0.049	0.001844	1.09258E-06	0.001639	83	0.2142	29.6719
15	2.1217	16.600	16.600	0.199	0.129	0.077	0.051	0.001639	9.93511E-07	0.001454	83	0.1917	37.5761
20	2.1616	16.600	16.600	0.195	0.125	0.070	0.052	0.001454	9.05024E-07	0.00129	83	0.1714	44.6446
25	2.2016	16.600	16.600	0.192	0.120	0.064	0.053	0.00129	8.25823E-07	0.001143	83	0.1532	50.9594
30	2.2415	16.600	16.600	0.188	0.116	0.058	0.055	0.001143	7.54792E-07	0.001011	83	0.1367	56.5954
35	2.2815	16.600	16.600	0.185	0.112	0.053	0.056	0.001011	6.90965E-07	0.000894	83	0.1219	61.6204
40	2.3215	16.600	16.600	0.182	0.108	0.049	0.058	0.000894	6.33504E-07	0.00079	83	0.1086	66.0963
45	2.3614	16.600	16.600	0.179	0.104	0.045	0.059	0.00079	5.81681E-07	0.000697	83	0.0966	70.0791
50	2.4014	16.600	16.600	0.176	0.101	0.041	0.061	0.000697	5.34861E-07	0.000615	83	0.0859	73.6195
55	2.4414	16.600	16.600	0.173	0.098	0.038	0.062	0.000615	4.92489E-07	0.000541	83	0.0763	76.7636
60	2.4813	16.600	16.600	0.170	0.095	0.035	0.064	0.000541	4.54082E-07	0.000476	83	0.0677	79.5527
65	2.5213	16.600	16.600	0.167	0.092	0.032	0.065	0.000476	4.19211E-07	0.000419	83	0.0600	82.0246
70	2.5613	16.600	16.600	0.165	0.089	0.030	0.067	0.000419	3.87505E-07	0.000368	83	0.0531	84.2131
75	2.6012	16.600	16.600	0.162	0.086	0.028	0.068	0.000368	3.58632E-07	0.000323	83	0.0469	86.1487
80	2.6412	16.600	16.600	0.160	0.084	0.026	0.070	0.000323	3.32302E-07	0.000283	83	0.0415	87.8589
85	2.6812	16.600	16.600	0.157	0.081	0.024	0.071	0.000283	3.08258E-07	0.000248	83	0.0366	89.3684
90	2.7212	16.600	16.600	0.155	0.079	0.022	0.073	0.000248	2.8627E-07	0.000217	83	0.0323	90.6993
95	2.7611	16.600	16.600	0.153	0.076	0.021	0.075	0.000217	2.66138E-07	0.000189	83	0.0284	91.8717
100	2.8011	16.600	16.600	0.151	0.074	0.019	0.076	0.000189	1.48608E-07	0.000165	83	0.0250	92.9038

Tabel B.8 Perhitungan profil muka air penangkap pasir hari ke -14

Jarak dari pengambil (m)	h (m)	Q (m ³ /s)	A (m ²)	R (m)	$\left[\frac{Q^2}{C^2 A^3 R} - I_0 \right]_j \Delta x$	h'_{j+1} (m)	$h_{j+0.5}$ (m)	A (m ²)	R (m)	$\left[\frac{Q^2}{C^2 A^3 R} - I_0 \right]_j$	h_{j+1} (m)	Elev. Dasar (m)	Elev M.a (m)
100	2.6616	7.00	44.183	2.015	-0.040	2.622	2.642	43.851	2.004	-0.020	2.6216	39.95	42.572
95	2.6216	7.00	43.519	1.992	-0.040	2.582	2.602	43.188	1.981	-0.020	2.5817	39.99	42.572
90	2.5817	7.00	42.856	1.969	-0.040	2.542	2.562	42.524	1.958	-0.020	2.5417	40.03	42.572
85	2.5417	7.00	42.192	1.946	-0.040	2.502	2.522	41.860	1.934	-0.020	2.5017	40.07	42.572
80	2.5017	7.00	41.529	1.922	-0.040	2.462	2.482	41.197	1.910	-0.020	2.4618	40.11	42.572
75	2.4618	7.00	40.865	1.899	-0.040	2.422	2.442	40.533	1.887	-0.020	2.4218	40.15	42.572
70	2.4218	7.00	40.202	1.875	-0.040	2.382	2.402	39.870	1.863	-0.020	2.3818	40.19	42.572
65	2.3818	7.00	39.538	1.851	-0.040	2.342	2.362	39.207	1.839	-0.020	2.3419	40.23	42.572
60	2.3419	7.00	38.875	1.827	-0.040	2.302	2.322	38.543	1.814	-0.020	2.3019	40.27	42.572
55	2.3019	7.00	38.211	1.802	-0.040	2.262	2.282	37.880	1.790	-0.020	2.2619	40.31	42.572
50	2.2619	7.00	37.548	1.778	-0.040	2.222	2.242	37.216	1.765	-0.020	2.2220	40.35	42.572
45	2.2220	7.00	36.885	1.753	-0.040	2.182	2.202	36.553	1.740	-0.020	2.1820	40.39	42.572
40	2.1820	7.00	36.221	1.728	-0.040	2.142	2.162	35.890	1.715	-0.020	2.1421	40.43	42.572
35	2.1421	7.00	35.558	1.703	-0.040	2.102	2.122	35.226	1.690	-0.020	2.1021	40.47	42.572
30	2.1021	7.00	34.895	1.677	-0.040	2.062	2.082	34.563	1.665	-0.020	2.0621	40.51	42.572
25	2.0621	7.00	34.232	1.652	-0.040	2.022	2.042	33.900	1.639	-0.020	2.0222	40.55	42.572
20	2.0222	7.00	33.569	1.626	-0.040	1.982	2.002	33.237	1.613	-0.020	1.9823	40.59	42.572
15	1.9823	7.00	32.905	1.600	-0.040	1.942	1.962	32.574	1.587	-0.020	1.9423	40.63	42.572
10	1.9423	7.00	32.242	1.574	-0.040	1.902	1.922	31.911	1.561	-0.020	1.9024	40.67	42.572
5	1.9024	7.00	31.579	1.548	-0.040	1.862	1.882	31.248	1.534	-0.020	1.8624	40.71	42.572
0	1.8624	7.00	30.916	1.521	-0.040	1.823	1.842	30.585	1.508	-0.020	1.8225	40.75	42.573

Tabel B.9 Perhitungan efektivitas penangkap pasir hari ke - 14

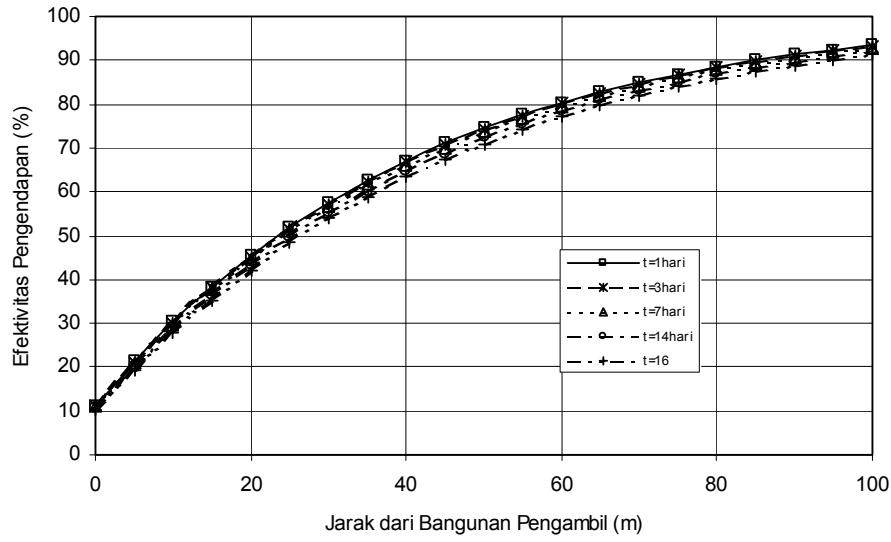
x (m)	h (m)	B0 (m)	B1 (m)	u (m/s)	ψ	ϕ	α	S0 (m ³ /s)	S1 (m ³ /s)	Sx (m ³ /s)	A (m ²)	z (m)	Efisiensi (%)
0	1.8225	16.600	16.600	0.231	0.175	0.164	0.041	0.00233	2.12427E-06	0.002083	83	0.2573	10.6101
5	1.8624	16.600	16.600	0.226	0.168	0.147	0.042	0.002083	1.9061E-06	0.00186	83	0.2318	20.1683
10	1.9024	16.600	16.600	0.222	0.161	0.133	0.043	0.00186	1.71426E-06	0.00166	83	0.2086	28.7708
15	1.9423	16.600	16.600	0.217	0.154	0.120	0.045	0.00166	1.54511E-06	0.001479	83	0.1876	36.5055
20	1.9823	16.600	16.600	0.213	0.148	0.108	0.046	0.001479	1.39559E-06	0.001318	83	0.1685	43.4532
25	2.0222	16.600	16.600	0.209	0.142	0.098	0.047	0.001318	1.26309E-06	0.001172	83	0.1512	49.6879
30	2.0621	16.600	16.600	0.204	0.137	0.089	0.049	0.001172	1.14539E-06	0.001042	83	0.1356	55.2773
35	2.1021	16.600	16.600	0.201	0.132	0.080	0.050	0.001042	1.04061E-06	0.000925	83	0.1214	60.2833
40	2.1421	16.600	16.600	0.197	0.127	0.073	0.051	0.000925	9.47113E-07	0.000821	83	0.1086	64.7623
45	2.1820	16.600	16.600	0.193	0.122	0.067	0.053	0.000821	8.63515E-07	0.000728	83	0.0971	68.7659
50	2.2220	16.600	16.600	0.190	0.118	0.061	0.054	0.000728	7.88614E-07	0.000644	83	0.0867	72.3409
55	2.2619	16.600	16.600	0.186	0.114	0.056	0.055	0.000644	7.21372E-07	0.00057	83	0.0774	75.5302
60	2.3019	16.600	16.600	0.183	0.110	0.051	0.057	0.00057	6.60891E-07	0.000504	83	0.0689	78.3724
65	2.3419	16.600	16.600	0.180	0.106	0.047	0.058	0.000504	6.06392E-07	0.000445	83	0.0614	80.9028
70	2.3818	16.600	16.600	0.177	0.103	0.043	0.060	0.000445	5.57196E-07	0.000393	83	0.0546	83.1534
75	2.4218	16.600	16.600	0.174	0.099	0.040	0.061	0.000393	5.12712E-07	0.000346	83	0.0485	85.1531
80	2.4618	16.600	16.600	0.171	0.096	0.037	0.063	0.000346	4.7242E-07	0.000305	83	0.0431	86.9281
85	2.5017	16.600	16.600	0.169	0.093	0.034	0.064	0.000305	4.35867E-07	0.000268	83	0.0382	88.5020
90	2.5417	16.600	16.600	0.166	0.090	0.031	0.066	0.000268	4.02656E-07	0.000235	83	0.0338	89.8962
95	2.5817	16.600	16.600	0.163	0.087	0.029	0.067	0.000235	3.72434E-07	0.000207	83	0.0299	91.1299
100	2.6216	16.600	16.600	0.161	0.085	0.027	0.069	0.000207	2.06936E-07	0.000181	83	0.0265	92.2214

Tabel B.10 Perhitungan profil muka air penangkap pasir hari ke - 21

h (m)	Q (m ³ /s)	A (m ²)	R (m)	$\left[\frac{Q^2}{C^2 A^3 R} - I_0 \right]_j \Delta x$	h' _{j+1} (m)	h _{j+0.5} (m)	A (m ²)	R (m)	$\left[\frac{Q^2}{C^2 A^3 R} - I_0 \right]_j$	h _{j+1} (m)	Elev. Dasar (m)	Elev M.a (m)
2.4761	7.00	41.103	1.907	-0.040	2.436	2.456	40.772	1.895	-0.020	2.4361	39.95	42.386
2.4361	7.00	40.440	1.883	-0.040	2.396	2.416	40.108	1.871	-0.020	2.3962	39.99	42.386
2.3962	7.00	39.777	1.859	-0.040	2.356	2.376	39.445	1.847	-0.020	2.3562	40.03	42.386
2.3562	7.00	39.113	1.835	-0.040	2.316	2.336	38.781	1.823	-0.020	2.3162	40.07	42.386
2.3162	7.00	38.450	1.811	-0.040	2.276	2.296	38.118	1.799	-0.020	2.2763	40.11	42.386
2.2763	7.00	37.786	1.786	-0.040	2.236	2.256	37.455	1.774	-0.020	2.2363	40.15	42.386
2.2363	7.00	37.123	1.762	-0.040	2.196	2.216	36.791	1.749	-0.020	2.1964	40.19	42.386
2.1964	7.00	36.460	1.737	-0.040	2.156	2.176	36.128	1.724	-0.020	2.1564	40.23	42.386
2.1564	7.00	35.796	1.712	-0.040	2.116	2.136	35.465	1.699	-0.020	2.1165	40.27	42.386
2.1165	7.00	35.133	1.686	-0.040	2.076	2.096	34.801	1.674	-0.020	2.0765	40.31	42.386
2.0765	7.00	34.470	1.661	-0.040	2.037	2.057	34.138	1.648	-0.020	2.0365	40.35	42.387
2.0365	7.00	33.807	1.635	-0.040	1.997	2.017	33.475	1.622	-0.020	1.9966	40.39	42.387
1.9966	7.00	33.144	1.609	-0.040	1.957	1.977	32.812	1.596	-0.020	1.9567	40.43	42.387
1.9567	7.00	32.481	1.583	-0.040	1.917	1.937	32.149	1.570	-0.020	1.9167	40.47	42.387
1.9167	7.00	31.818	1.557	-0.040	1.877	1.897	31.486	1.544	-0.020	1.8768	40.51	42.387
1.8768	7.00	31.155	1.531	-0.040	1.837	1.857	30.823	1.517	-0.020	1.8368	40.55	42.387
1.8368	7.00	30.492	1.504	-0.040	1.797	1.817	30.160	1.491	-0.020	1.7969	40.59	42.387
1.7969	7.00	29.829	1.477	-0.040	1.757	1.777	29.497	1.464	-0.020	1.7570	40.63	42.387
1.7570	7.00	29.166	1.450	-0.040	1.717	1.737	28.835	1.436	-0.020	1.7171	40.67	42.387
1.7171	7.00	28.503	1.423	-0.040	1.677	1.697	28.172	1.409	-0.020	1.6772	40.71	42.387
1.6772	7.00	27.841	1.395	-0.040	1.637	1.657	27.510	1.381	-0.020	1.6373	40.75	42.387

Tabel B.11 Perhitungan efektivitas penangkap pasir hari ke-21

x (m)	h (m)	B0 (m)	B1 (m)	u (m/s)	ψ	ϕ	α	S0 (m ³ /s)	S1 (m ³ /s)	Sx (m ³ /s)	A (m ²)	z (m)	Efisiensi (%)
0	1.6373	16.600	16.600	0.258	0.217	0.281	0.035	0.00233	3.63057E-06	0.002092	83	0.2479	10.2227
5	1.6772	16.600	16.600	0.251	0.207	0.249	0.037	0.002092	3.2187E-06	0.001876	83	0.2244	19.4737
10	1.7171	16.600	16.600	0.246	0.198	0.221	0.038	0.001876	2.86159E-06	0.001681	83	0.2029	27.8374
15	1.7570	16.600	16.600	0.240	0.189	0.197	0.039	0.001681	2.55095E-06	0.001505	83	0.1832	35.3917
20	1.7969	16.600	16.600	0.235	0.180	0.176	0.040	0.001505	2.27988E-06	0.001347	83	0.1653	42.2084
25	1.8368	16.600	16.600	0.230	0.173	0.158	0.041	0.001347	2.04263E-06	0.001203	83	0.1490	48.3536
30	1.8768	16.600	16.600	0.225	0.165	0.142	0.043	0.001203	1.83437E-06	0.001074	83	0.1342	53.8880
35	1.9167	16.600	16.600	0.220	0.159	0.128	0.044	0.001074	1.65106E-06	0.000958	83	0.1208	58.8676
40	1.9567	16.600	16.600	0.216	0.152	0.115	0.045	0.000958	1.48929E-06	0.000854	83	0.1086	63.3437
45	1.9966	16.600	16.600	0.211	0.146	0.104	0.046	0.000854	1.34616E-06	0.00076	83	0.0975	67.3631
50	2.0365	16.600	16.600	0.207	0.140	0.094	0.048	0.00076	1.21922E-06	0.000676	83	0.0875	70.9691
55	2.0765	16.600	16.600	0.203	0.135	0.086	0.049	0.000676	1.10636E-06	0.000601	83	0.0784	74.2009
60	2.1165	16.600	16.600	0.199	0.130	0.078	0.050	0.000601	1.0058E-06	0.000534	83	0.0702	77.0945
65	2.1564	16.600	16.600	0.196	0.125	0.071	0.052	0.000534	9.16014E-07	0.000473	83	0.0628	79.6828
70	2.1964	16.600	16.600	0.192	0.121	0.065	0.053	0.000473	8.35669E-07	0.000419	83	0.0561	81.9957
75	2.2363	16.600	16.600	0.189	0.116	0.059	0.055	0.000419	7.6363E-07	0.000371	83	0.0501	84.0605
80	2.2763	16.600	16.600	0.185	0.112	0.054	0.056	0.000371	6.98914E-07	0.000328	83	0.0447	85.9019
85	2.3162	16.600	16.600	0.182	0.109	0.050	0.057	0.000328	6.40666E-07	0.00029	83	0.0398	87.5424
90	2.3562	16.600	16.600	0.179	0.105	0.045	0.059	0.00029	5.88145E-07	0.000256	83	0.0354	89.0026
95	2.3962	16.600	16.600	0.176	0.101	0.042	0.060	0.000256	5.40705E-07	0.000226	83	0.0315	90.3009
100	2.4361	16.600	16.600	0.173	0.098	0.039	0.062	0.000226	2.98669E-07	0.000199	83	0.0280	91.4551



Gambar 14 Efektivitas bangunan penangkap pasir

B.4 Efektivitas pembilasan di kantong endapan sedimen

1) Kriteria dan data dasar

Debit bilas yang dapat digunakan, arah dan distribusi aliran di kantong endapan sedimen, kondisi endapan dan tinggi muka air di hilir saluran pembuang sangat mempengaruhi efektivitas pembilasan kantong endapan sedimen. Dengan memperhatikan hal tersebut, dalam analisis efektivitas pembilasan endapan sedimen digunakan data sebagai berikut.

- a) pembilasan dilakukan dengan cara bilik per bilik pengendapan;
 - b) debit desain pembilasan, $q_{bilas} = 1,2 \times 0,5 q_{desain} = 4,2 \text{ m}^3/\text{s}$;
 - c) partikel sedimen terbesar yang masuk dari bangunan pengambil dan mengendap di penangkap pasir diperkirakan adalah pasir kasar dengan diameter, $d = 1 \text{ mm}$;
 - d) memperhatikan butir c) dan diagram shields tekanan seret yang diperlukan untuk membilas endapan sedimen, $\tau_0 \geq 0,5 \text{ n/m}^2$;
 - e) tinggi muka air sungai di hilir saluran pembuang sebagai kondisi batas hilir diambil pada berbagai ketinggian mulai dari El. +38,20 hingga El. +38,36.
- 2) Analisis besar tekanan seret di berbagai penampang untuk beberapa kondisi muka air hilir dapat dilihat pada Tabel B12-B18 dan Gambar 13.
- 3) Kondisi optimum pembilasan

Dengan memperhatikan grafik tekanan seret, τ_0 pada Gambar 13 dan kebutuhan besar tekanan seret minimum, $\tau_{0 \text{ min}} = 0,5 \text{ N/m}^2$ dapat diketahui bahwa kondisi optimum pembilasan endapan sedimen adalah jika debit sungai, $Q_{\text{sungai}} \geq 15 \text{ m}^3/\text{s}$ dan elevasi muka air sungai di hilir saluran pembuang, lebih rendah dari El. +38,36.

Tabel B.12 Hasil analisis tekanan seret

Elevasi Muka Air Hilir (m)	Lokasi dari Hilir Pembilas (m)	Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Muka Air (m)	Kemiringan	τ (N/m^2)
38,2	110	38,351	0,2256	0,00603	102,97
38,22	110	38,352	0,2273	0,00529	102,97
38,25	25	38,348	0,2227	0,00391	85,30
38,30	25	38,343	0,2183	0,00173	37,04
38,35	25	38,356	0,2311	0,00025	5,56
38,36	25	38,361	0,2356	0,00002	0,56

Tabel B.13 Perhitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir El. +38,20

x	Δx	h_j	B_j	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_j$	h_{normal}	h'_{j+1}	$h'_{j+0.5} = \frac{h_j + h_{j+1}}{2}$	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_{j+0.5}$	h_{j+1}	El Dasar	El Ma	l	τ
0	25	0.2000	11.00	0.0073	0.2268	0.2572	0.229	0.0049	0.2256	38.000	38.200		
25	25	0.2256	11.00	0.0051	0.2268	0.2276	0.227	0.0050	0.2269	38.125	38.351	0.00603	133.22
50	25	0.2269	11.00	0.0050	0.2268	0.2267	0.227	0.0050	0.2268	38.250	38.477	0.00505	112.32
75	25	0.2268	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0050	0.2268	38.375	38.602	0.00499	110.99
100	5	0.2268	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0108	0.2556	38.500	38.727	0.02500	555.68
105	5	0.2556	4.00	0.0264	0.2066	0.1377	0.197	0.0307	0.1001	38.750	39.006	0.05576	1396.36
110	9	0.1001	7.00	0.1437	0.1423	0.9436	0.522	0.0008	0.0795	39.000	39.100	0.01050	102.97
119	6	0.0795	7.00	0.2868	0.1423	1.5000	0.790	0.0002	0.4912	39.450	39.529	0.07157	557.50
125	20	0.4912	8.30	0.0009	0.2358	0.3522	0.422	0.0014	0.2928	39.497	39.576	0.00234	112.83
150	25	0.2928	8.30	0.0041	0.2358	0.1995	0.246	0.0069	0.2225	39.692	39.985	0.01634	468.99
175	25	0.2225	8.30	0.0093	0.2358	0.2596	0.241	0.0073	0.2285	39.888	40.110	0.00500	109.09
200	20	0.2285	8.30	0.0086	0.2358	0.2439	0.236	0.0078	0.2354	40.083	40.311	0.01007	225.47
220	10	0.2354	8.30	0.0079	0.2358	0.2358	0.236	0.0106	0.2630	40.239	40.474	0.01631	376.19
230	10	0.2630	6.00	0.0108	0.2917	0.2917	0.277	0.0163	0.3617	40.318	40.581	0.01066	274.87
240	24	0.3617	3.00	0.0166	0.4630	0.5698	0.466	0.0112	0.5443	40.397	40.759	0.00740	262.32
264	4	0.5443	2.00	0.0109	0.6067	0.5565	0.550	0.0423	0.6881	40.587	41.131	0.09307	4964.84

Tabel B.14 Perhitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir El. +38,22

x	Δx	h_j	B_j	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_j$	h_{normal}	h'_{j+1}	$h'_{j+0.5} = \frac{h_j + h_{j+1}}{2}$	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_{j+0.5}$	h_{j+1}	El Dasar	El Ma	l	τ
0	25	0.2200	11.00	0.0055	0.2268	0.2319	0.226	0.0051	0.2273	38.000	38.220		
25	25	0.2273	11.00	0.0050	0.2268	0.2264	0.227	0.0050	0.2267	38.125	38.352	0.00529	117.92
50	25	0.2267	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0050	0.2268	38.250	38.477	0.00498	110.55
75	25	0.2268	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0050	0.2268	38.375	38.602	0.00500	111.19
100	5	0.2268	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0108	0.2556	38.500	38.727	0.02500	555.57
105	5	0.2556	4.00	0.0264	0.2066	0.1377	0.197	0.0307	0.1001	38.750	39.006	0.05576	1396.37
110	9	0.1001	7.00	0.1437	0.1423	0.9436	0.522	0.0008	0.0795	39.000	39.100	0.01050	102.97
119	6	0.0795	7.00	0.2868	0.1423	1.5002	0.790	0.0002	0.4913	39.450	39.529	0.07157	557.47
125	20	0.4913	8.30	0.0009	0.2358	0.3523	0.422	0.0014	0.2929	39.497	39.576	0.00234	112.85
150	25	0.2929	8.30	0.0041	0.2358	0.1995	0.246	0.0069	0.2225	39.692	39.985	0.01635	469.19
175	25	0.2225	8.30	0.0093	0.2358	0.2597	0.241	0.0073	0.2285	39.888	40.110	0.00500	108.97
200	20	0.2285	8.30	0.0086	0.2358	0.2439	0.236	0.0078	0.2354	40.083	40.311	0.01007	225.45
220	10	0.2354	8.30	0.0079	0.2358	0.2358	0.236	0.0106	0.2630	40.239	40.474	0.01631	376.24
230	10	0.2630	6.00	0.0108	0.2917	0.2917	0.277	0.0163	0.3617	40.318	40.581	0.01066	274.88
240	24	0.3617	3.00	0.0166	0.4630	0.5698	0.466	0.0112	0.5443	40.397	40.759	0.00740	262.31
264	4	0.5443	2.00	0.0109	0.6067	0.5565	0.550	0.0423	0.6881	40.587	41.131	0.09307	4964.84

Tabel B.15 Perhitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir El. +38,25

x	Δx	h_j	B_j	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_j$	h_{normal}	h'_{j+1}	$h'_{j+0.5} = \frac{h_j + h_{j+1}}{2}$	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_{j+0.5}$	h_{j+1}	El Dasar	El Ma	l	τ
0	25	0.2500	11.00	0.0037	0.2268	0.2183	0.234	0.0045	0.2227	38.000	38.250		
25	25	0.2227	11.00	0.0053	0.2268	0.2297	0.226	0.0050	0.2272	38.125	38.348	0.00391	85.30
50	25	0.2272	11.00	0.0050	0.2268	0.2265	0.227	0.0050	0.2267	38.250	38.477	0.00518	115.27
75	25	0.2267	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0050	0.2268	38.375	38.602	0.00498	110.72
100	5	0.2268	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0108	0.2556	38.500	38.727	0.02501	555.84
105	5	0.2556	4.00	0.0264	0.2066	0.1377	0.197	0.0307	0.1001	38.750	39.006	0.05575	1396.36
110	9	0.1001	7.00	0.1437	0.1423	0.9436	0.522	0.0008	0.0795	39.000	39.100	0.01050	102.97
119	6	0.0795	7.00	0.2867	0.1423	1.4997	0.790	0.0002	0.4911	39.450	39.529	0.07157	557.54
125	20	0.4911	8.30	0.0009	0.2358	0.3521	0.422	0.0014	0.2927	39.497	39.576	0.00234	112.79
150	25	0.2927	8.30	0.0041	0.2358	0.1995	0.246	0.0069	0.2226	39.692	39.985	0.01634	468.70
175	25	0.2226	8.30	0.0093	0.2358	0.2595	0.241	0.0073	0.2286	39.888	40.110	0.00501	109.25
200	20	0.2286	8.30	0.0086	0.2358	0.2438	0.236	0.0078	0.2354	40.083	40.311	0.01007	225.49
220	10	0.2354	8.30	0.0079	0.2358	0.2358	0.236	0.0106	0.2630	40.239	40.474	0.01630	376.12
230	10	0.2630	6.00	0.0108	0.2917	0.2917	0.277	0.0163	0.3617	40.318	40.581	0.01066	274.85
240	24	0.3617	3.00	0.0166	0.4630	0.5698	0.466	0.0112	0.5443	40.397	40.759	0.00740	262.32
264	4	0.5443	2.00	0.0109	0.6067	0.5565	0.550	0.0423	0.6881	40.587	41.131	0.09307	4964.84

Tabel B.16 Perhitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir El. +38,30

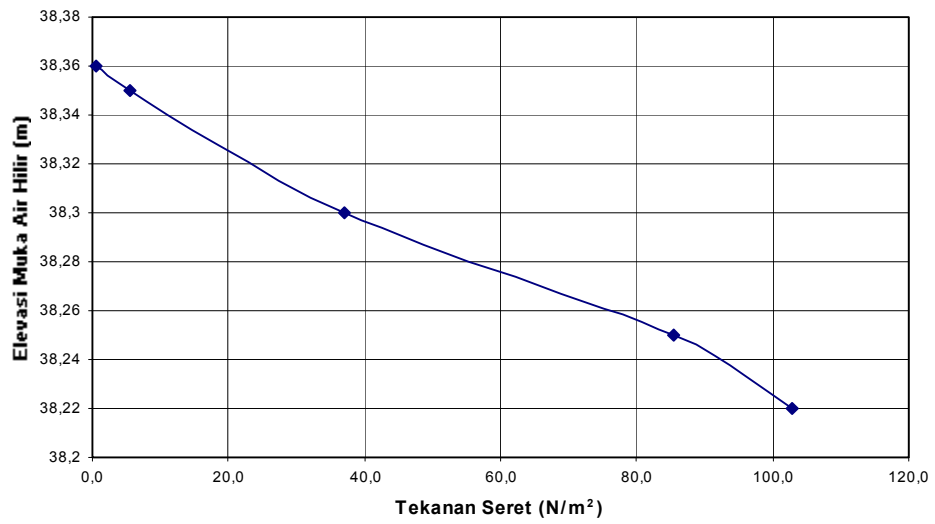
x	Δx	h_j	B_j	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_j$	h_{normal}	h'_{j+1}	$h'_{j+0.5} = \frac{h_j + h_{j+1}}{2}$	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_{j+0.5}$	h_{j+1}	El Dasar	El Ma	I	τ
0	25	0.3000	11.00	0.0022	0.2268	0.2290	0.264	0.0032	0.2183	38.000	38.300		
25	25	0.2183	11.00	0.0056	0.2268	0.2335	0.226	0.0051	0.2274	38.125	38.343	0.00173	37.04
50	25	0.2274	11.00	0.0050	0.2268	0.2264	0.227	0.0050	0.2267	38.250	38.477	0.00536	119.53
75	25	0.2267	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0050	0.2268	38.375	38.602	0.00497	110.48
100	5	0.2268	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0108	0.2556	38.500	38.727	0.02502	555.97
105	5	0.2556	4.00	0.0264	0.2066	0.1377	0.197	0.0307	0.1001	38.750	39.006	0.05575	1396.35
110	9	0.1001	7.00	0.1437	0.1423	0.9437	0.522	0.0008	0.0795	39.000	39.100	0.01050	102.97
119	6	0.0795	7.00	0.2867	0.1423	1.4995	0.789	0.0002	0.4910	39.450	39.529	0.07157	557.57
125	20	0.4910	8.30	0.0009	0.2358	0.3520	0.421	0.0014	0.2926	39.497	39.576	0.00234	112.77
150	25	0.2926	8.30	0.0041	0.2358	0.1995	0.246	0.0069	0.2226	39.692	39.985	0.01634	468.45
175	25	0.2226	8.30	0.0093	0.2358	0.2594	0.241	0.0073	0.2286	39.888	40.110	0.00501	109.40
200	20	0.2286	8.30	0.0086	0.2358	0.2438	0.236	0.0078	0.2354	40.083	40.311	0.01006	225.51
220	10	0.2354	8.30	0.0079	0.2358	0.2358	0.236	0.0106	0.2630	40.239	40.474	0.01630	376.06
230	10	0.2630	6.00	0.0108	0.2917	0.2917	0.277	0.0163	0.3617	40.318	40.581	0.01066	274.84
240	24	0.3617	3.00	0.0166	0.4630	0.5698	0.466	0.0112	0.5443	40.397	40.759	0.00740	262.32
264	4	0.5443	2.00	0.0109	0.6067	0.5565	0.550	0.0423	0.6881	40.587	41.131	0.09307	4964.84

Tabel B.17 Perhitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir El. +38,35

x	Δx	h_j	B_j	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_j$	h_{normal}	h'_{j+1}	$h'_{j+0.5} = \frac{h_j + h_{j+1}}{2}$	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_{j+0.5}$	h_{j+1}	El Dasar	El Ma	I	τ
0	25	0.3500	11.00	0.0014	0.2268	0.2590	0.305	0.0021	0.2311	38.000	38.350		
25	25	0.2311	11.00	0.0047	0.2268	0.2242	0.228	0.0049	0.2262	38.125	38.356	0.00025	5.56
50	25	0.2262	11.00	0.0050	0.2268	0.2272	0.227	0.0050	0.2268	38.250	38.476	0.00480	106.47
75	25	0.2268	11.00	0.0050	0.2268	0.2267	0.227	0.0050	0.2268	38.375	38.602	0.00503	111.71
100	5	0.2268	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0108	0.2556	38.500	38.727	0.02499	555.28
105	5	0.2556	4.00	0.0264	0.2066	0.1377	0.197	0.0307	0.1001	38.750	39.006	0.05576	1396.39
110	9	0.1001	7.00	0.1437	0.1423	0.9436	0.522	0.0008	0.0795	39.000	39.100	0.01050	102.97
119	6	0.0795	7.00	0.2869	0.1423	1.5007	0.790	0.0002	0.4916	39.450	39.529	0.07157	557.41
125	20	0.4916	8.30	0.0009	0.2358	0.3526	0.422	0.0014	0.2931	39.497	39.576	0.00234	112.91
150	25	0.2931	8.30	0.0041	0.2358	0.1995	0.246	0.0069	0.2224	39.692	39.985	0.01636	469.73
175	25	0.2224	8.30	0.0093	0.2358	0.2599	0.241	0.0073	0.2284	39.888	40.110	0.00499	108.67
200	20	0.2284	8.30	0.0086	0.2358	0.2440	0.236	0.0078	0.2354	40.083	40.311	0.01007	225.41
220	10	0.2354	8.30	0.0079	0.2358	0.2358	0.236	0.0106	0.2630	40.239	40.474	0.01632	376.37
230	10	0.2630	6.00	0.0108	0.2917	0.2917	0.277	0.0163	0.3617	40.318	40.581	0.01067	274.91
240	24	0.3617	3.00	0.0166	0.4630	0.5698	0.466	0.0112	0.5443	40.397	40.759	0.00740	262.31
264	4	0.5443	2.00	0.0109	0.6067	0.5565	0.550	0.0423	0.6881	40.587	41.131	0.09307	4964.84

Tabel B.18 Perhitungan tekanan seret pada kondisi elevasi muka air hilir El. +38,36

x	Δx	h_j	B_j	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_j$	h_{normal}	h'_{j+1}	$h'_{j+0.5} = \frac{h_j + h_{j+1}}{2}$	$\left(\frac{Q^2}{C^2 B^2 h^3}\right)_{j+0.5}$	h_{j+1}	El Dasar	El Ma	I	τ
0	25	0.3600	11.00	0.0012	0.2268	0.2662	0.313	0.0019	0.2356	38.000	38.360		
25	25	0.2356	11.00	0.0045	0.2268	0.2221	0.229	0.0049	0.2255	38.125	38.361	0.00002	0.56
50	25	0.2255	11.00	0.0051	0.2268	0.2276	0.227	0.0050	0.2269	38.250	38.475	0.00460	101.55
75	25	0.2269	11.00	0.0050	0.2268	0.2267	0.227	0.0050	0.2268	38.375	38.602	0.00506	112.46
100	5	0.2268	11.00	0.0050	0.2268	0.2268	0.227	0.0108	0.2556	38.500	38.727	0.02497	554.88
105	5	0.2556	4.00	0.0264	0.2066	0.1377	0.197	0.0307	0.1001	38.750	39.006	0.05576	1396.41
110	9	0.1001	7.00	0.1437	0.1423	0.9436	0.522	0.0008	0.0795	39.000	39.100	0.01050	102.98
119	6	0.0795	7.00	0.2870	0.1423	1.5014	0.790	0.0002	0.4919	39.450	39.529	0.07157	557.31
125	20	0.4919	8.30	0.0009	0.2358	0.3529	0.422	0.0014	0.2933	39.497	39.576	0.00234	112.98
150	25	0.2933	8.30	0.0041	0.2358	0.1995	0.246	0.0068	0.2223	39.692	39.986	0.01637	470.47
175	25	0.2223	8.30	0.0093	0.2358	0.2602	0.241	0.0073	0.2283	39.888	40.110	0.00497	108.25
200	20	0.2283	8.30	0.0086	0.2358	0.2441	0.236	0.0078	0.2354	40.083	40.311	0.01007	225.35
220	10	0.2354	8.30	0.0079	0.2358	0.2358	0.236	0.0106	0.2630	40.239	40.474	0.01633	376.55
230	10	0.2630	6.00	0.0108	0.2917	0.2917	0.277	0.0163	0.3617	40.318	40.581	0.01067	274.95
240	24	0.3617	3.00	0.0166	0.4630	0.5698	0.466	0.0112	0.5443	40.397	40.759	0.00740	262.31
264	4	0.5443	2.00	0.0109	0.6067	0.5565	0.550	0.0423	0.6881	40.587	41.131	0.09307	4964.85



Gambar 15 Grafik hubungan elevasi muka air hilir dengan gaya seret

Lampiran C
Daftar Nama dan Lembaga

1) Pemrakarsa

Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

2) Penyusun

Nama	Lembaga
Dr. Ir. Arie Setiadi M., M.Sc.	Pusat Litbang Sumber Daya Air
Ir. Yiniarti, Dipl. HE.	Pusat Litbang Sumber Daya Air
Slamet Lestari, S.T.	Pusat Litbang Sumber Daya Air

Bibliografi

Engelund, F. And Hansen, E., (1967). *A Monograph on Sediment Transport in Alluvial Streams*. Teknisk Forlag, Copenhagen, Denmark.

Meyer-Peter, E. And Mueller, R., (1948). *Formulas for Bed-Load Transport*. Sec. Int. Symp. IAHR Congress, Stockholm, Sweden.

Van Rijn, L.C., (1984)a. *Sediment Transport, Part I : Bed Load Transport*. *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 110, No.10*.

Van Rijn, L.C., (1984)b. *Sediment Transport, Part II : Suspended Load Transport*. *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 110, No. 12*.

Moerwanto, A.S., 1990, *On Optimisation of Sediment Exclusion Measures at Intakes*.

Pusat Litbang Sumber Daya Air, (1990). *Laporan Uji Model Hidraulik Bendung Serayu*, Jawa Tengah, No. P.1496.

Pusat Litbang Sumber Daya Air, (1991). *Laporan Uji Model Hidraulik Sedimen Trap Bendung Tami*, Irian Jaya, No. P.1561.

Pusat Litbang Sumber Daya Air, (1985). *Laporan Penyelidikan Hidrolis dengan Model Operasi / Pengaturan Pintu-Pintu Bendung dan Sedimen Trap Bendung Aji Baru*, Lampung, No. P.1228.

Pusat Litbang Sumber Daya Air, (1986). *Laporan Hasil Penyelidikan Hidrolis dengan Model Rencana Kantong Penangkap Pasir (Sedimen Trap) Bendung Krueng Tiro*, Daerah Istimewa Aceh, No. P.1150.

Pusat Litbang Sumber Daya Air, (1971). *Perhitungan Hidrolis Kantong Lumpur / Pasir Saluran Induk Sindopradja Rentang*, Jawa Barat, No. P.221.

Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02, 1986, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan.