



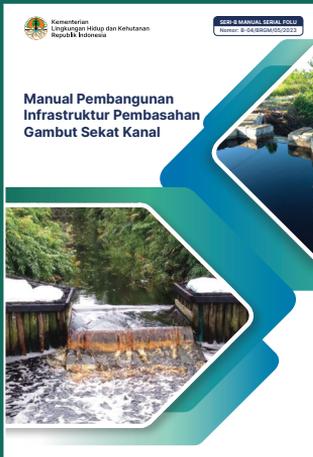
Kementerian
Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia

SERI-B MANUAL SERIAL FOLU

Nomor: B-04/BRGM/05/2023

Manual Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal





MANUAL PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PEMBASAHAN GAMBUT SEKAT KANAL

EDITOR IN CHIEF:

Siti Nurbaya, Alue Dohong

REVIEWERS:

Agus Justianto, Ruandha Agung Sugardiman, Bambang Hendroyono, Hanif Faisol Nurofiq, Haruni Krisnawati, Naresworo Nugroho, Sigit Sunarta, Efransjah, Kirsfianti L. Ginoga, Elias, Subarudi.

ASSOCIATE EDITORS:

Ayu Dewi Utari, Tris Raditian.

CONTRIBUTORS:

Agus Yasin, Soesilo Indrarto, Jany Tri Raharjo, Sarjono Budi Subechi, Zulfikar Ali, Parihutan Sagala, Davit Purwodesrantau, Darmawan, Yulianto, Faisal Rahman Fahrudin, Rio Elimelekh Dima, Adi Nugroho, Aris Nopebrian.

FACILITATORS:

M. Ery Bukhorie, Romilla Sari, Hasnawati Hamzah, Agung Bayu Nalendro, Puri Puspita Sari, Danny Armando Wikongko, Purna Fitria, Claudia Meitrivane Silalahi, Yoga Wanda Pratama, Nunung Parlinah, Choirul Akhmad, Mega Lugina, Mirna Aulia Pribadi, Fentie Jullianti Salaka, Indartik, Elvida Y. Suryandari, Galih Kartika Sari, Aneka Prawesti Suka, Alifa Zahra Adhyana, Irfan Malik Setiabudi, Arif Muhsin F, Kuncoro Ariawan.

MANUAL INI DISUSUN BERSUMBER DARI:

Dohong, Alue., Cassiophea, L., Sutikno, S., Triadi, BL., Wirada, F., Rengganis, P., dan Sigalingging, L. 2017. 'Modul Pelatihan Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal Berbasis Masyarakat'. Kedepujian Bidang Konstruksi, Operasi dan Pemeliharaan. Badan Restorasi Gambut Republik Indonesia, Jakarta.

ISBN:

--

Diterbitkan oleh:

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan



Kementerian
Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia

SERI-B MANUAL SERIAL FOLU

Nomor: B-04/BRGM/05/2023

Manual Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal

KATA PENGANTAR

Sebagai ekosistem lahan basah, gambut menyimpan potensi cadangan karbon cukup tinggi. Kerusakan fungsi hidrologi ekosistem gambut akibat keterlanjuran pengelolaan lahan gambut, mendorong pemerintah untuk mengatur dan mengkoordinasikan upaya pemulihan ekosistem gambut. Upaya pemulihan ini dilakukan melalui pengembangan kebijakan terkait perlindungan dan pengelolaan ekosistem gambut untuk mengembalikan sifat dan fungsi ekosistem gambut sesuai atau mendekati sifat dan fungsi semula.

Pemulihan ekosistem gambut dilakukan melalui restorasi hidrologis, suksesi alami, rehabilitasi vegetasi atau revegetasi, dan mekanisme lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Restorasi hidrologis dapat dilakukan dengan pembasahan kembali (*Rewetting*) gambut terdegradasi dan terdrainase melalui kegiatan pembasahan material gambut yang mengering akibat aktivitas manusia dengan cara meningkatkan kadar air tanah dan tinggi muka air tanah gambut, dengan membangun infrastruktur pembasahan gambut (*peatlands rewetting infrastructures*) yang dibuat untuk pemulihan tata air lahan gambut sehingga bagian-bagian gambut yang kering menjadi basah dan dapat berfungsi kembali sebagaimana semula.

Ada beberapa jenis infrastruktur pembasahan gambut yang umum dipergunakan untuk pemulihan hidrologi gambut, diantaranya sekat kanal (*canal blocking*) dan penimbunan kanal (*canal backfilling*) yang bertujuan untuk mereduksi laju aliran keluar dan menaikkan simpanan air di badan kanal dan wilayah sekitarnya.

Sekat kanal (*canal blocking*) merupakan salah satu teknik pembasahan gambut yang banyak dibangun berbagai pihak untuk merestorasi gambut di Indonesia. Jenis dan tipe desain sekat kanal yang dibangun sangat beragam dan variatif dalam desain struktur, bahan dan teknik konstruksinya, mulai dari struktur yang sangat sederhana sampai yang sifatnya kompleks. Infrastruktur pembasahan sekat kanal adalah salah satu bentuk bangunan air berupa sekat dengan material berupa Panel Pra-Cetak, Hollow Block, Kayu atau Beton, yang dibuat di dalam kanal yang telah ada di lahan gambut untuk mencegah penurunan permukaan air di lahan gambut sehingga lahan gambut di sekitarnya tetap basah dan sulit terbakar

Pemilihan jenis dan tipe sekat kanal yang akan dibangun untuk restorasi gambut ditentukan oleh lokasi berdasarkan fungsi kawasannya, terdiri dari kawasan dengan fungsi konservasi/lindung dan fungsi budidaya. Kegiatan pembasahan gambut dengan teknik sekat kanal untuk kawasan dengan fungsi konservasi/lindung bertujuan untuk konservasi air, sehingga diharapkan tinggi muka air yang dipertahankan setinggi-tingginya mendekati muka gambut. Sementara itu, pembangunan sekat kanal pada kawasan budidaya bertujuan untuk pengaturan muka air.



Manual ini dimaksudkan sebagai prinsip kerja yang berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi serta temuan lapangan (empiris) dalam melaksanakan kegiatan pembasahan lahan gambut melalui pembangunan sekat kanal. Tujuan dari manual ini adalah untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan pembasahan lahan gambut melalui pembangunan sekat kanal secara efektif dan efisien.

Manual Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal diharapkan dapat digunakan sebagai bahan dalam perencanaan, implementasi dan evaluasi operasional dan pemeliharaan sekat kanal serta bahan kajian ilmiah lebih lanjut.

Diucapkan terima kasih kepada tim penyusun, dan semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan, pembahasan dan review manual ini. Semoga memberi manfaat yang luas bagi semua pihak.

Jakarta, Juli 2023

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan



Prof. Dr. Ir. Siti Nurbaya Bakar, M. Sc.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki 865 Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) yang luas totalnya sebesar 24.231.721 ha, terdapat seluas 206.935 ha ekosistem gambut dengan kategori rusak sangat berat, 1.053.886 ha ekosistem gambut dengan kategori rusak berat, 3.086.654 ha ekosistem gambut dengan kategori rusak sedang, 15.859.960 ha ekosistem gambut dengan kategori rusak ringan, serta 4.024.285 ha ekosistem gambut dengan kategori tidak rusak (berada dalam kondisi alamiahnya) (KLHK, 2022).

Kerusakan gambut salah satunya disebabkan oleh penggunaan lahan gambut yang tidak sesuai dengan fungsinya yang biasanya dilakukan dengan pembangunan kanal secara masif. Pembangunan kanal drainase secara masif pada ekosistem lahan gambut dapat berdampak pada pengeringan lahan gambut secara berlebihan (*overdrainage*), yang disebabkan oleh peningkatan laju aliran air keluar (*surface run off*) dan penurunan daya simpan air (*water retention*) pada kawasan gambut. Akibat selanjutnya adalah terjadi penurunan muka air gambut (*ground water table*) yang berimplikasi pada peningkatan oksidasi, pengamblesan (subsidence), kerentanan bahaya kebakaran, dan peningkatan emisi gas rumah kaca (Alue Dohong *et al.*, 2017).

Pemulihan fungsi ekosistem gambut merupakan aktivitas yang dilakukan untuk mengembalikan sifat dan fungsi ekosistem gambut sesuai atau mendekati sifat dan fungsi semula, melalui: 1) restorasi hidrologis; 2) suksesi alami; 3) rehabilitasi vegetasi atau revegetasi; dan 4) mekanisme lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Pemulihan gambut terdegradasi dan terdrainase dapat dilakukan dengan membangun infrastruktur pembasahan gambut (*peatlands rewetting infrastructures*) yang bertujuan untuk mereduksi laju aliran keluar dan menaikkan simpanan air di badan kanal dan wilayah sekitarnya (Alue Dohong *et al.*, 2017).

Kegiatan restorasi hidrologi (*rewetting*) dilakukan dengan melakukan pembasahan kembali lahan-lahan gambut yang sudah rusak dan mengering, dengan cara meningkatkan kadar air dan tinggi muka air tanah gambut, sehingga lahan gambut sekitarnya tetap basah dan sulit terbakar saat musim kemarau (Page *et al.*, 2009).

Ada beberapa jenis infrastruktur pembasahan gambut yang umum dipergunakan untuk pemulihan hidrologi gambut, diantaranya sekat kanal (*canal blocking*), penimbunan kanal (*canal backfilling*), sumur bor (*deep well*) dan lain-lain sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sekat kanal (*canal blocking*) merupakan salah satu teknik pembasahan gambut yang akhir-akhir ini banyak dibangun berbagai pihak untuk merestorasi gambut di Indonesia.

Berdasarkan informasi di atas dan keberadaan jenis dan tipe desain sekat kanal yang bervariasi maka diperlukan Manual pembangunan infrastruktur sekat kanal yang terkait dengan bahan dan teknik konstruksinya. Pemilihan jenis dan tipe desain konstruksi sekat kanal ditentukan oleh 2 (dua) faktor utama, yaitu kondisi biogeofisik dan aspek sosial-ekonomi.

2. TUJUAN

Manual ini dimaksudkan sebagai prinsip kerja yang berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi serta pengalaman di lapangan (empirik) dalam melaksanakan kegiatan Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal.

Tujuan dari manual ini adalah untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan pembangunan infrastruktur pembasahan gambut sekat kanal untuk restorasi lahan gambut (*peatlands*) secara efektif dan efisien.

3. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup manual ini mencakup pembangunan sekat kanal sederhana kayu, sekat kanal permanen beton, sekat kanal panel pra-cetak, dan sekat kanal *hollow block* pra-cetak dengan tahapan kegiatan sebagai berikut:

- a. perencanaan
- b. pra-konstruksi
- c. konstruksi
- d. pasca konstruksi

4. ISTILAH DAN PENGERTIAN

Kondisi aktual waktu dibangun (<i>As-built Drawing</i>)	Gambar realisasi yang sesuai dengan keadaan di lapangan, baik pemasangan, peletakan dan bentuk sekat kanal, pada saat pembangunan konstruksi selesai.
Ekosistem Gambut	Tatanan unsur gambut yang merupakan satu kesatuan utuh menyeluruh yang saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitasnya.
Fungsi Lindung Ekosistem Gambut	Tatanan unsur gambut yang memiliki karakteristik tertentu yang mempunyai fungsi utama dalam perlindungan dan keseimbangan tata air, penyimpan cadangan karbon, dan pelestarian keanekaragaman hayati untuk dapat melestarikan fungsi ekosistem gambut.
Fungsi Budidaya Ekosistem Gambut	Tatanan unsur gambut yang memiliki karakteristik tertentu yang mempunyai fungsi dalam menunjang produktivitas ekosistem gambut melalui kegiatan budidaya sesuai dengan daya dukungnya untuk dapat melestarikan fungsi ekosistem gambut.
Gambut	Material organik yang terbentuk secara alami dari sisa-sisa tumbuhan yang terdekomposisi tidak sempurna dengan ketebalan 50 (lima puluh) cm atau lebih dan terakumulasi pada rawa.
Gambut <i>Irreversible</i>	Gambut yang telah mengalami kerusakan, mengering dan tidak dapat menyerap air kembali (tidak kembali ke kondisi awal).
Gambut Terdegradasi	Kondisi gambut yang telah mengalami kerusakan akibat pengeringan gambut berlebih sehingga berpotensi mudah terbakar.
Gambut Terdrainase	Kawasan gambut yang terdapat saluran kanal yang mengeluarkan air.

Kanal	Saluran air buatan yang dibuat untuk tujuan tertentu, misalnya untuk mengeluarkan kayu, transportasi, dan irigasi.
Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG)	Ekosistem gambut yang letaknya di antara 2 (dua) sungai, di antara sungai dan laut, dan/atau pada rawa.
Kubah Gambut	Areal Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) yang mempunyai topografi yang lebih tinggi dari wilayah sekitarnya, sehingga secara alami mempunyai kemampuan menyerap dan menyimpan air lebih banyak, serta menyuplai air pada wilayah sekitarnya.
Kerangka Pengaman Sosial	Prinsip, aturan, mekanisme, dan prosedur yang khusus berfungsi untuk mencegah, atau meminimalisir dampak sosial yang merugikan masyarakat dalam pelaksanaan restorasi gambut.
Pemeliharaan Preventif	Pemeliharaan sekat kanal yang bertujuan untuk melestarikan fungsi dan kinerja sekat secara optimal agar tetap sesuai dengan tingkat kinerja layanan yang direncanakan.
Pemeliharaan Korektif	Pemeliharaan sekat kanal yang bertujuan mengoreksi dan menyempurnakan ketidakefektifan fungsi dan kinerja bangunan sekat kanal yang mengalami degradasi fungsi dan kinerja seperti kondisi aktual waktu dibangun (<i>as built drawing</i>).
Pemeliharaan Rehabilitatif	Pemeliharaan yang bertujuan untuk memperbaiki dan membangun kembali sekat kanal yang fungsi dan kinerjanya buruk atau mengalami kerusakan berat.
Survey Investigation Design (SID)	Proses survei yang dilakukan sebelum proses penyusunan desain konstruksi. Sasaran survei teknis ini adalah untuk mendapatkan data, informasi, kondisi, ataupun situasi awal lokasi pembangunan pekerjaan konstruksi yang sebenarnya.
Detail Engineering Design (DED)	Desain teknis secara terinci dengan produk yang dihasilkan dari DED ini meliputi: gambar detil rencana dan rencana anggaran biaya (RAB) yang digunakan sebagai acuan bagi pelaksanaan konstruksi.
Penilaian Cepat / Rapid Assesment (RA)	Metode yang digunakan untuk menilai hasil pelaksanaan yang meliputi kesesuaian dengan rencana, spesifikasi teknis dan rencana anggaran biaya untuk kegiatan restorasi gambut pada KHG target dan prioritas restorasi.
PADIATAPA	Persetujuan atas dasar informasi di awal tanpa ada paksaan. Prinsip yang menegaskan bahwa masyarakat di dalam dan di sekitar lokasi restorasi gambut mempunyai hak untuk mendapatkan informasi dan secara bebas menyetujui kegiatan restorasi gambut yang akan berlangsung di dalam wilayah mereka.
Restorasi atau Pemulihan Fungsi Ekosistem Gambut	Aktivitas yang dilakukan untuk mengembalikan sifat dan fungsi ekosistem gambut sesuai atau mendekati sifat dan fungsi semula melalui suksesi alami, restorasi hidrologis, rehabilitasi vegetasi, dan/atau cara lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
Restorasi Hidrologis Gambut	Upaya pemulihan tata air di lahan gambut untuk menjadikan ekosistem gambut atau bagian-bagiannya menjadi basah dan berfungsi kembali sebagaimana semula.
Dewatering	Pekerjaan konstruksi untuk memindahkan air dari lokasi konstruksi dengan tujuan untuk mempermudah pekerjaan konstruksi yang bisa dilakukan dengan cara pemompaan atau membuat saluran pembuangan air.

Pelimpas/Spillway	Konstruksi yang berfungsi untuk melewatkan air berlebih sehingga ketinggian muka air tetap terjaga sesuai rencana.
Sekat kanal (<i>canal blocking</i>)	Bangunan air berupa sekat atau tabat yang dibangun di badan kanal yang telah ada di lahan gambut dengan tujuan untuk menaikkan daya simpan (<i>retensi</i>) air pada badan kanal dan sekitarnya dengan mengurangi/mencegah penurunan permukaan air di lahan gambut sehingga lahan gambut di sekitarnya tetap basah dan sulit terbakar.
Tinggi Muka Air Tanah Ekosistem Gambut	Tinggi Muka Air Tanah dari permukaan gambut.
Kanal Drainase Primer	Saluran yang terhubung langsung dengan badan air (sungai, laut atau danau) dan dibangun untuk membuang kelebihan air di atas permukaan gambut pada musim hujan dan menurunkan Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) pada tingkat yang dapat menyediakan aerasi yang sesuai bagi akar tanaman pertanian dan kehutanan.
Kanal Drainase Sekunder	Saluran yang terhubung dengan kanal drainase primer dengan fungsi yang sama dengan kanal primer.
PIPG	Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut

5. LANDASAN TEORI DAN EMPIRIK

Kegiatan restorasi atau pemulihan ekosistem gambut merupakan tindakan perlindungan dan pengelolaan ekosistem gambut yang mencakup perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum, dengan tujuan untuk pelestarian dan mencegah kerusakan fungsi ekosistem gambut. Fungsi ekosistem gambut terbagi menjadi fungsi lindung dan fungsi budidaya dalam satu luasan Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG). Kawasan fungsi lindung paling sedikit 30%, yang meliputi area di kubah gambut dan sekitarnya. Kawasan lindung gambut juga mencakup area gambut dengan ketebalan lebih dari 3 (tiga) meter, yang menjadi habitat untuk spesies endemik atau dilindungi (PP Nomor 71 Tahun 2014; PP Nomor 57 Tahun 2016).

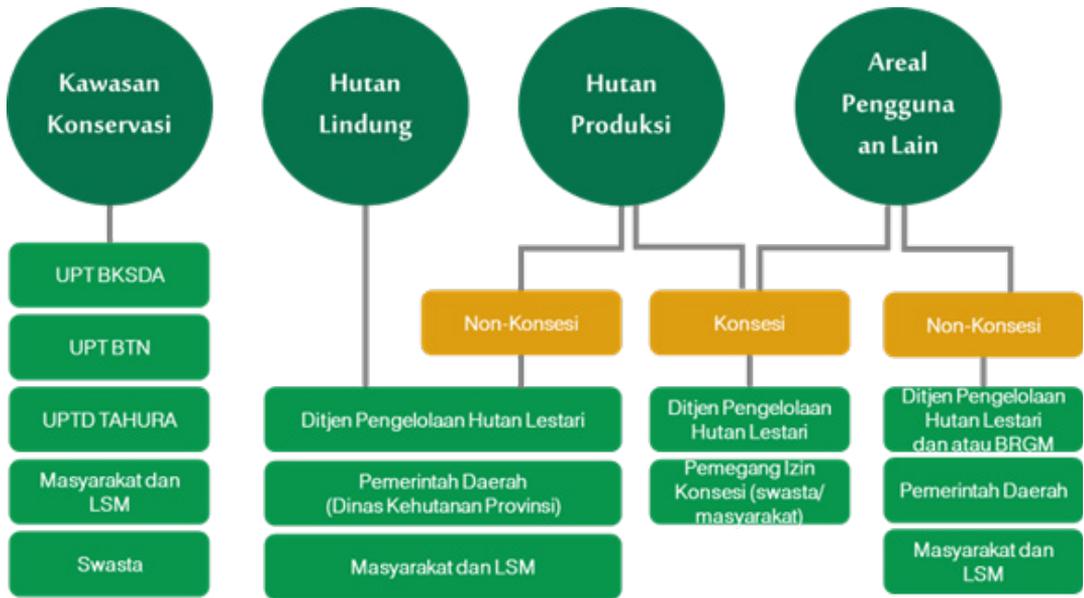
Salah satu cara penanggulangan kerusakan ekosistem gambut adalah melalui pembangunan sekat kanal (*canal blocking*) atau konstruksi yang mengatur air dilahan gambut serta menjaga muka air tanah berada sekurang-kurangnya 0,4 meter di bawah rerata permukaan lahan gambut fungsi budidaya (PP Nomor 71 Tahun 2014).

Pembasahan gambut dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan atau upaya secara aktif untuk melakukan pembasahan kembali gambut yang kering melalui pembangunan infrastruktur pembasahan gambut, diantaranya berupa pembangunan sekat/tabat kanal. Tindakan pembasahan gambut yang mengalami degradasi dan kekeringan berlebihan akibat pembangunan jaringan kanal drainase harus dipulihkan fungsi hidrologinya. Hal ini tercermin dari stabilisasi muka air di lahan gambut, meningkatkan kebasahan dan kelembaban gambut.

6. PENANGGUNG JAWAB

Pihak pelaksana yang bertanggung jawab dalam kegiatan ini adalah pemangku kawasan, di antaranya:

- a. Kawasan Hutan Konservasi, dilakukan oleh UPT BKSDA, UPT Balai Taman Nasional, UPTD Tahura, swasta, dan masyarakat
- b. Kawasan Hutan Lindung dan Hutan Produksi yang tidak dibebani izin, dilakukan oleh Direktorat Jenderal Pengelolaan Hutan Lestari, Pemerintah Provinsi cq. Dinas Kehutanan Provinsi cq. KPH dan masyarakat
- c. Kawasan Hutan Lindung dan Hutan Produksi yang dibebani izin, dilakukan oleh Direktorat Jenderal Pengelolaan Hutan Lestari (PHL) dan Pemegang Izin (swasta maupun masyarakat)
- d. Areal Penggunaan Lain (APL) yang dibebani izin, dilakukan oleh Pemegang Izin (swasta maupun masyarakat)
- e. Areal Penggunaan Lain (APL) yang tidak dibebani izin untuk provinsi yang menjadi penugasan BRGM, dilakukan oleh BRGM, Pemerintah Daerah, dan masyarakat
- f. Areal Penggunaan Lain (APL) yang tidak dibebani izin pada provinsi lainnya, dilakukan oleh Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran Kerusakan Lingkungan, Pemerintah Daerah, dan masyarakat



GAMBAR 1 | Pihak pelaksana yang bertanggung jawab

Pemerintah dan Pemerintah Daerah melakukan pembinaan, evaluasi dan pengendalian terhadap pelaksanaan kegiatan revegetasi di lahan gambut.

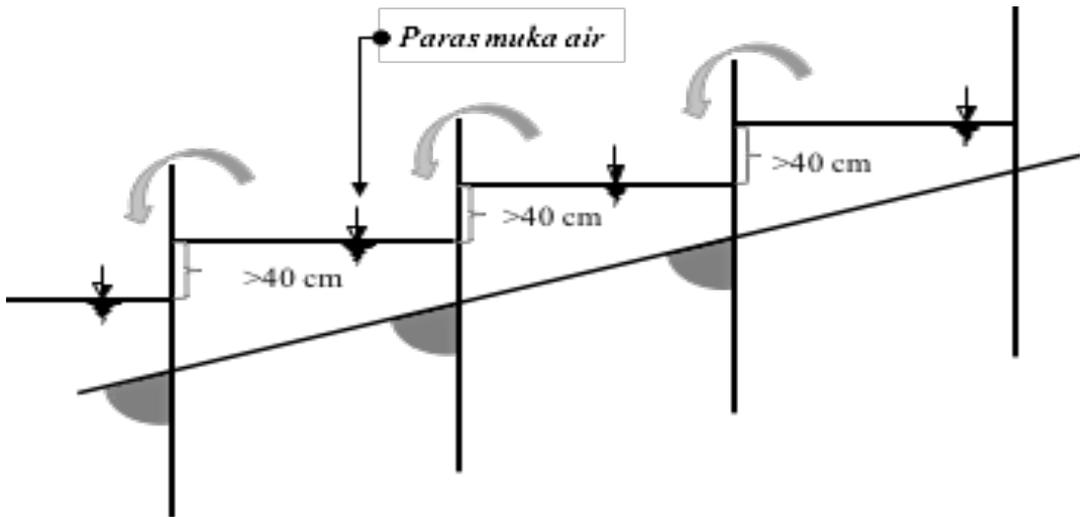
7. URAIAN DAN PETUNJUK PELAKSANAAN PEKERJAAN

7.1 Perencanaan Sekat Kanal

Tahapan awal dalam Perencanaan Sekat Kanal diawali dengan *groundcheck*. Tujuan dari *groundcheck* yaitu untuk melakukan verifikasi dari hasil *desk study*. Output dari pelaksanaan *groundcheck* yaitu kondisi aktual kanal dan Panjang kanal yang akan digunakan dalam penentuan metode pelaksanaan Perencanaan (SID-DED dan *Rapid Assesment*). Metode pelaksanaan SID-DED dilakukan apabila kanal relatif panjang. Sedangkan metode *Rapid Assesment* dilakukan apabila kanal relatif pendek, mendesak, dan keterbatasan anggaran. Output dari perencanaan tersebut berupa Gambar Desain, Rencana Anggaran Biaya dan Spesifikasi Teknis.

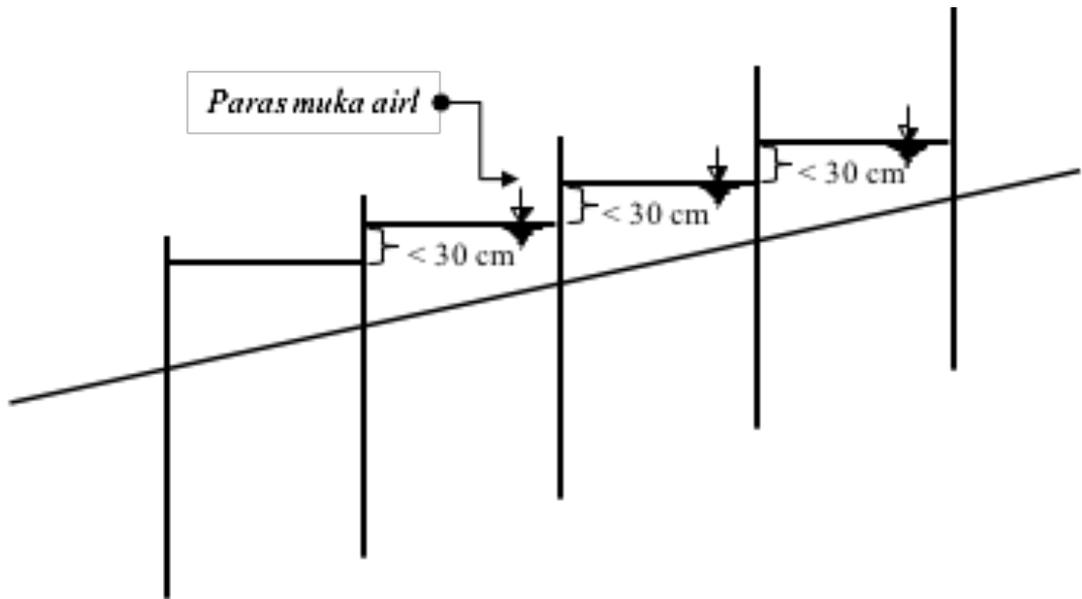
Sedangkan penentuan lokasi penempatan titik sekat merupakan langkah paling krusial pada tahapan perencanaan sekat kanal. Jumlah sekat kanal yang diperlukan dan penempatan lokasi sekat sangat ditentukan oleh panjang kanal yang akan diseekat dan ambang muka air maksimum yang ingin dipertahankan pada jalur kanal tersebut. Penentuan jarak antar sekat kanal sangat ditentukan oleh tingkat kemiringan (*slope*), tinggi muka air di dalam kanal dengan permukaan tanah gambut (*peat surface*), dan juga kondisi topografi/kontur lahan gambut yang akan diseekat.

Jarak antar sekat yang terlalu jauh akan sangat berimplikasi pada efektivitas sekat dalam mengurangi laju aliran keluar (*surface run off*), meningkatkan kapasitas daya simpan air, dan potensi pelimpasan dan penggerusan gambut yang berlebihan dilokasi sekat dan dapat berdampak pada daya tahan konstruksi sekat.



GAMBAR 2 | Jarak antar sekat yang terlalu jauh dan beda muka air (water head difference) yang tinggi antara bagian hilir dan hulu diantara sekat berpotensi terjadinya gerusan pada bagian hilir sekat (ilustrasi >40 cm)

(Sumber: Modul Pelatihan Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal Berbasis Masyarakat, 2017)



GAMBAR3 | Jarak antar sekat optimal dengan beda muka air antara bagian hulu dan hilir antar sekat relatif tidak besar (ilustrasi <30 cm)

(Sumber: Modul Pelatihan Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal Berbasis Masyarakat, 2017)

Penentuan jarak antar sekat ditentukan oleh rencana ambang batas muka air maksimal yang akan dipertahankan pada badan kanal tersebut. Secara empiris tinggi muka air minimal yang harus dipertahankan pada musim kemarau berkisar 30-40 cm dan secara legal (PP No. 57 tahun 2016) 40 cm di bawah permukaan tanah gambut. Ambang minimal tinggi muka air perlu dipertahankan agar tingkat kelembaban dan kebasahan gambut cukup sampai ke lapisan permukaan gambut paling atas sehingga tingkat kerawanan dan kerentanan kebakaran gambut dapat dicegah (Wosten dkk, 2006)

7.1.1 Metode SID-DED

Penyusunan rencana detail dengan metode SID-DED membutuhkan perencanaan, tenaga, waktu dan biaya secara detail dan komperhensif dengan hasil berupa dokumen rencana untuk pelaksanaan PIPG pada tahun berikutnya.

1. Waktu dan Lokasi

Rencana detail dengan metode SID-DED dilaksanakan sekurang-kurangnya pada 1 tahun (T-1) sebelum PIPG dilaksanakan. Waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan penyusunan rencana detail dengan metode SID-DED disesuaikan dengan kebutuhan dengan mempertimbangkan luas KHG, panjang kanal dan sebaran lokasi yang akan disurvei. Sasaran lokasi rencana detail dengan metode SID-DED adalah KHG yang menjadi target restorasi gambut.

2. Kebutuhan Tenaga dan Kualifikasi Personil

Kebutuhan dan kualifikasi personil yang diperlukan untuk pelaksanaan penyusunan rencana detail dengan metode SID-DED kegiatan SID-DED adalah sebagai berikut:

TABEL 1 | Kebutuhan Tenaga dan kualifikasi personil

No	Klasifikasi/ Jabatan	Uraian Pekerjaan
1	Ketua Tim	<ul style="list-style-type: none"> Bertanggung jawab terhadap keseluruhan proses pekerjaan studi; Bertanggung jawab atas proses pengendalian tim; Menyusun struktur organisasi pelaksana pekerjaan; Menyiapkan program kerja dan jadwal pelaksanaan pekerjaan; Melakukan komunikasi secara aktif dengan pemberi tugas; Menjaga kemajuan pekerjaan studi sesuai dengan <i>schedule</i> rencana; Melakukan penjelasan teknis dan melakukan pengawasan secara berkala.
2	Ahli Hidrologi	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan perencanaan pembangunan bangunan air; Melakukan Survei Investigasi bangunan air dan bangunan- bangunan pelengkapya; Melakukan perhitungan kuantitas dan biaya konstruksi; Menganalisa kondisi hidrogeologi atau potensi air tanah; Bertanggungjawab terhadap pelaksanaan analisis data hidrologi primer dan sekunder; Bertanggung jawab dalam penyusunan pelaporan, gambar desain dan perhitungan biaya konstruksi.
3	Ahli Pemetaan/ GIS	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun dan melakukan survey pengukuran yang diperlukan (<i>GPS Tracking & Points, Bathymetri, dan lain- lain</i>), untuk kebutuhan proses perencanaan; Melakukan pengendalian mutu pekerjaan dalam bidang pemetaan; Bertanggung jawab terhadap hasil survey dan pelaporan pengukuran yang diperlukan (<i>GPS Tracking & points, Bathymetri, dan lain- lain</i>).
4	Tenaga Teknis Hidrologi	<ul style="list-style-type: none"> Membantu team leader di bidang Hidrologi; Memperkirakan elevasi muka IPG dengan mempertimbangkan Muka Air Banjir (MAB), Muka Air Normal (MAN), Muka Air Rendah (MAR) dan banjir terbesar yang pernah terjadi; Mengamati tata guna lahan dan menginventarisasi bangunan-bangunan air eksisting yang ada; Menganalisa karakteristik aliran sungai/morfologi sungai yang mungkin berpengaruh terhadap konstruksi IPG; memperkirakan kondisi suatu daerah tangkapan air sehubungan dengan bentuk dan kemiringan yang akan mempengaruhi pola aliran.
5	Ahli Ilmu Tanah	<ul style="list-style-type: none"> Melaksanakan survei dan pengambilan sampel tanah gambut sesuai kebutuhan di lokasi rencana PIPG; Menganalisa karakteristik tanah di wilayah rencana PIPG dan saran-saran yang diperlukan untuk menjadi pertimbangan dalam perencanaan PIPG; Memperkirakan kondisi terrain pada daerah konstruksi sehubungan dengan bentuk dan kemiringan yang akan mempengaruhi pola aliran;
6	Ahli Sosial Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> Membuat perencanaan dan penyusunan instrumen pengumpulan data (kuesioner, FGD) sosial-ekonomi; Bertanggung jawab dalam pelaksanaan kegiatan kajian sosial- ekonomi; Bertanggung jawab terhadap perekaman, klasifikasi dan analisis data sosial-ekonomi.

No	Klasifikasi/ Jabatan	Uraian Pekerjaan
7	Surveyor Lapangan	• Bertanggung jawab terhadap seluruh kegiatan survei di lapangan (<i>ground check</i> , pengukuran dan pengambilan data yang valid)
8	Operator Komputer/ Drafter	• Bertanggung jawab terhadap seluruh kegiatan yang melibatkan penggunaan software sesuai permintaan tenaga ahli
9	Sekretaris	• Bertanggung jawab terhadap seluruh kegiatan administrasi pelaksanaan kegiatan

Susunan dan jumlah personel tersebut dapat disesuaikan dengan mempertimbangkan luas wilayah kajian, dan kebutuhan tertentu di lapangan seperti masalah keamanan.

3. Data dan Informasi

Data dan informasi yang dikumpulkan dalam kegiatan SID-DED, terutama pada tahap perencanaan terdiri dari aspek pemetaan, hidrologi, teknik sipil dan sosial-ekonomi sebagaimana disampaikan pada tabel berikut.

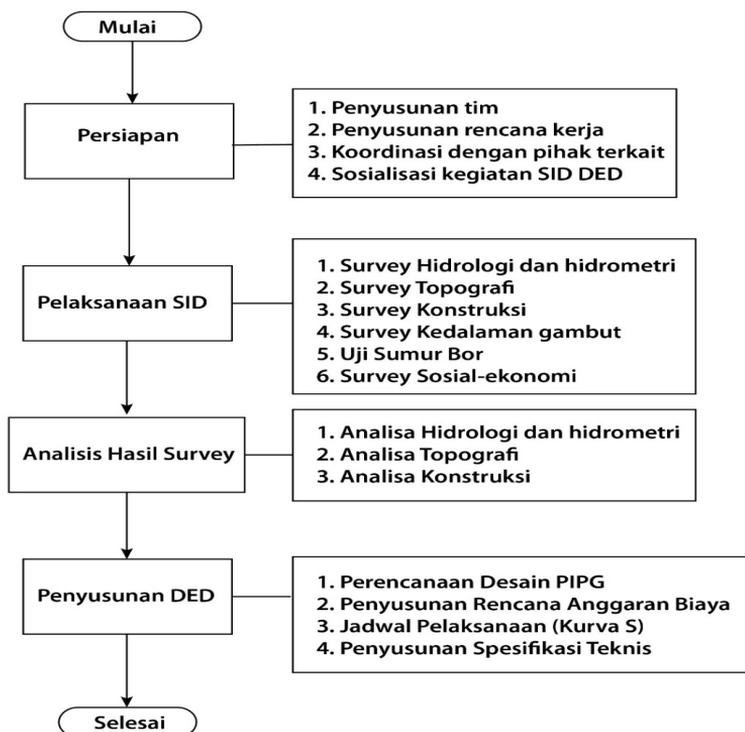
TABEL 2 | Data dan Peralatan yang dibutuhkan

No	Aspek	Jenis dan Tipe Data	Alat dan Bahan
1	Pemetaan	<ul style="list-style-type: none"> • Data DTM (Digital Terrain Model), jika tidak ada dapat menggunakan data peta rupa bumi skala 1:50.000 atau SRTM 30 • Data Target Restorasi Gambut • Data hidrografi RBI skala 1:50.000 • Peta jaringan kanal terbaru • Peta penutupan lahan • Peta Sebaran Lahan Gambut • Citra satelit resolusi sedang time series • Data konsesi terbaru (IUP, HGU, IUPHHK-RE, IUPHHK-HT & IUPHHK-HA), dan hutan adat • Data RPPEG Nasional, Provinsi dan Kabupaten (bila ada) • Data RTRW Prov & Kab/Kota 	<ul style="list-style-type: none"> • GPS • Kamera • ATK/Form Peta lokasi indikatif PIPG
2	Hidrologi dan Hidrometri	<ul style="list-style-type: none"> • Arah aliran • Kecepatan arus • Debit • Pola pasang surut • Tinggi muka air kanal • Tinggi muka air tanah • Curah hujan dan pola hujan 	<ul style="list-style-type: none"> • Meteran pita/distometer • Rambu/bak ukur • <i>Current</i> meter • Camera • <i>Stopwatch</i> • Pelampung/benda mudah terapung • GPS • ATK/Form

No	Aspek	Jenis dan Tipe Data	Alat dan Bahan
3	Teknik Sipil	<ul style="list-style-type: none"> • Topografi • Panjang kanal • Lebar kanal • Kedalaman kanal • Ketersediaan bahan baku • Harga upah, alat dan bahan • Pola pemanfaatan kanal/parit • Usulan tipe dan jenis konstruksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Meteran pita/distometer • <i>Theodolite/ waterpass digital/ GPS GNSS</i> • Rambu/bak ukur • GPS • Camera • ATK/Form
4	Tanah	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Bulk destiny</i> (kepadatan) gambut • Porositas gambut • Kedalaman gambut • Daya dukung tanah/penilaian dinding tanah • Tingkat dekomposisi gambut 	<ul style="list-style-type: none"> • Bor tanah • Ring sampel tanah • GPS • Camera • ATK/Form
5	Sosial-Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> • Profil Desa • Aktivitas ekonomi • Persepsi masyarakat 	<ul style="list-style-type: none"> • ATK/Form

4. Pelaksanaan SID-DED

Tahapan pelaksanaan kegiatan SID-DED Pembangunan Infrastruktur Pembahasan Gambut secara umum dapat dilihat pada *flowchart* berikut.



GAMBAR 4 | Tahapan Pelaksanaan SID-DED

Secara detail tahapan pelaksanaan SID dan DED pembangunan infrastruktur pembasahan gambut meliputi: persiapan; pelaksanaan; pengolahan dan Analisis; penyusunan perencanaan detail PIPG; pelaporan; konsultasi publik draft perencanaan detail PIPG; Penyusunan draft final hasil konsultasi publik; dan penyerahan hasil pekerjaan.

7.1.2 Metode *Rapid Assessment*

Penyusunan rencana detail PIPG dengan metode Penilaian Cepat (*Rapid Assessment*) meliputi perencanaan desain, penyusunan spesifikasi teknis dan rencana anggaran biaya untuk kegiatan restorasi gambut di lokasi KHG dimana pelaksanaan PIPG direncanakan. Metode *Rapid Assessment* dilaksanakan dengan perencanaan, tenaga, waktu dan biaya yang lebih sedikit dan sederhana.

1. Waktu dan Lokasi

Rencana detail PIPG dengan metode *rapid assessment* diprioritaskan dilaksanakan pada tahun berjalan (T-0) sebelum pembangunan PIPG dilaksanakan. Sasaran lokasi rencana detail PIPG dengan metode *rapid assessment* adalah KHG yang menjadi target restorasi gambut.

2. Kebutuhan Personil

Pelaksanaan penyusunan rencana detail PIPG dengan metode *rapid assessment* perlu melibatkan tenaga ahli dan tenaga pendukung lain agar memberikan hasil penilaian (*assessment*) yang optimal. Jumlah perkiraan kebutuhan dan kualifikasi personil yang diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan RA PIPG disajikan pada tabel berikut.

TABEL 4 | Personil Kegiatan Rencana Detail PIPG Dengan Metode Rapid Assessment

No	Klasifikasi/ Jabatan	Uraian Pekerjaan
1	Ketua Tim	<ul style="list-style-type: none"> Bertanggung jawab terhadap keseluruhan proses pekerjaan; Bertanggung jawab atas proses pengendalian tim; Menyiapkan program kerja dan jadwal pelaksanaan pekerjaan; Melakukan komunikasi secara aktif dengan Pemberi Tugas; Menjaga kemajuan pekerjaan studi sesuai dengan <i>schedule</i> rencana Melakukan koordinasi dengan instansi terkait; Menyusun laporan dengan tim.
2	Ahli Pemetaan (GIS)	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pemetaan lokasi definitif PIPG yang akan dibangun berdasarkan spasial dan tipikalnya Membuat data base
3	Ahli Hidrologi	<ul style="list-style-type: none"> Menganalisa karakteristik aliran sungai/morfologi yang mungkin berpengaruh terhadap IPG memperkirakan elevasi muka infrastruktur pembasahan dengan pertimbangan Muka Air Banjir (MAB), Muka Air Normal (MAN), Muka Air Rendah (MAR) dan banjir terbesar yang pernah terjadi Menentukan Tipe Konstruksi IPG Membuat Desain Teknis IPG Melakukan Perhitungan RAB Melakukan pengukuran data lapangan

No	Klasifikasi/ Jabatan	Uraian Pekerjaan
4	Surveyor Lapangan	<ul style="list-style-type: none"> Bertanggung jawab terhadap seluruh kegiatan survei di lapangan (ground check), pengukuran dan pengambilan data.
5	Masyarakat Lokal	<ul style="list-style-type: none"> Membantu melakukan pengukuran Memandu menuju lokasi titik yang akan disurvei
6	Tenaga Administratif	<ul style="list-style-type: none"> Membantu dalam pelaksanaan administratif kegiatan Membantu dalam menginput dan kompilasi data Membantu dalam penyusunan laporan

Susunan dan jumlah personel tersebut dapat disesuaikan dengan mempertimbangkan luas wilayah kajian, ketersediaan SDM pelaksana dan kebutuhan tertentu di lapangan seperti masalah keamanan.

3. Data dan Informasi

Data dan informasi yang dikumpulkan dalam kegiatan rencana detail dengan metode rapid assessment, terutama pada tahap pelaksanaan terdiri dari aspek hidrologi, dan teknik sipil seperti pada tabel berikut.

TABEL 5 | Kebutuhan Data dan Alat dalam penyusunan rencana detail dengan Metode Rapid Assessment

No	Aspek	Jenis dan Tipe Data	Alat dan Bahan
1	Hidrologi dan Hidrometri	<ul style="list-style-type: none"> Arah aliran Kecepatan arus Debit Pola pasang surut Tinggi muka air kanal 	<ul style="list-style-type: none"> Meteran Rambu/bak ukur Current meter Stopwatch Pelampung/benda mudah terapung ATK/ Form
2	Teknik Sipil	<ul style="list-style-type: none"> Panjang kanal/parit Lebar kanal/parit Kedalaman kanal Kedalaman gambut Ketersediaan bahan baku Harga upah, alat dan bahan Usulan tipe dan jenis konstruksi 	<ul style="list-style-type: none"> Meteran Rambu/bak ukur Bambu/kayu pancang ATK/ Form
3	Sosial Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> Pola pemanfaatan kanal Profil Desa Aktivitas ekonomi Persepsi masyarakat 	<ul style="list-style-type: none"> ATK/ Form

4. Pelaksanaan

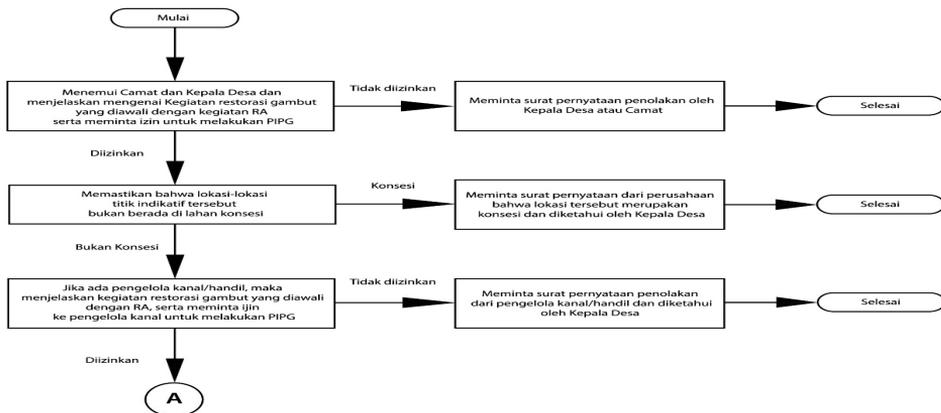
Tahapan pelaksanaan rencana detail dengan metode rapid assessment PIPG meliputi: persiapan, pengumpulan data dan informasi; pengolahan dan analisis; penyusunan dokumen; pelaporan; dan pengesahan dengan rincian sebagai berikut.

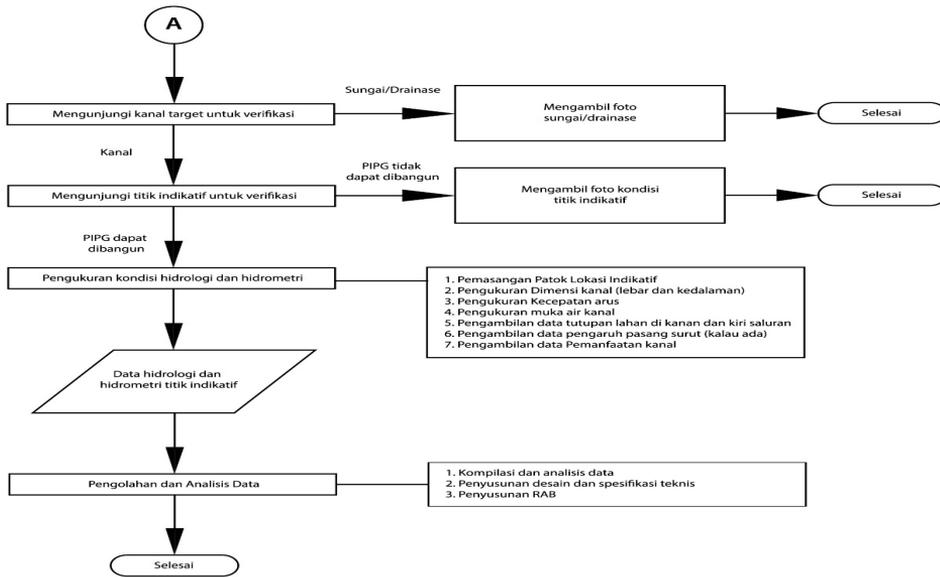
a. Persiapan

Kegiatan persiapan penyusunan rencana detail dengan Metode *Rapid Assessment* PIPG terdiri dari: (a) persiapan dokumen-dokumen yang diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan; (b) koordinasi di tingkat daerah; (c) penyusunan tim dan personil; (d) penyusunan jadwal pelaksanaan; dan (e) penyusunan anggaran kegiatan.

b. Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan rencana detail dengan Metode *Rapid Assessment* PIPG terdiri beberapa rangkaian kegiatan yang dapat dilihat pada *flow chart* berikut.





GAMBAR 5 | Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan Penyusunan Rencana Detail Dengan Metode Rapid Assessment

c. Pengolahan Data dan Analisis

Pengolahan dan analisis data kegiatan RA PIPG terdiri dari: (a) kompilasi dan analisis data, (b) penyusunan desain teknis dan (c) penyusunan RAB. Detail dari ketiga kegiatan tersebut disajikan pada tabel berikut.

TABEL 6 | Tahap Pengolahan dan Analisis Data untuk Kegiatan RA PIPG

Tahapan	Keluaran
Analisa Titik Definitif	<ol style="list-style-type: none"> Jumlah titik definitif Sekat Kanal Lokasi titik definitif Sekat Kanal Matriks titik definitif Sekat Kanal Peta Sebaran titik Sekat Kanal
Penyusunan desain dan spesifikasi teknis	<ol style="list-style-type: none"> Jenis Sekat Kanal Tipe Konstruksi Gambar desain Sekat Kanal Spesifikasi Teknis
Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB)	<ol style="list-style-type: none"> Daftar Kuantitas dan Harga Rencana Anggaran Biaya

7.1.3 Output Perencanaan

Output perencanaan DED pada umumnya terdiri dari peta-peta, desain bangunan, spesifikasi teknis, dan Rencana Anggaran Belanja (RAB). Informasi detail mengenai output perencanaan DED dapat dilihat pada tabel 3.

TABEL 7 | Output Perencanaan DED

No	Aspek	Output
1	Pemetaan	<ul style="list-style-type: none"> • Peta topografi (Situasi, Profil Memanjang, Profil Melintang) • Peta jaringan kanal • Peta arah aliran • Peta indikatif/rencana kerja • Peta titik definitive
2	Desain	<ul style="list-style-type: none"> • Gambar Denah • Gambar tampak • Gambar potongan melintang • Gambar potongan memanjang • Gambar detail PIPG • gambar/desain dibuat per titik dan disesuaikan dengan kondisi kanal setempat
3	Spesifikasi Teknis	<ul style="list-style-type: none"> • Uraian umum pekerjaan • Ketentuan ukuran • Lingkup pekerjaan • Persyaratan bahan • Persyaratan pelaksanaan • Identifikasi risiko bahaya pekerjaan • Sistem manajemen keselamatan konstruksi (SMKK)
4	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	<ul style="list-style-type: none"> • Harga satuan • Analisa harga satuan pekerjaan • Perhitungan volume kebutuhan alat/bahan/upah (Bo0) • Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) & rekapitulasi RAB • Jadwal pelaksanaan (Kurva-S) • Perhitungan RAB dilakukan pada setiap titik yang direkomendasikan

7.2 Pra-Konstruksi / PADIATAPA

PADIATAPA pada prinsipnya merupakan hak masyarakat untuk mendapat informasi sebelum sebuah program dilaksanakan dalam wilayah mereka, dan berdasarkan informasi tersebut, mereka secara bebas tanpa tekanan menyatakan setuju atau menolak dilakukannya tahapan konstruksi sekat kanal. Tahapan ini merupakan bagian penting yang akan menentukan proses konstruksi sekat kanal dapat dilanjutkan. Tahapan ini sebelumnya akan memaparkan hasil penilaian lapangan sebagai bentuk informasi kondisi lapangan kepada warga. Informasi tersebut akan bermanfaat sebagai latar belakang mengapa perlu dilakukan sekat kanal di lokasi tersebut.

Pada tahapan ini juga akan menginformasikan hasil analisis untuk melakukan pembasahan gambut di lokasi tersebut, berupa penentuan jumlah sekat/tabat serta pemilihan desain dan spesifikasi teknis sekat/tabat tersebut. Desain dan spesifikasi teknis sekat kanal yang telah dibuat diperlihatkan dan dijelaskan (bila perlu dengan contoh atau alat peraga) kepada masyarakat/kontraktor yang akan membangun sekat kanal. Pastikan bahwa mereka telah memahaminya dengan baik dan benar.

Pada proses ini harus menghadirkan warga yang melakukan pemanfaatan kanal seperti halnya nelayan dan pengumpul getah, pemburu yang menggunakan kanal sebagai akses transportasi. Proses untuk mencapai persetujuan dilakukan dengan negosiasi bentuk sekat/tabat yang memungkinkan pemanfaat kanal (nelayan, pengumpul getah, pemburu) tetap dapat beraktivitas. Hal ini akan menghindarkan resiko pengrusakan secara fisik terhadap sekat yang dibangun, karena sangat logis untuk beberapa kanal tetap harus menyediakan akses untuk aktifitas legal pemanfaatan sumber daya alam sekitar oleh warga. Proses ini akan sangat mengharapkan adanya persetujuan dengan warga sekitar disaksikan para pihak seperti kecamatan, kepolisian dan tentunya pemerintah desa. Persetujuan ini biasanya tertuang dalam surat persetujuan/kesepakatan yang juga akan berisikan pembagian peran dalam proses konstruksi sampai paska konstruksi penyekatan kanal.

Persetujuan masyarakat setempat terhadap rencana dan desain sekat kanal sangat penting untuk memperoleh pengakuan atau perizinan sosial (*social license*) sehingga ada rasa memiliki (*sense of belonging*) dan kepedulian masyarakat terhadap eksistensi dan pemeliharaan terhadap sekat-sekat yang dibangun.

Penyiapan materi komunikasi merupakan bagian dari proses PADIATAPA agar informasi survey lapangan dan analisis lapangan lengkap dan transparan. Materi komunikasi dapat menggunakan media audio, visual disesuaikan dengan segmentasi masyarakat sasaran. Teknik fasilitasi juga merupakan hal penting untuk dapat memfasilitasi penyampaian informasi dari dan bagi masyarakat untuk proses PADIATAPA ini.

7.3 Konstruksi

7.3.1 Tujuan dan Pendekatan Pembasahan Gambut dengan Sekat Kanal

Lahan gambut harus senantiasa dijaga dalam kondisi basah. Gambut terdegradasi akibat pengatusan yang berlebihan akan menyebabkan kekeringan dan berpotensi terjadinya kebakaran. Salah satu cara untuk mengatasi kekeringan gambut akibat dari pengatusan yang berlebihan karena pembangunan jaringan kanal drainase di ekosistem gambut adalah melalui kegiatan pembasahan kembali gambut. **Pembasahan gambut** dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan atau upaya secara aktif untuk melakukan pembasahan kembali gambut yang kering melalui pembangunan infrastruktur pembasahan gambut seperti sekat/tabat kanal,

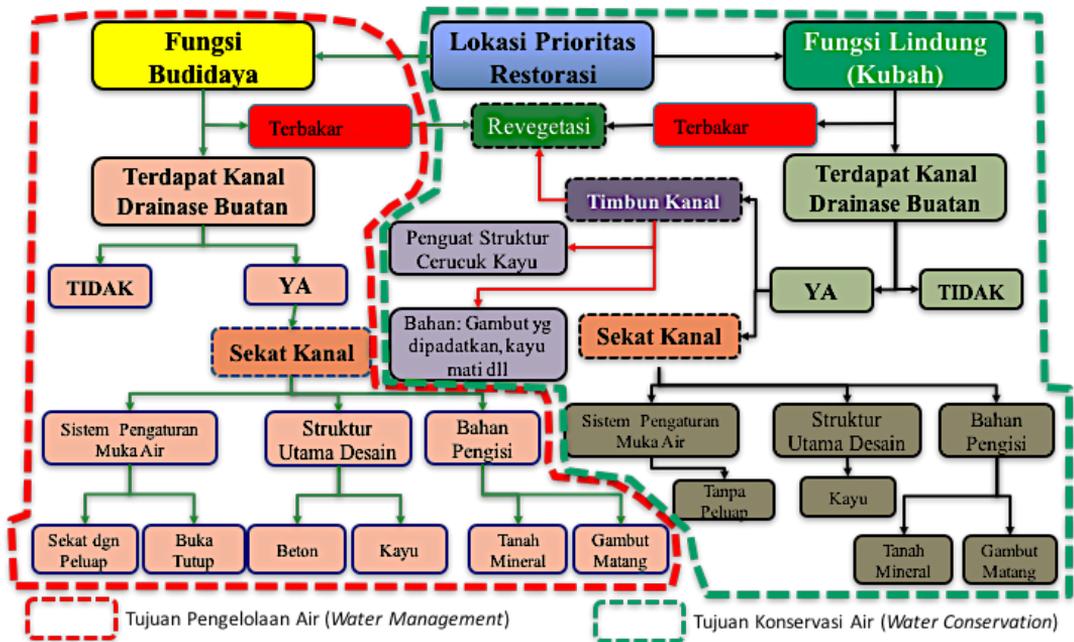
penimbunan kanal, sumur bor, dan teknik-teknik lain sesuai perkembangan teknologi. Dengan adanya pembasahan kembali gambut diharapkan gambut yang terganggu hidrologinya akan mengalami pemulihan/perbaikan dan gambut akan tetap basah dan lembab sehingga laju degradasi dan potensi kebakaran gambut dapat dicegah/dikurangi.

Secara umum tujuan pembasahan kembali gambut yang mengalami degradasi dan kekeringan berlebihan akibat pembangunan jaringan kanal drainase adalah memulihkan fungsi hidrologi gambut yang tercermin dari stabilisasi muka air di lahan gambut, meningkatkan kebasahan dan kelembaban gambut.

Dengan adanya pembasahan kembali gambut diharapkan memberikan manfaat dalam jangka pendek, menengah maupun jangka panjang berupa antara lain:

1. Berkurangnya risiko kebakaran lahan dan hutan gambut;
2. Berkurangnya laju penurunan/pengamblesan tanah gambut (*land subsidence*),
3. Berkurangnya laju emisi gas rumah kaca (*greenhouse gases emissions*),
4. Terpulihnya fungsi hidrologis lahan gambut, dan
5. Percepatan proses restorasi gambut.

Pendekatan cara pemilihan jenis dan tipe infrastruktur pembasahan gambut beserta desainnya ditentukan oleh fungsi kawasan dimana kegiatan restorasi gambut dilaksanakan (Gambar 1).



GAMBAR 6 | Pendekatan cara pemilihan Jenis Infrastruktur Pembasahan Gambut berdasarkan fungsi Kawasan
(Sumber: Modul Pelatihan Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal Berbasis Masyarakat, 2017)

Untuk kawasan dengan **fungsi budidaya** maka tujuan pembangunan infrastruktur pembasahan gambutnya adalah untuk pengelolaan dan/atau pengaturan muka air (*water management*), sehingga jenis infrastrukturnya yang dibangun berupa sekat kanal (*canal blocking*) atau bangunan penahan air yang memiliki sistem pengaturan muka air (*water level control*) berupa peluap/pelimpah (*spillway*) kelebihan air. Tipe struktur sekat kanal atau bangunan penahan air tersebut dapat terbuat dari kayu yang dikombinasikan dengan bahan pengisi berupa karung tanah (*soil bag*), beton (*concrete*), pintu air (*water gate*), dan lain-lain, dengan ketentuan elevasi peluap tidak boleh lebih dalam dari 0,4 meter (>0.4 m) dari permukaan tanah gambut (sesuai ketentuan Peraturan Pemerintah Nomor 57 tahun 2016).

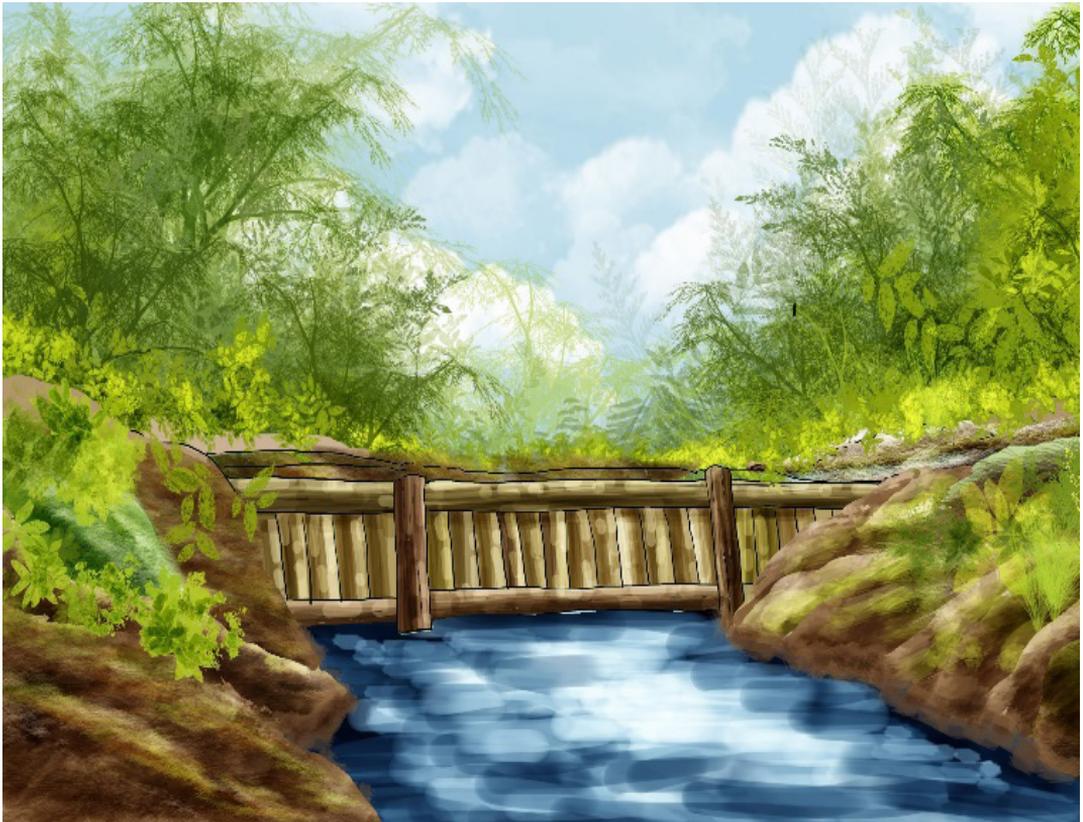
Sedangkan untuk **kawasan konservasi dan/atau lindung**, tujuan pembangunan infrastruktur pembasahan gambut adalah untuk konservasi air (*water management*) sehingga jenis infrastruktur yang dibangun dapat berupa sekat kanal (*canal blocking*) dan/atau bangunan penahan air dan penimbunan canal (*canal backfilling*). Karena itu, sekat kanal (*canal blocking*) dan penimbunan kanal (*canal backfilling*) tidak memerlukan sistem pengatur muka air (*water level control*) berupa peluap/pelimpah air (*spillway*), namun elevasi puncak dari bangunan infrastruktur pembasahan gambut tersebut disarankan tidak boleh lebih tinggi dari permukaan gambut agar menghindari terjadinya gerusan kesamping kiri dan kanan bangunan sekat yang menimbulkan kebocoran (*seepage*). Tipe struktur bangunan sekat kanal maupun penimbunan kanal harus bersifat ramah gambut dengan demikian tidak direkomendasikan bangunan berupa beton (*concrete*) dan sejenis yang tidak dapat menyatu dengan gambut di masa yang akan datang.

7.3.2 Teknik Pemilihan Tipe dan Desain Sekat Kanal Berdasarkan Fungsi Kawasan

Pemilihan jenis dan tipe sekat yang akan dibangun untuk restorasi gambut ditentukan oleh lokasi dimana sekat-sekat tersebut akan ditempatkan berdasarkan fungsi kawasannya. Lokasi restorasi gambut berdasarkan fungsi kawasan terdiri dari kawasan dengan fungsi konservasi/lindung dan fungsi budidaya. Kegiatan pembasahan gambut dengan teknik sekat kanal untuk kawasan dengan fungsi konservasi/lindung bertujuan untuk **konservasi air**, dengan demikian diharapkan tinggi muka air yang dipertahankan setinggi-tingginya mendekati muka gambut. Sementara itu, pembangunan sekat kanal pada kawasan budidaya bertujuan untuk **pengaturan muka air**, sehingga ambang batas muka air yang harus dipertahankan minimal 40 cm di bawah permukaan gambut (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 57 Tahun 2016). Berdasarkan kedua pendekatan tersebut maka pemilihan jenis dan tipe sekat kanal yang dibangun direkomendasikan mengikuti tujuan tersebut.

7.3.2.1 Kawasan Konservasi/Lindung

Jenis dan tipe sekat kanal yang direkomendasikan untuk kawasan dengan fungsi konservasi adalah sekat kanal tanpa pengatur muka air (peluap), khususnya sekat kayu, gambut yang dipadatkan, dan sekat karung tanah. Sekat kayu yang dibangun dapat berbentuk satu lapis dan multi-lapis tergantung dengan dimensi (lebar, dalam dan panjang) kanal dan besarnya debit air. Jenis dan tipe sekat dari batu, beton, bronjong dan pra-cetak tidak direkomendasikan pada kawasan konservasi/lindung karena dianggap kurang ramah dan tidak dapat menyatu dengan ekosistem gambut. Direkomendasikan juga bahwa elevasi puncak bagian konstruksi sekat yang ada di badan kanal tidak melebihi tinggi muka gambut atau tanggul kanal supaya menghindari terjadinya rembesan air di kiri-kanan kanal yang berpotensi merusak struktur sekat dimasa yang akan datang.



GAMBAR 7 | Model sekat tanpa peluap (spillway) di kawasan konservasi
(Sumber: Modul Pelatihan Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal Berbasis Masyarakat, 2017)

7.3.2.2 Kawasan dengan Fungsi Budidaya

Jenis dan tipe sekat yang direkomendasikan untuk kawasan budidaya terdiri dari sekat kayu, batu, beton, beton pra-cetak, dan pintu air. Sekat-sekat pada kawasan budidaya direkomendasikan memiliki perangkat pengatur muka air berupa peluap, namun elevasi peluap tidak boleh lebih dalam dari 40 cm sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2016 tentang pengelolaan dan perlindungan dan pengelolaan ekosistem gambut. Di samping untuk pengaturan tinggi muka air minimal yang harus dipertahankan, sistem peluap juga dimaksudkan untuk pengaturan jalur navigasi/transportasi di dalam kanal dan kegiatan-kegiatan penggunaan kanal lainnya.



GAMBAR 8 | Ilustrasi sekat kanal dengan sistem peluap di kawasan budidaya
(Sumber: Modul Pelatihan Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal Berbasis Masyarakat, 2017)

7.3.3 Teknik Pembasahan Kembali Lahan Gambut dengan Sekat Kanal (Canal Blocking)

Sekat kanal adalah bangunan penahan air yang dibangun di dalam badan kanal atau parit dengan tujuan untuk mengurangi laju aliran keluar dan mempertahankan dan/atau menaikkan simpanan air pada badan kanal dan daerah sekitarnya. Prinsip kerja sekat kanal adalah menahan dan menampung air selama mungkin di dalam wilayah KHG.



GAMBAR 9 | Gambar ilustrasi sekat kanal (canal blocking)



GAMBAR 10 | Gambar salah satu sekat kanal (canal blocking) di lapangan

Tipe dan jenis sekat kanal dapat dibedakan berdasarkan umur konstruksi, lokasi atau fungsi kawasan, jenis material dan struktur utama sekat. Teknik pembasahan gambut dengan sekat kanal dapat dilaksanakan di kawasan dengan fungsi budidaya maupun kawasan konservasi/lindung, dengan perbedaannya terletak pada perangkat pengatur muka air berupa peluap atau pelimpah air (*spillway*). Kriteria lokasi dan jenis kanal drainase yang perlu dilakukan pembuatan sekat kanal antara lain sebagai berikut:

1. Kanal yang disekat merupakan kanal drainase buatan (bukan sungai atau anak sungai alami) yang berlokasi di wilayah prioritas restorasi gambut baik pada kawasan dengan fungsi budidaya maupun fungsi konservasi/lindung;
2. Outlet dari jejaring kanal drainase buatan tersebut terhubung/terkoneksi langsung dengan drainase alami, seperti sungai, anak sungai dan danau;
3. Untuk kanal-kanal drainase yang berlokasi pada kawasan dengan fungsi budidaya maka sekat kanal yang dibangun perlu dilengkapi dengan alat pengatur muka air berupa peluap atau pelimpah air karena tujuan pembangunan sekat kanal pada kawasan budidaya adalah untuk pengelolaan muka air (*water management*). Catatan: bahwa elevasi peluap (*spillway*) tidak boleh lebih dari 40 cm dibawah permukaan gambut
4. Sedangkan untuk kanal-kanal drainase buatan yang berlokasi di kawasan konservasi/lindung maka sekat kanal yang dibangun tidak diperlukan alat pengatur muka air seperti peluap karena tujuan pembangunan sekat kanal adalah untuk konservasi air (*water conservation*) sehingga muka air dipertahankan setinggi mungkin mendekati muka tanah gambut. Catatan: disarankan agar elevasi puncak sekat kanal tidak lebih

- tinggi dari muka tanah gambut guna menghindari gerusan yang bisa menyebabkan kebocoran pada kiri-kanan sekat;
5. Prioritas kanal yang disekat adalah daerah-daerah yang rentan mengalami kekeringan (akibat adanya kanal) dan rentan terbakar; dan
 6. Kanal yang disekat tidak mengganggu jalur transportasi masyarakat (apabila kanal tersebut juga merupakan jalur navigasi masyarakat). Catatan: sekat kanal dapat dimodifikasi dengan *spillway* yang bisa digunakan untuk jalur transportasi seperti perahu, tual sagu, dan lain-lain.

Pembangunan sekat kanal sederhana dapat dikerjakan oleh masyarakat secara langsung karena desain dan teknik konstruksi sederhana serta bahan konstruksinya umumnya cukup tersedia di lokasi. Kendatipun desain dan proses pengerjaan sekat kanal sederhana relatif mudah dan praktis, namun demikian tetap diperlukan penyiapan kapasitas yang baik melalui kegiatan pelatihan teknis yang cukup agar konstruksinya tepat, efektif dan efisien untuk pemulihan hidrologi gambut.

Tipe dan jenis desain sekat kanal yang umumnya dipakai untuk penyekatan kanal atau parit di lahan gambut ada beberapa jenis berdasarkan umur rencana konstruksi, bahan dasar konstruksi, dan lokasi dimana sekat kanal tersebut dibangun (konservasi/lindung dan budidaya).

Berdasarkan umur konstruksi, tipe sekat kanal dapat dibedakan atas sekat kanal jangka pendek (sementara), sekat kanal jangka menengah (semi-permanen) dan sekat kanal jangka panjang (permanen). Sedangkan tipe sekat kanal berdasarkan bahan utama konstruksi terdiri dari sekat kayu (*wooden dam*), sekat karung tanah (*soil bag*), sekat beton (*concrete dam*), sekat batu (stone), sekat bronjong (*gabion*), sekat gambut yang dipadatkan (*compacted peat*), sekat pra-cetak (*precast*) dan tipe sekat pintu air (beton, baja, kayu).

7.3.3.1 Berdasarkan Umur Rencana Konstruksi

1. Jangka Pendek (Sementara)

Ada kalanya konstruksi sekat dibangun dengan durasi jangka pendek dan sementara dengan tujuan untuk mempertahankan dan menjaga tinggi muka air di kanal/saluran dan sekitarnya. Biasanya sekat jangka pendek ini dibangun dalam rangka antisipasi musim kemarau panjang dan/atau dibangun pada saat terjadi kebakaran hutan dan lahan gambut yang sifatnya sangat mendadak. Pertimbangan lain untuk membangun sekat sementara adalah karena keterbatasan anggaran, kendala kepemilikan tanah, dan aksesibilitas yang sulit untuk mobilisasi bahan dan alat dalam waktu cepat (Ng Kok Seng, 2011). Contoh sekat yang dibangun dengan durasi jangka pendek adalah sekat gambut yang dipadatkan, sekat kayu satu lapis, sekat karung tanah, dan lain-lain.

2. Jangka Menengah (Semi-Permanen)

Sekat semi permanen dirancang untuk umur konstruksinya antara 2-5 tahun. Bahan konstruksi sekat untuk umur dengan durasi menengah dapat berupa kayu kelas kuat dan awet (kategori 1-2) serta tahan air dengan keasaman tinggi seperti Belangiran (*Shorea belangiran*), gelam (*Melaleuca kajuputi*), pelawan (*Tristaniopsis sp*), resak (*Vatica wallichii*), rengas (*Gluta reinghas*), bangkirai (*Shorea laevis*), dan kayu-kayu lainnya. Struktur sekat dari kayu keras (*hardwood*) dikombinasikan dengan karung tanah mineral atau gambut

matang (saprik) memiliki daya tahan hingga 2-5 tahun. Sedangkan bahn konstruksi dari batu dengan disusun lepas dan ditumpuk dan diikat/dibungkus dengan bronjong/kawat (*gabions*) sesuai tinggi dan ukuran sekat yang diperlukan. Susunan batu-batu tersebut umumnya dilapisi dengan lembaran kedap air (*gotextile*) guna mengurangi rembesan melalui sekat (Ng Kok Seng, 2011). Contoh sekat semi permanen adalah sekat kayu dua lapis, sekat bronjong, dan lain- lain.

3. Jangka Panjang (Permanen)

Bahan tahan lama seperti beton bertulang, *cast-in-situ* atau *pre-cast* digunakan untuk struktur sekat permanen. Sebagai struktur, beton relatif sangat jauh lebih tahan lama dibandingkan bahan lain, dipertimbangkan bahwa struktur ini bisa dengan mudah bertahan lebih dari 5 tahun tanpa perbaikan (Ng Kok Seng, 2011). Contoh sekat yang jangka panjang adalah sekat beton, *pre-cast*, sekat kayu tiga lapis atau lebih, dan lain-lain.

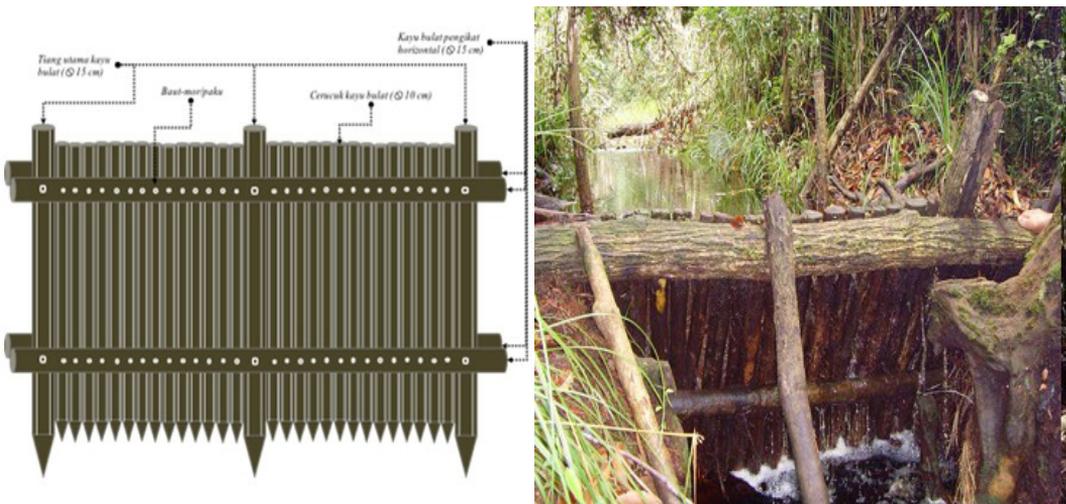
7.3.3.2 Berdasarkan Jenis Bahan Konstruksi

1. Jenis dan Tipe Sekat Kayu

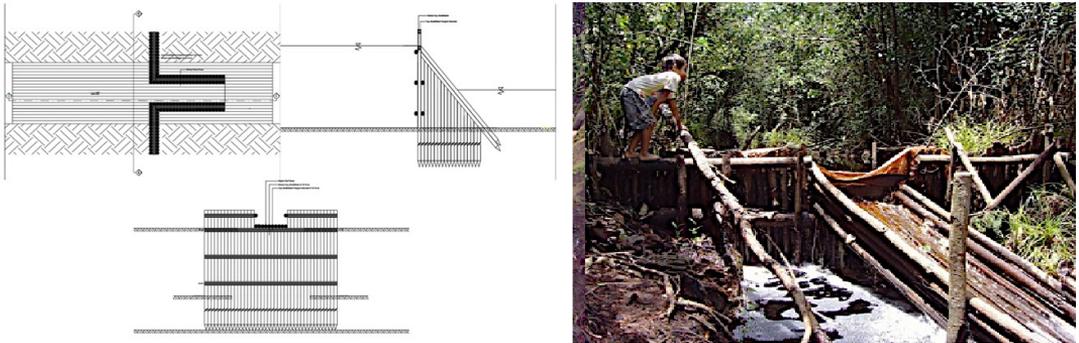
Sekat dengan bahan konstruksi struktur/rangka utama terbuat dari kayu (umumnya kayu bulat) terdiri dari dua jenis yaitu sekat dengan rangka satu lapis (*single sheet pile*) atau juga sering disebut *plank dam* dan multi-lapis (*multi-sheet piles*) (Stoneman dan Brooks, 1997; Suryadiputra, dan lain-lain, 2005, Dohong, 2016).

a. Sekat Kayu Bulat Satu Lapis (*Plank Dam*)

Tipe sekat kayu bulat satu lapis (*plank dam*) umumnya dipakai untuk kegiatan penyekatan kanal atau parit yang berdimensi kecil (lebar kanal kurang dari 2 meter), dengan debit air dan kecepatan air yang relatif sangat kecil. Sekat satu lapis dapat dilengkapi dengan perangkat peluap/pelimpah air (*spillway*) dan/atau tanpa peluap (*non-spillway*).



GAMBAR 11 | Contoh Tipe sekat satu lapis tanpa peluap (non-spillway)
(Foto & ilustrasi: Alue Dohong)

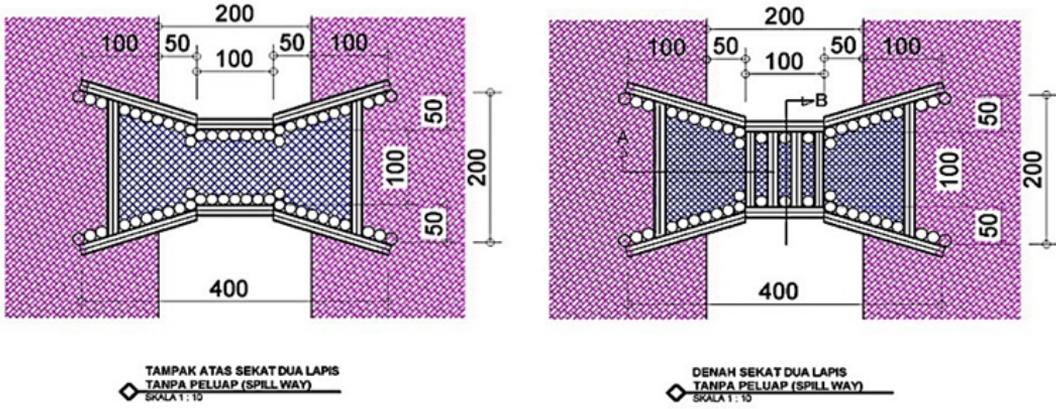


GAMBAR 12 | Contoh tipe sekat satu lapis dengan peluap
(desain: Lola C dan foto: Alue Dohong)

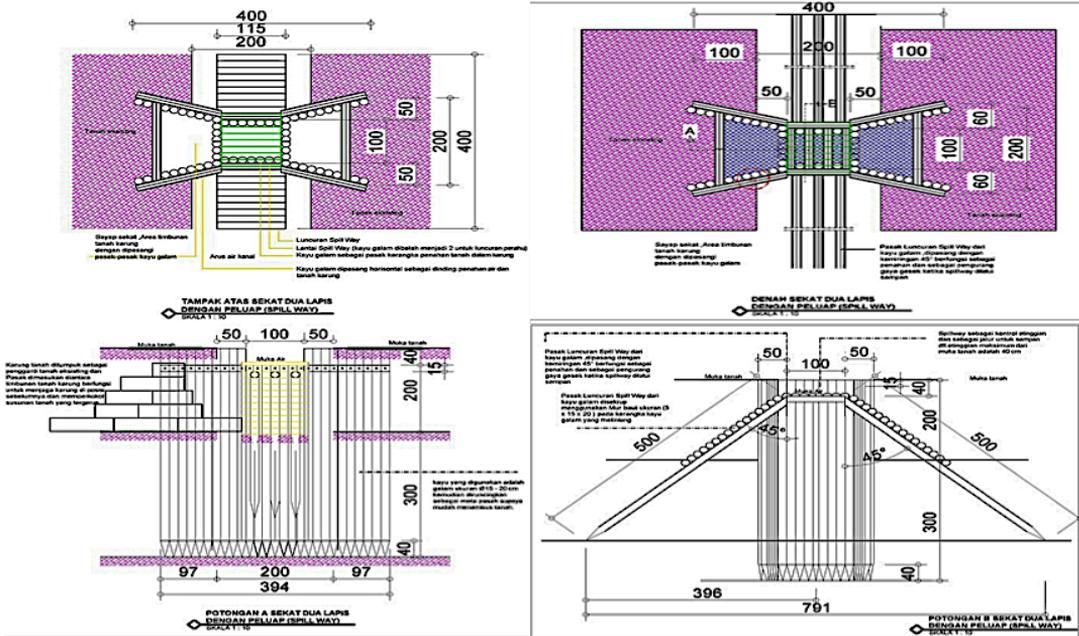
b. Sekat Kayu Multi-Lapis (*Multiple-sheet piles Dam*)

Sekat kayu dengan struktur kayu multi-lapis adalah sekat kayu (umumnya kayu bulat) yang dibangun dengan barisan/susunan vertikal kayu bulat (lebih dari satu susunan) dan diantara susunan barisan kayu bulat vertikal tersebut diisi dengan karung-karung tanah atau tanah gambut matang (hemik/saprik). Tujuan pembuatan struktur kayu multi-lapis adalah agar dapat menahan tekanan air dan debit air yang relatif lebih besar. Tipe sekat kayu multi-lapis umumnya dipakai untuk penyekatan kanal-kanal berdimensi besar (lebar kanal >5 meter). Tipe sekat kayu bulat multi-lapis dapat dilengkapi dengan perangkat peluap/pelimpah air maupun tanpa peluap.

Pengisian rongga diantara lapisan sekat kayu direkomendasikan menggunakan tanah mineral atau tanah gambut yang sudah matang (hemik/saprik). Tidak dianjurkan untuk menggunakan pasir karena umumnya pasir akan terbawa arus air apabila karung (sak) tanah pembungkusnya terkelupas dan membusuk. Di samping itu, pasir tidak bisa dijadikan media tanam yang baik bagi tumbuhan kayu kalau di atas sekat-sekat kayu tersebut ada perencanaan untuk dilakukan penanaman kayu sebagai penguat. Dianjurkan sebelum karung-karung tanah diisi agar di sepanjang dinding bagian dalam sekat kanal dua dan multi lapis dilapisi dengan *geotextile* atau terpal guna mengatasi/mengurangi rembesan air melalui karung-karung tanah yang ada.



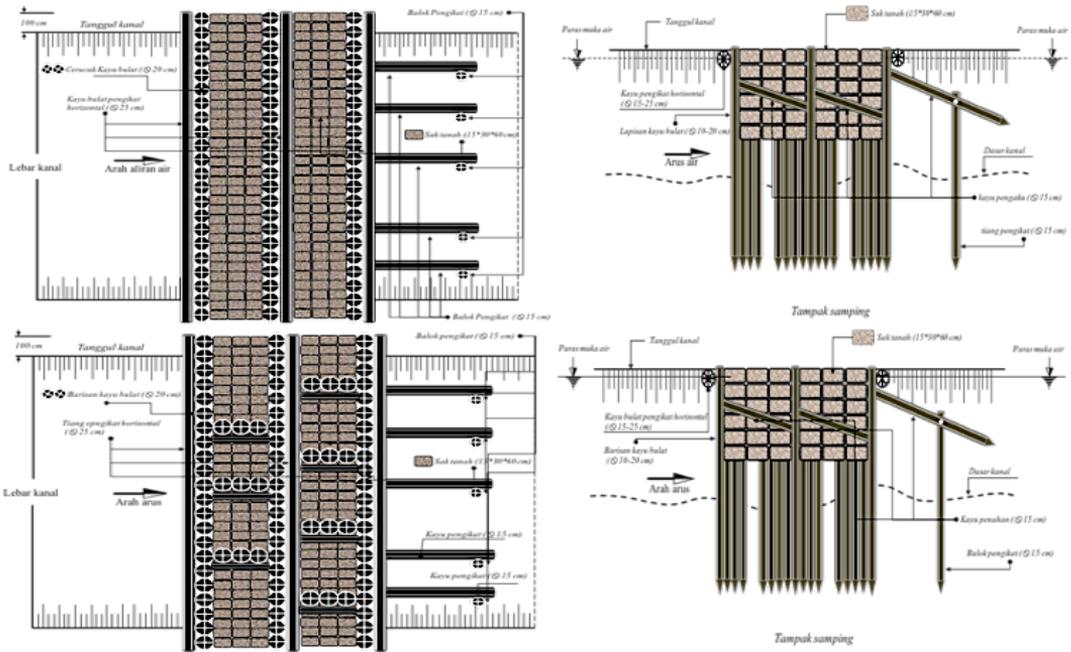
GAMBAR 12 | Contoh desain Sekat Kayu Dua Lapis tanpa Peluap (Spillway)



GAMBAR 13 | Contoh Gambar Desain Sekat Kayu Dua Lapis dengan Sistem Peluap (spillway)



GAMBAR 14 | Contoh gambar Sekat Kayu Dua Lapis dengan Sistem Peluap (spillway)



GAMBAR 15 | Contoh gambar desain Sekat Kayu Multilapis tanpa Peluap (Non-spillway)



GAMBAR 16 | Contoh gambar Sekat Kayu Multi-Lapis tanpa Peluap (Non-spillway)

2. Jenis dan Tipe Sekat Sak Tanah (*Soil bags Dam*)

Jenis dan tipe sekat kanal dengan karung tanah adalah sejumlah tanah (mineral/gambut matang) yang diisi ke dalam karung-karung (goni atau plastik) yang kemudian di dalam badan kanal sampai ketinggian tertentu dengan tujuan untuk menghambat arus dan mempertahankan muka air. Penggunaan sekat kanal tipe karung-karung tanah ini direkomendasikan hanya pada kanal-kanal berdimensi kecil (<2 meter) dan dangkal. Karung-karung tanah tersebut harus ditempatkan sampai masuk ke dalam tanah gambut, supaya tidak terjadi gerusan gambut pada dasar kanal maupun samping kiri dan kanan badan kanal. Sekat kanal dengan karung tanah lebih fleksibel dan murah karena bahan-bahan tanah pengisi umumnya tersedia di lokasi, namun umur konstruksi sekat jenis ini tidak relatif lama.



GAMBAR 17 | Jenis dan Tipe Sekat Kanal dengan Karung Tanah (soil bags)
(Foto: Ng Kok Seng, 2011)

3. Jenis dan Tipe Sekat dari Gambut yang dipadatkan (*compacted peat*)

Jenis dan tipe sekat yang dibangun dari gambut yang dipadatkan dilakukan dengan cara menumpukkan galian tanah gambut pada badan kanal kemudian dipadatkan dengan menggunakan *bucket excavator* atau *stamper* atau alat pemadat lainnya, sampai tingkat kepadatan dan kestabilan yang mampu untuk menahan arus dan mempertahankan muka air yang diinginkan. Dimensi *compacted peat* harus relatif cukup besar, proporsional dengan ukuran kanal agar konstruksinya kuat dan mampu menahan air.

Bahan tanah gambut yang dipadatkan direkomendasikan menggunakan gambut matang (*hemik/saprik*) dan bukan tanah gambut yang sudah mengalami kekeringan yang berulang karena tanah gambut yang demikian akan menolak menyerap air (*hydrophobic*). Sekat dari gambut yang dipadatkan ini diprediksikan sangat murah dan efisien karena bahan untuk sekat tersedia setempat dan tahapan konstruksinya tidak terlalu rumit. Sekat jenis ini dapat dibangun pada kanal-kanal berdimensi sedang hingga besar (>5 meter).

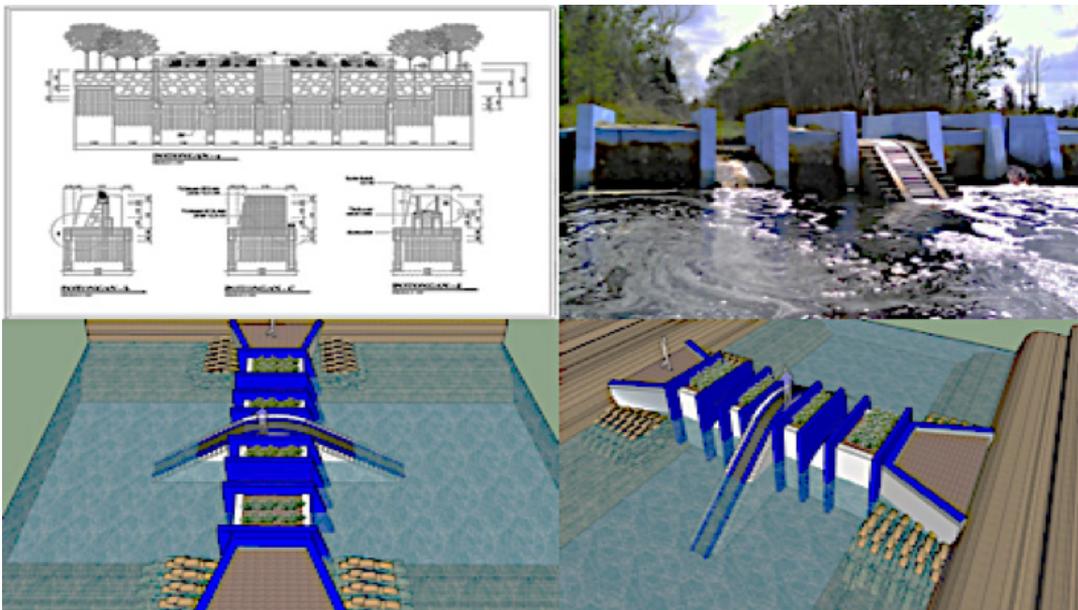


GAMBAR 18 | Contoh sekat kanal gambut yang dipadatkan
(Foto: Deltares)

4. Jenis dan Tipe Sekat Beton

Jenis dan tipe sekat dari beton digunakan untuk kanal yang besar/lebar (>15 meter) pada lokasi dengan kedalaman gambut tipis-sedang dan lapisan di bawah tanah gambut adalah mineral (*alluvial*), dimana daya dukung tanahnya sudah relatif kuat untuk menahan beban struktur bangunan beton tersebut. Sekat beton/bendung beton bertujuan untuk menahan aliran dan debit air yang relatif besar dan mempertahankan muka air secara maksimum.

Sekat beton dapat dilengkapi dengan perangkat pengatur muka air berupa peluap maupun tanpa peluap. Sekat beton dianjurkan dibangun pada kanal-kanal yang berdekatan dan bermuara pada sungai atau pantai. Sekat beton memiliki umur yang relatif lama dan daya tahan konstruksi yang kuat dibandingkan dengan sekat kayu atau gambut yang dipadatkan, akan tetapi biaya pembangunan sekat beton relatif mahal dan proses konstruksinya agak lebih rumit serta waktunya lebih panjang.



GAMBAR 19 | Tipe Sekat Beton yang dibangun eks PLG oleh Balai Rawa PU
(Triadi, 2015, 2016)



GAMBAR 20 | Sekat Kanal Beton
(BRGM, 2022)

5. Jenis dan Tipe Sekat Beton Pra-cetak (*Pre-cast*)

Jenis dan tipe sekat beton pra-cetak dibangun dengan beton pra-cetak yang sudah dibuat/dicetak terlebih dahulu dan dipasang pada badan kanal/saluran yang ingin disekat dengan tujuan untuk menahan aliran air keluar dan mempertahankan muka air pada badan sungai sesuai dengan yang diinginkan.

Sistem penahan beton pracetak terdiri dari rangkaian beton biasa yang terhubung dengan panel yang dibangun untuk mempertahankan dan menjaga elevasi air di hulu. Konstruksi sistem penahan beton pracetak ini lebih cepat dan lebih mudah. (Ng Kok Seng, 2011).



GAMBAR 21 | Sekat Kanal Precast
(BRGM, 2020)

6. Jenis dan Tipe Sekat Pintu Air

Jenis dan tipe sekat pintu air konstruksinya berupa bangunan pintu air (beton, kayu) yang ditempatkan pada badan kanal/saluran dengan tujuan untuk mengatur tinggi muka air pada kanal/saluran. Muka air di dalam kanal dapat diatur dengan cara menaikkan atau menurunkan pintu air pada tingkat yang dipersyaratkan/diinginkan. Pada jenis dan tipe sekat kanal dengan pintu air diperlukan operasional dengan mengatur bukan pintu air untuk menyesuaikan dengan besaran debit air yang mengalir di kanal.



GAMBAR 22 | Sekat Kanal dengan Pintu Air

(a) PT. Kimia Tirta Utama, Siak, Riau (2019); (b) PT. Tapian Nadengan (PT. SMART, Tbk), Seruyan Tengah, Pangkalanbun, Kalteng; (c) BRGM (2021)

a. Tahapan konstruksi

- 1) Pelaksanaan Mutual Check awal (*Shop Drawing*)
- 2) Pengadaan dan mobilisasi bahan, peralatan dan tenaga kerja.
- 3) Pekerjaan pembangunan struktur sekat;
- 4) Pemasangan pelapis kedap air (terpal, *geotextile*, dan lain-lain);
- 5) Pemasukan dan penimbunan tanah pengisi;
- 6) Pemasangan penutup peluap;

- 7) Pekerjaan perapihan; dan
- 8) Demobilisasi tenaga kerja dan peralatan; dan
- 9) Pengukuran Konstruksi terbangun (*As Built Drawing*)

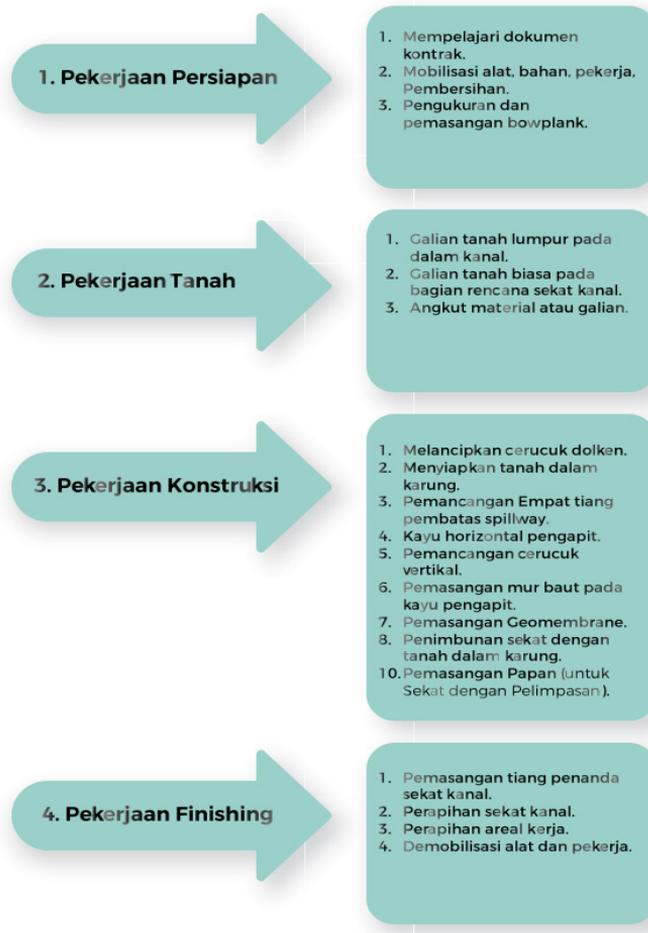
b. Tahapan pasca konstruksi

- 1) Operasional Sekat Kanal
- 2) Pemeliharaan Sekat Kanal
- 3) Monitoring dan evaluasi sekat kanal yang telah dibangun;

7.3.4 Pembangunan Sekat Kanal Semi Permanen (Kayu)

Tahapan Konstruksi Sekat Kanal Kayu

Tahapan pekerjaan dalam konstruksi sekat kanal kayu meliputi:



GAMBAR 23 | Tahapan dan Jenis Pekerjaan Konstruksi Sekat Kanal Kayu

7.3.4.1 Pekerjaan Persiapan

Tahapan ini merupakan pekerjaan awal yang harus dikerjakan oleh Pelaksana sebelum melakukan pekerjaan konstruksi utama, meliputi mempelajari dokumen kontrak, mobilisasi, pembersihan lapangan, pengukuran dan *bouwplank*.

a) Mobilisasi

Mobilisasi merupakan proses memindahkan alat, bahan dan pekerja dari luar lokasi menuju lokasi pekerjaan yang dapat dilakukan dengan jalur darat dan atau air dengan menyesuaikan kondisi lapangan.

Mobilisasi alat, bahan dan pekerja pembangunan sekat kanal dapat dilakukan dengan jalur air atau darat, namun pada saat musim kemarau sebagian besar kanal navigasi tidak dapat dilalui moda transportasi air sehingga mobilisasi dilakukan melalui jalur darat yang membutuhkan waktu yang lebih lama karena akses yang sulit.



GAMBAR 24 | Mobilisasi

b) Pembersihan Lapangan dan Pengupasan Tanah

Pembersihan lapangan dan pengupasan tanah, merupakan pekerjaan untuk mendapatkan tanah permukaan asli sebagai patokan permukaan atas badan dinding tanah, hal ini termasuk tebas tebang area lokasi dari tanaman dan tumbuhan di sekitar rencana pembuatan sekat kanal.



GAMBAR 25 | Pembersihan lapangan dan pengupasan tanah

c) Pengukuran dan Pemasangan *Bouwplank*

Pengukuran dan pemasangan *bouwplank* merupakan pekerjaan pembuatan pembatas yang dipakai untuk menentukan titik bidang kerja sesuai dengan gambar desain meliputi ukuran rencana perletakan sekat kanal dan pemancangan kayu cerucuk, elevasi serta perletakan pelimpas (*spillway*) dan sayap sekat kanal. Penentuan elevasi pelimpas ditentukan **40 cm** di bawah muka tanah asli di sekitar kanal.



GAMBAR 26 | Pengukuran dan pemasangan *Bouwplank*

7.3.4.2 Pekerjaan Tanah

Tahapan ini merupakan pekerjaan pemindahan tanah dari suatu lokasi ke lokasi lain untuk mempermudah pekerjaan konstruksi.

a) Galian Tanah Biasa

Galian Tanah Biasa sesuai ukuran desain gambar, untuk mempermudah memasang rangka kayu cerucuk, *geomembrane*, area pengisian karung tanah dan cerucuk pengunci sebagai pondasi sekat kanal.

b) Galian Tanah Lumpur

Galian Tanah Lumpur dilakukan berupa penggalian tanah di dalam kanal, dengan kedalaman sesuai gambar desain rencana yang digunakan sebagai area pengisian karung tanah dan cerucuk pengunci sebagai pondasi sekat kanal.

c) Angkut Material atau Galian

Angkut material/galian horizontal adalah mengangkut material galian ke luar area sekat kanal sejauh minimal 10 meter dari area sekat kanal rencana, hal ini supaya material galian tidak masuk kembali kedalam badan kanal.

7.3.4.3 Pekerjaan Konstruksi

Tahapan ini merupakan pekerjaan utama pembangunan infrastruktur pembasahan gambut.

a) Material Tanah dalam Karung

Pembungkusan material tanah ke dalam karung plastik ukuran 43 cm x 65 cm merupakan pekerjaan memasukkan material (tanah mineral/ lempung/ gambut matang/ dan lainnya) ke dalam karung plastik yang kemudian dijahit atau diikat rapat. Volume isian tanah dalam karung yaitu 2/3 dari volume total karung, hal ini untuk mempermudah pemadatan tanah dalam karung. Untuk beberapa lokasi yang sulit mendapatkan tanah mineral dapat menggunakan tanah gambut yang sudah matang.



GAMBAR 27 | Pembungkusan material tanah ke dalam karung

b) Pemasangan Kayu Cerucuk sebagai Pancang Tiang Sekat Kanal

Bahan utama sekat kanal adalah Kayu Keras Tahan Air (contoh: galam/bengkirai/mahang/dll) dengan diameter **10 cm** (12 - 15 cm) dan panjang 4 meter. Melancip dolken kayu cerucuk adalah pekerjaan melancipkan/meruncingkan cerucuk untuk memudahkan pemancangan dolken kayu ke dalam tanah gambut hingga tembus ke tanah mineral.



GAMBAR 28 | Pemasangan kayu cerucuk

c) Pemasangan Empat Tiang Vertikal

Pemasangan empat tiang vertikal sebagai batas antara bagian peluap, badan dan sayap tabat/sekat kanal (sesuai ukuran desain). Pada pemasangan empat tiang tersebut ditentukan juga elevasi pelimpas yaitu 40 cm di bawah permukaan tanah eksisting.



GAMBAR 29 | Pemasangan empat tiang vertikal

d) Pemasangan Kayu Horizontal

Pemasangan Kayu Horizontal berfungsi sebagai pengapit cerucuk dan mempermudah kesejajaran pemancangan. Kayu pengapit horizontal diikatkan dengan tiang-tiang utama. Setelah kayu horizontal pengapit terpasang, dapat dilakukan pemancangan kayu cerucuk vertikal di antara dua kayu pengapit horizontal tersebut sejajar dan rapat.



GAMBAR 30 | Pemasangan kayu horizontal

e) Teknik Pemancangan

Teknik pemancangan bisa ditekan, ditumbuk dengan Palu/ balok keras lainnya, atau memakai alat pembantu penumbuk berupa tripod untuk memudahkan mengayun penumbukan. **Pemancangan dolken kayu** cerucuk dilakukan secara **sejajar** dan **tersusun rapat** mengikuti dua kayu pengapit horizontal. Apabila kedalaman tanah keras lebih dalam dari panjang kayu cerucuk, diperlukan penyambungan 2 buah Dolken kayu cerucuk (disambung) sehingga sampai kedalaman tanah keras. Teknik Pemancangan dapat disesuaikan, tergantung kreasi/kebiasaan pekerja setempat.



GAMBAR 31 | Pemancangan dolken kayu cerucuk

f) Pekerjaan Bor

Untuk memperkuat ikatan antar kayu cerucuk maka dilakukan pekerjaan bor dan pemasangan mur dan baut antar pengapit kayu horizontal. Pemasangan mur baut dilakukan dengan jarak setiap 50 cm sepanjang kayu pengapit horizontal. Pemasangan mur dan baut dilakukan secara menerus dari kayu pengapit luar – cerucuk vertikal dan – kayu pengapit dalam.

g) Pemasangan Geomembrane 0,5 mm

Tujuan pemasangan *geomembrane* yaitu untuk mencegah terjadinya kebocoran aliran pada sekat kanal. Pemasangan *geomembrane* harus dilakukan secara baik yaitu dengan cara:

- Pemotongan *geomembrane* sesuai kebutuhan dimensi sekat kanal.
- Dipasang dan dihampar di sepanjang lokasi dolken kayu cerucuk tertanam sepanjang sayap kiri – badan pelimpas – sayap kanan, sebelah sisi dalam, pada bagian hulu kemudian dilanjutkan pada bagian hilir calon badan yang diisi karung tanah, dipasang tegak lurus sejajar dolken kayu cerucuk.
- Dapat diperkuat dengan memaku *geomembrane* pada dinding sekat kanal (kayu cerucuk) agar tidak mudah lepas.
- Setelah terpasang dengan baik, *geomembrane* ditimbun dengan tanah dalam karung.



GAMBAR 32 | Pemasangan *geomembrane*

h) Menurunkan Timbunan

Menurunkan material/galian vertikal adalah menurunkan karung-karung berisi tanah/lempung/gambut matang sebagai bahan pengisi sekat kanal.



GAMBAR 33 | Penurunan material

i) Pemasangan Peluncur

Pemasangan Peluncur bertujuan untuk meredam energi air sehingga mengurangi terjadinya gerusan di hilir sekat kanal dan memudahkan moda transportasi air melintasi sekat kanal. Pekerjaan peluncur dimulai dengan memancang penyangga peluncur miring sampai ke dalam tanah keras, kemudian memasang barisan kayu bulat horizontal, yang dipaku pada kayu penyangga peluncur dengan lebar sesuai pada gambar rencana. Jika tidak memungkinkan memancang cerucuk penyangga peluncur secara langsung (satu-persatu) di dalam kanal, maka dapat dilakukan dengan merangkai penyangga peluncur terlebih dahulu yang kemudian dipancang ke dalam kanal.



GAMBAR 34 | Pemasangan peluncur

j) Pemasangan Papan (Sekat Kanal Pelimpasan)

Tujuan pemasangan papan untuk menutup permukaan cerucuk agar terlihat rata dan rapi. Papan kayu ukuran 2/20 kelas IV dipasang melintang sekat kanal pada bagian lantai pelimpas, lantai peluncur hulu dan hilir, pengunci sekat, dan penutup cerucuk atas. Pemasangan papan dilakukan dengan memaku papan ke kayu cerucuk, dipasang rapi sesuai gambar rencana.



GAMBAR 35 | Pemasangan papan

7.3.4.4 Pekerjaan Lain-lain/Finishing

Tahapan ini merupakan proses paling akhir dari keseluruhan pekerjaan untuk melengkapi dan merapikan pekerjaan utama.

a) Tiang dan Penanda Sekat Kanal

Tiang yang dipasang berbahan pipa galvanis, dan penanda dari plat bertuliskan notasi dari sekat kanal yang terbangun. Untuk memperkuat tiang penanda sekat kanal tersebut, maka diberi dudukan cor beton agar tidak mudah roboh.

b) Pembuatan Dudukan Beton Tiang Penanda

- Beton cor yang digunakan untuk membuat dudukan tiang penanda dari beton campuran 1 *Portland Cement* : 4 Pasir Beton : 5 Kerikil (Mutu Beton K-100 dengan dimensi menyesuaikan spesifikasi teknis.
- Setelah dudukan beton tersebut kering, maka bekisting dibongkar.
- Pada saat penyelesaian pekerjaan, tempat kerja harus ditinggal dalam keadaan bersih dan mengembalikan yang tidak dibutuhkan ke kondisi semula.
- Sebelum demobilisasi (pengembalian alat) dilakukan, semua lokasi Sekat Kanal harus diperiksa ulang untuk mengetahui kerusakan fisik yang mungkin ditemukan. Sampah dan sisa material dari pekerjaan sekat kanal harus dibersihkan.

c) Penanaman

Penanaman pada bagian badan sekat kanal sangat dianjurkan guna mempercepat perkuatan tanah timbunan. Pemilihan tanaman sebaiknya merupakan tanaman endemik atau tanaman perkuatan tanah seperti *pandanus*.



GAMBAR 36 | Penanaman

7.3.5 Pembangunan Sekat Kanal Permanen Beton

Tahapan pekerjaan dalam konstruksi sekat kanal beton meliputi:



GAMBAR 37 | Tahapan dan Jenis Pekerjaan Konstruksi Sekat Kanal Beton

7.3.5.1 Pekerjaan Persiapan

Tahapan ini merupakan pekerjaan awal yang harus dikerjakan oleh Pelaksana sebelum melakukan pekerjaan konstruksi utama, meliputi mempelajari dokumen kontrak, mobilisasi, pembersihan lapangan, pengukuran dan *bouwplank*.

a) Mobilisasi

Mobilisasi merupakan proses memindahkan alat, bahan dan pekerja dari luar lokasi menuju lokasi pekerjaan yang dapat dilakukan dengan jalur darat dan atau air dengan menyesuaikan kondisi lapangan. Mobilisasi alat, bahan dan pekerja pembangunan sekat kanal dapat dilakukan melalui jalur air dan atau jalur darat, namun pada saat musim kemarau sebagian besar kanal navigasi surut dan tidak dapat dilalui moda transportasi air sehingga mobilisasi dilakukan melalui jalur darat yang membutuhkan waktu yang lebih lama karena akses yang sulit.



GAMBAR 38 | Mobilisasi alat, bahan, dan pekerja

b) Pembersihan Lapangan dan Pengupasan Tanah

Pembersihan lapangan dan pengupasan tanah, merupakan pekerjaan untuk mendapatkan tanah permukaan asli sebagai patokan permukaan atas badan dinding tanah, hal ini termasuk tebas tebang area lokasi dari tanaman dan tumbuhan disekitar rencana pembuatan sekat kanal.



GAMBAR 39 | Pembersihan lapangan dan pengupasan tanah

c) Pengukuran dan Pemasangan *Bouwplank*

Pengukuran dan pemasangan *bouwplank* merupakan pekerjaan pembuatan pembatas yang dipakai untuk menentukan titik bidang kerja sesuai dengan gambar desain meliputi ukuran rencana peletakan sekat kanal dan pemancangan kayu cerucuk, elevasi serta peletakan pelimpas (*spillway*) dan sayap sekat kanal. Penentuan elevasi pelimpas ditentukan 40 cm dibawah muka tanah asli di sekitar kanal.



GAMBAR 40 | Pengukuran dan pemasangan bouwplank

d) Pengeringan atau “Coffering dan Dewatering”

Pekerjaan *dewatering* merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mengalihkan air melalui saluran pengelak dan mengeringkan lokasi pekerjaan sekat kanal sehingga tidak mengganggu proses pelaksanaan konstruksi. Pekerjaan tersebut meliputi pembuatan saluran pengelak, *cofferdam* berupa *kistdam soil bag* dengan kerangka kayu dan terpal, termasuk menyiapkan operasional pompa selama pekerjaan *dewatering*, guna pengurasan air karena rembesan.

**GAMBAR 41** | Pengeringan

7.3.5.2 Pekerjaan Tanah

Tahapan ini merupakan pekerjaan pemindahan tanah dari suatu lokasi ke lokasi lain untuk mempermudah pekerjaan konstruksi.

a) Galian Tanah Biasa

Galian Tanah Biasa sesuai ukuran desain gambar, untuk mempermudah pembangunan pondasi sekat kanal, pemasangan bekisting dan pengecoran dinding sekat kanal.

b) Galian Tanah Lumpur

Galian Tanah Lumpur dilakukan berupa penggalian tanah di dalam kanal, dengan kedalaman sesuai gambar desain rencana yang digunakan sebagai pembangunan pondasi sekat kanal berupa penetrasi cerucuk dan *sloof* serta dinding sekat kanal.

c) Angkut Material atau Galian

Angkut material atau galian adalah mengangkut material galian ke luar area sekat kanal sejauh minimal **10 meter** dari area sekat kanal yang ingin dibangun, hal ini supaya material galian tidak masuk kembali kedalam badan kanal.



GAMBAR 42 | Pekerjaan tanah

7.3.5.3 Pekerjaan Konstruksi

Tahapan ini merupakan pekerjaan utama pembangunan infrastruktur pembasahan gambut.

a) Material Tanah dalam Karung

Pembungkusan material tanah ke dalam karung plastik ukuran 43 cm x 65 cm merupakan pekerjaan memasukkan material (tanah mineral/ lempung/ gambut matang/ dan lainnya) ke dalam karung plastik yang kemudian dijahit atau diikat rapat. Volume isian tanah dalam karung yaitu 2/3 dari volume total karung, hal ini untuk mempermudah pemadatan tanah dalam karung. Untuk beberapa lokasi yang sulit mendapatkan tanah mineral dapat menggunakan tanah gambut yang sudah matang.



GAMBAR 43 | Pembungkusan material ke dalam karung

b) Pemasangan Kayu Cerucuk sebagai Pancang Tiang Sekat Kanal

Bahan utama sekat kanal adalah Kayu Keras Tahan Air (contoh: galam/bengkirai/ dan lainnya) dengan diameter **10 cm** (12 - 15 cm) dan panjang 4 meter. Melancip dolken kayu cerucuk adalah pekerjaan melancip/ meruncingkan cerucuk untuk memudahkan pemancangan dolken kayu ke dalam tanah gambut hingga tembus ke tanah mineral.



GAMBAR 44 | Pemasangan kayu cerucuk

c) Pemasangan pasak Cerucuk Tiang Pancang

Cerucuk Kayu Keras Tahan Air dipancang setiap minimal 0,5 meter pada rencana pondasi *sloof* beton. Cara pemasangan cerucuk ini bisa ditekan, ditumbuk dengan Palu/balok keras lainnya, atau memakai alat pembantu penumbuk berupa tripod untuk memudahkan mengayun penumbukan. Cerucuk kayu digunakan sebagai pasak penahan di bawah *sloof*.



GAMBAR 45 | Pemasangan pasak cecuruk tiang pancang

d) Pembuatan Bekisting

Bekisting digunakan sebagai cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan gambar kerja. Pada saat pembuatan bekisting diberi pelapis plastik dan minyak bekisting agar mudah pada saat pembongkaran, sehingga dapat digunakan kembali. Jika bekisting memungkinkan untuk digunakan kembali, harus di bersihkan terlebih dahulu sebelum di pasang.



GAMBAR 46 | Pembuatan bekisting

e) Pembesian Sekat Kanal

Pembesian digunakan dengan tulangan utama diameter 12 mm dan tulangan sengkang 10 mm dengan jarak 150 mm. pekerjaan pembesian meliputi dinding, *sloof*, plat lantai dan seluncur. Setelah pembesian tulangan selesai dilakukan, maka tulangan tersebut dimasukkan ke dalam bekisting dan diberi celah untuk selimut beton $\pm 2,5$ cm.



GAMBAR 47 | Pembesian sekat kanal

f) Pengecoran Beton *Sloof*, Dinding, Pelimpasan dan Peluncur

Beton yang akan digunakan dibuat dengan campuran 1 Pc : 2 Ps : 3 Kr. Campuran beton yang telah selesai dibuat kemudian dituangkan ke dalam bekisting secara merata dan dipadatkan dengan cara ditusuk-tusuk menggunakan alat sederhana berupa besi beton (\pm 1.5m) agar tidak ada rongga yang tersisa.



GAMBAR 48 | Pengecoran Beton Sloof, Dinding, Pelimpasan dan Peluncur

g) Pekerjaan *Curing*

Proses *curing* beton dilaksanakan dengan cara melapisi kain/ karung basah/ langsung memercikkan air secara teratur ke permukaan beton yang sudah tercor, dimulai setelah umur beton lebih dari 8 jam setelah *setting* dalam cetakannya (waktu *setting* beton dalam cetakan 1 – 3 jam setelah dicor). *Curing* dilakukan selama setidaknya 7 hari pada pagi dan sore untuk menjaga kelembaban beton dan mencegah beton terlalu cepat kering oleh cuaca.

**GAMBAR 49** | Pekerjaan curing

h) Mengisi Rongga Sekat Kanal dengan Soil bag

Setelah konstruksi badan sekat kanal selesai di kerjakan maka rongga sekat kanal pada bagian sayap dan pelimpasan harus di isi dengan *soil bag* hingga penuh. *Soil bag* tersebut disusun rapat kemudian di timbun dengan tanah timbunan.



GAMBAR 50 | Pengisian rongga sekat kanal dengan *soil bag*

i) Pengecoran Lantai Sayap Sekat Kanal

Beton yang akan digunakan dibuat dengan campuran 1 Pc : 2 Ps : 3 Kr. Campuran beton yang telah selesai dibuat kemudian dituangkan ke dalam bekisting secara merata dan dipadatkan dengan cara ditusuk-tusuk menggunakan alat sederhana berupa besi beton agar tidak ada rongga yang tersisa. Pengecoran lantai sayap sekat kanal dilakukan hingga merata dengan tebal lantai sebesar 12 cm.



GAMBAR 51 | Pengecoran lantai sayap sekat kanal

j) Pembongkaran *Bekisting*

Bekisting yang sudah terisi campuran beton yang sudah mengeras dapat dilepas menggunakan alat bantu seperti palu, linggis, dan lainnya. Pembongkaran bekisting dilakukan secara hati-hati agar permukaan beton tidak rusak dan bekisting dapat digunakan kembali.



GAMBAR 52 | Pembongkaran bekisting

7.3.5.4 Pekerjaan Lain-lain/Finishing

Tahapan ini merupakan proses paling akhir dari keseluruhan pekerjaan untuk melengkapi dan merapikan pekerjaan utama.

a) Pembongkaran *Kistdam*

Setelah semua pekerjaan selesai dikerjakan, *kistdam* sementara yang digunakan untuk *dewatering* dibongkar dan saluran pengelak ditutup/ ditimbun kembali seperti semula.

b) Tiang dan Penanda Sekat Kanal

Tiang yang dipasang berbahan pipa galvanis, dan penanda dari plat bertuliskan notasi dari sekat kanal yang terbangun. Untuk memperkuat tiang penanda sekat kanal tersebut, maka diberiudukan cor beton agar tidak mudah roboh.

c) Pembuatan Dudukan Beton Tiang Penanda

Beton cor yang digunakan untuk membuat dudukan tiang penanda dari beton campuran 1 *Portland Cement* (Pc): 4 Pasir Kasar untuk Beton (Ps) : 5 Kerikil (Kr) dengan Mutu Beton K-100 dan dimensi menyesuaikan spesifikasi teknis. Setelah dudukan beton tersebut kering, maka bekisting dibongkar. Pada saat penyelesaian pekerjaan, tempat kerja harus ditinggal dalam keadaan bersih dan mengembalikan yang tidak dibutuhkan ke kondisi semula.

Sebelum demobilisasi (pengembalian alat) dilakukan, semua lokasi Sekat Kanal harus diperiksa ulang untuk mengetahui kerusakan fisik yang mungkin ditemukan. Sampah dan sisa material dari pekerjaan sekat kanal harus dibersihkan.

d) Penanaman

Penanaman pada bagian badan sekat kanal sangat dianjurkan guna mempercepat perkuatan tanah timbunan. Pemilihan tanaman sebaiknya merupakan tanaman endemik atau tanaman perkuatan tanah seperti *pandanus*.

7.3.6 Pembangunan Sekat Kanal Permanen Panel Pra-cetak

Tahapan pekerjaan dalam konstruksi sekat kanal Panel Pra-Cetak sebagaimana terdapat pada Gambar 55.



GAMBAR 53 | Tahapan dan Jenis Pekerjaan Konstruksi Sekat Kanal Panel Pra-Cetak

7.3.6.1 Pekerjaan Persiapan

Tahapan ini merupakan pekerjaan awal yang harus dikerjakan oleh Pelaksana sebelum melakukan pekerjaan konstruksi utama, meliputi mempelajari dokumen kontrak, mobilisasi, pembersihan lapangan, pengukuran dan *bouwplank*.

a) Mobilisasi

Mobilisasi merupakan proses memindahkan alat, bahan dan pekerja dari luar lokasi menuju lokasi pekerjaan yang dapat dilakukan dengan jalur darat dan atau air dengan menyesuaikan kondisi lapangan. Mobilisasi alat, bahan dan pekerja pembangunan Sekat Kanal dapat dilakukan melalui jalur air dan/atau jalur darat, namun pada saat musim kemarau sebagian besar kanal navigasi tidak dapat dilalui moda transportasi air sehingga mobilisasi dilakukan melalui jalur darat yang membutuhkan waktu yang lebih lama karena akses yang sulit.



GAMBAR 54 | Mobilisasi

b) Pembersihan Lapangan dan Pengupasan Tanah

Merupakan pekerjaan untuk mendapatkan tanah permukaan asli sebagai patokan permukaan atas badan dinding tanah, hal ini termasuk tebas tebang area lokasi dari tanaman dan tumbuhan di sekitar rencana pembuatan sekat kanal.

c) Pengukuran dan Pemasangan *Bouwplank*

Pengukuran dan pemasangan *Bouwplank* merupakan pekerjaan pembatas yang dipakai untuk menentukan titik bidang kerja sesuai dengan gambar desain meliputi ukuran rencana perletakan dan pemancangan pvc beton bertulang, elevasi dan perletakan pelimpas (*spillway*), sayap sekat kanal. Penentuan elevasi pelimpas ditentukan 40 cm dibawah muka tanah asli di sekitar kanal.



GAMBAR 55 | Pengukuran dan Pemasangan *Bouwplank*

d) Pengeringan atau *Coffering* dan *Dewatering*

Pekerjaan *dewatering* merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mengalihkan air melalui saluran pengelak dan mengeringkan lokasi pekerjaan sekat kanal sehingga tidak mengganggu proses pelaksanaan konstruksi. Pekerjaan tersebut meliputi pembuatan saluran pengelak, *cofferdam* berupa *kistdam soil bag* dengan kerangka kayu dan terpal, termasuk menyiapkan operasional pompa selama pekerjaan *dewatering*, guna pengurusan kembali karena rembesan.



GAMBAR 56 | Pengeringan atau Coffering dan Dewatering

7.3.6.2 Pekerjaan Pabrikasi

Tahapan ini merupakan pekerjaan pembuatan material beton pracetak sebagai bahan utama konstruksi, berupa panel beton bertulang pracetak dan cerucuk pipa beton bertulang.

a) Persiapan Pabrikasi PVC Beton Bertulang

Lokasi pabrikasi harus dibersihkan dari tanaman maupun sampah. Langkah pabrikasi dan persiapan Cerucuk Pipa PVC Beton bertulang adalah sebagai berikut:

- Pembuatan perancah dari kayu dengan ukuran menyesuaikan jumlah pipa PVC yang akan di buat, sebagai sandaran atau penjepit Pipa PVC saat pengecoran.
- Membuat lubang sedalam 50 cm sepanjang area gelar PVC untuk membantu menjepit semua Pipa PVC saat pengecoran.
- Potong pipa pvc sesuai gambar rencana yaitu dengan panjang 2 meter.
- Pipa PVC bagian bawah diiris miring dua sisi (runcing) sepanjang 20 cm dan ditutup dengan karung/terpal/plastik atau papan yang ditutup rapat, hal ini dimaksudkan agar beton tidak keluar saat pengecoran dan menghasilkan PVC beton bertulang yang runcing.
- Pipa PVC bagian atas dibuat lubang yang kemudian disisipkan besi d8 panjang 15 cm sebagai pegangan (*handle*) untuk memudahkan mobilisasi atau pemancangan.



GAMBAR 57 | Persiapan Pabrikasi PVC Beton Bertulang

b) Persiapan Pabrikasi Cetakan Panel Pracetak

Pembuatan bekisting/ cetakan menggunakan Multiplek Phenolith sesuai gambar kerja, bekisting dirakit dan disambung/dipaku sedemikian rupa untuk membentuk ruang cetakan dalam yang rata, rapi dan diperkuat dengan kayu kaso sebagai rangka luar/ dinding cetakan dan pegangan.



GAMBAR 58 | Persiapan Pabrikasi Cetakan Panel Pracetak

c) Pembesian Panel

Pembuatan tulangan untuk panel pracetak menggunakan besi *wiremesh* d 6 mm – 15 cm yang dipotong sesuai ukuran pada gambar kerja.



GAMBAR 59 | Pembesian panel

d) Pembesian Pipa PVC Beton

Untuk tulangan Pipa PVC Beton Bertulang terdiri atas 3 batang besi polos/ ulir diameter 8 mm sepanjang 2 meter sebagai tulangan utama. Sedangkan untuk tulangan sengkang berbentuk segitiga sama sisi memakai besi diameter 6 mm yang dipasang pada tulangan berjarak setiap 25 cm sepanjang 2 meter tulangan utama.



GAMBAR 60 | Pembesian Pipa PVC Beton

e) Pengecoran Pipa PVC dan Panel Pracetak

Campuran beton yang digunakan untuk Pipa PVC dan Panel Pracetak menggunakan rasio takaran 1 PC : 2 Ps Beton: 3 Kr, campuran material beton dibuat sesuai desain dan dicampur menggunakan alat takar dan alat campur atau mesin mixer/ molen ataupun dapat dicampur manual.



GAMBAR 61 | Pengecoran Pipa PVC dan Panel Pracetak

Adapun langkah pengecoran pada Panel Pracetak dan Pipa PVC Beton sebagai berikut:

- Pengecoran Panel Pracetak
 - Melumuri cetakan/ bekisting panel dengan minyak bekisting, untuk memudahkan pelepasan cetakan.
 - Memasukkan tulangan wiremesh d 6 mm kedalam bekisting.
 - Pastikan jarak antara tulangan wiremesh dengan bekisting minimal 2,5 cm. Dapat dibantu dengan mengganjal wiremesh dengan tahu beton.
 - Pengecoran dilakukan bertahap dan dipadatkan dengan besi atau sendok semen untuk memenuhi semua rongga.
 - Setelah beton terisi penuh sampai ketebalan rencana, permukaan atas dihaluskan dengan bantuan sendok semen.



GAMBAR 62 | Pengecoran panel pracetak

- Pengecoran Pipa PVC Beton
 - Pastikan Pipa PVC Beton berdiri kuat dan diapit oleh perancah dengan baik.
 - Penuangan material campuran beton kedalam Pipa PVC 1-2 ember terlebih dahulu sampai bagian runcing bawah terisi beton.
 - Masukkan tulangan pipa pvc beton yang sudah dirakit kedalam pipa pvc.
 - Penuangan material campuran beton kedalam Pipa PVC bertahap sampai penuh.
 - Pastikan beton padat, dengan cara menusuk-nusuk dengan bantuan besi d8 panjang 2 meter untuk meminimalisir rongga dalam Pipa PVC beton.



GAMBAR 63 | Pengecoran Pipa PVC beton

f) Perawatan/ Curing Beton

Proses *curing* beton dilaksanakan dengan cara melapisi kain/ karung basah/ langsung memercikkan air secara teratur ke permukaan beton yang sudah tercor, dimulai setelah umur beton lebih dari 8 jam setelah setting dalam cetakannya (waktu setting beton dalam cetakan 1 – 3 jam setelah dicor). *Curing* dilakukan selama setidaknya 7 hari pada pagi dan sore untuk menjaga kelembaban beton dan mencegah beton terlalu cepat kering oleh cuaca.

7.3.6.3 Pekerjaan Tanah

Tahapan ini merupakan pekerjaan pemindahan tanah dari suatu lokasi ke lokasi lain untuk mempermudah pekerjaan konstruksi.

a) Galian Tanah Biasa

Galian Tanah Biasa sesuai ukuran desain gambar, untuk mempermudah memasang pancang pipa PVC beton sebagai pondasi dan pembuatan *sloof*, tiang/ kolom serta pemasangan panel pracetak.

b) Galian Tanah Lumpur

Galian Tanah Lumpur dilakukan berupa penggalian tanah di dalam kanal, dengan kedalaman sesuai gambar desain rencana yang digunakan sebagai area pemasangan panel pracetak dan pancang PVC beton sebagai pondasi sekat kanal.



GAMBAR 64 | Galian tanah lumpur

c) Angkut Material atau Galian

Angkut material/galian horizontal adalah mengangkut material galian ke luar area sekat kanal sejauh minimal 10 meter dari area sekat kanal yang ingin dibangun, hal ini supaya material galian tidak masuk kembali kedalam badan kanal.

7.3.6.4 Pekerjaan Konstruksi

Tahapan ini merupakan pekerjaan utama pembangunan Sekat kanal beton Pracetak berupa pembuatan tiang, konstruksi sayap dan badan sekat.

a) Mobilisasi Panel Pracetak dan Pipa PVC Beton

Beton pracetak yang telah memenuhi umur beton untuk siap dipakai (± 28 hari) kemudian dapat dilansir/ diangkut dari tempat pabrikan menuju lokasi sekat kanal, proses lansir beton pracetak ini dilakukan secara hati-hati menggunakan alat bantu seperti gerobak dorong dan tali untuk mencegah patah/rusaknya beton panel pracetak.



GAMBAR 65 | Mobilisasi Panel Pracetak dan Pipa PVC Beton

b) Pemancangan Pipa PVC Beton Bertulang

Pemancangan Pipa PVC beton bertulang dipancang sesuai gambar denah rencana dimulai dari as sekat kanal. Cara pemasangan pancang pvc beton bertulang ini bisa ditekan, ditumbuk dengan Palu/balok keras lainnya, atau memakai alat pembantu penumbuk berupa tripod.



GAMBAR 66 | Pemancangan Pipa PVC Beton Bertulang

c) Pekerjaan Konstruksi Sloof 20/30

Setelah tahapan pabrikasi selesai, tahapan selanjutnya yaitu konstruksi *Sloof* 20/30, dengan tahapan sebagai berikut:

- Pembuatan bekisting *Sloof* dimensi 20 cm x 30 cm menggunakan multiplek plywood sesuai dengan gambar rencana.
- Pada dasar bekisting dibuat lubang untuk memasukkan besi dari cerucuk PVC, agar konstruksi pondasi monolid.
- Dimensi tulangan *sloof* yaitu 15 cm x 25 cm dengan besi utama d 12 mm dan beugel/senggang d 8 mm.
- Pemasangan tulangan kolom dengan dimensi dan jarak sesuai gambar rencana, tulangan kolom dan *sloof* menyatu agar konstruksi lebih kokoh.
- Setting bekisting *sloof* sesuai dengan gambar rencana dan ketinggian dasar dan permukaan *sloof* seragam, dengan bantuan benang ukur untuk mendapatkan ketinggian yang sama.
- Pengecoran *Sloof* 20/30 sesuai dengan spesifikasi teknis yaitu dengan campuran beton 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil.



GAMBAR 67 | Pekerjaan Konstruksi Sloof 20/30

d) Pekerjaan Konstruksi Kolom

Tahapan konstruksi kolom adalah sebagai berikut:

- Diawali dengan pembuatan bekisting Kolom sesuai dengan gambar rencana menggunakan multiplek *phenolith*.
- Tinggi kolom pengunci 205 cm dengan rencana 200 cm sebagai baris Panel dan 5 cm teratas untuk kunci Panel.
- Setting bekisting kolom harus cermat dengan memperhatikan kesejajaran, ketegak lurusan, dan jarak antar kolom, dengan bantuan benang ukur dan unting-unting (bandul tukang).
- Pengecoran Kolom sesuai dengan spesifikasi teknis yaitu dengan campuran beton 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil dan untuk menjaga selimut beton sesuai dengan keinginan diberikan tahu beton.
- Selama proses pengecoran perlu untuk memadatkan beton dengan cara menusuk-nusuk dengan besi, untuk mengurangi rongga pada beton.
- Setelah umur beton 4 hari, pembongkaran bekisting di lakukan dengan hati-hati untuk menjaga beton tidak bergetar atau terganggu.
- Setelah pembongkaran beton kolom dirapikan untuk membuat bagian permukaan lebih mudah untuk dipasang panel.



GAMBAR 68 | Pekerjaan Konstruksi Kolom

e) Material Tanah dalam Karung

Pembungkusan material ke karung plastik ukuran 43 cm x 65 cm merupakan pekerjaan memasukkan material (tanah mineral/ lempung/ gambut matang/ dan lainnya) kedalam karung plastik yang kemudian dijahit atau diikat rapat. Volume isian tanah dalam karung yaitu 2/3 dari volume total karung, hal ini untuk mempermudah pemadatan tanah dalam karung. Untuk beberapa lokasi yang sulit mendapatkan tanah mineral dapat menggunakan tanah gambut yang sudah matang.



GAMBAR 69 | Pembungkusan material ke dalam karung plastik

f) Pemasangan Geotekstil

- Pemasangan geotekstil bertujuan untuk meminimalisir kebocoran pada sekat kanal. Adapun langkah untuk pemasangan lapisan geotekstil adalah sebagai berikut:
- Pemotongan geotekstil sesuai kebutuhan dimensi sekat kanal.
- Dipasang dan dihampar sepanjang sayap kiri – badan pelimpas – sayap kanan, sebelah sisi dalam, pada bagian hulu kemudian dilanjutkan pada bagian hilir calon badan yang diisi karung tanah.
- Dapat diperkuat dengan memaku geotekstil pada dinding sekat kanal (kolom) agar tidak mudah lepas.
- Setelah terpasang dengan baik, geotekstil di timbun dengan tanah dalam karung.

**GAMBAR 70** | Pemasangan geotekstil

g) Pemasangan Panel Pracetak

Panel pracetak dapat dipasang secara manual atau dengan bantuan tripod dan katrol, penyusunan unit beton panel pracetak dipasang secara horizontal, kemudian dilanjutkan penyusunan lapis demi lapis. Saat pemasangan perhatikan antar susunan panel pracetak dan kolom agar saling mengikat/ mengunci untuk menghindari kelemahan sambungan pasangan dan potensi kebocoran dinding sekat kanal.



GAMBAR 71 | Pemasangan panel pracetak

h) Menurunkan Timbunan

Menurunkan material/galian vertikal adalah menurunkan karung-karung berisi tanah/ lempung/ gambut matang sebagai bahan pengisi sekat kanal.

i) Pemasangan Panel Lantai Pelimpasan dan Peluncur

Pekerjaan Pemasangan Panel lantai pelimpasan, setelah dilakukan penimbunan tanah pada bagian pelimpasan dengan tanah urug dalam karung (*soil bag*) dan tanah urug pada bagian atas untuk mengisi rongga antar *soil bag*. Setelah cukup padat dan rata panel lantai pelimpasan dapat di pasang.



GAMBAR 72 | Pemasangan Panel Lantai Pelimpasan dan Peluncur

Pekerjaan Pemasangan Panel Peluncur, Pemasangan Peluncur bertujuan untuk meredam energi air sehingga mengurangi terjadinya gerusan di hilir sekat kanal dan memudahkan moda transportasi air melintasi sekat kanal. Penyusunan Panel Pracetak Peluncur dilakukan dengan cara manual oleh tenaga manusia, penyusunan panel dilakukan dengan hati-hati sampai panjang kolom peluncur dengan dasar pada *sloof* peluncur (5 susun panel).



GAMBAR 73 | Penyusunan Panel Pracetak Peluncur

j) Pekerjaan Lapisan Anti Bocor

Penambahan lapisan anti bocor bertujuan untuk mengurangi rongga (kebocoran) sambungan antar beton pracetak dengan beton cor setempat.

Campuran lapisan anti bocor dibuat dengan campuran semen dan *additive* anti bocor (Sika, Damdex, dll). Pekerjaan lapisan anti bocor di aplikasikan pada rongga antara *Sloof* – Panel, Panel – panel, panel – kolom, panel lantai pelimpasan, panel peluncur.



GAMBAR 74 | Pekerjaan lapisan anti bocor

k) Pembuatan Balok Pengaku

Pembuatan balok pengaku sekat kanal bertujuan untuk memperkuat konstruksi sayap sekat kanal, dengan dimensi 10 cm x 10 cm dengan tulangan besi d 6 mm dan campuran beton 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil sesuai dengan gambar rencana.



GAMBAR 75 | Pembuatan balok pengaku

Setelah beton pada balok pengaku sudah cukup kering, bekisting dapat di bongkar secara hati-hati.

7.3.6.5 Pekerjaan Lain- lain/Finishing

Tahapan ini merupakan proses paling akhir dari keseluruhan pekerjaan untuk melengkapi dan merapikan pekerjaan utama.

a) Pembongkaran Kistdam

Setelah semua pekerjaan selesai dikerjakan, *kistdam* sementara yang digunakan untuk dewatering dibongkar dan saluran pengelak ditutup/ di timbun kembali seperti semula.

b) Tiang dan Penanda Sekat Kanal

Tiang yang dipasang berbahan pipa galvanis, dan penanda dari plat bertuliskan notasi dari sekat kanal yang terbangun. Untuk memperkuat tiang penanda sekat kanal tersebut, maka diberi dudukan cor beton agar tidak mudah roboh.

c) Pembuatan Dudukan Beton Tiang Penanda

Beton cor yang digunakan untuk membuat dudukan tiang penanda dari beton campuran 1 *Portland Cement* (Pc): 4 Pasir (Ps) Beton : 5 Kerikil (Kr) (Mutu Beton K-100) dengan dimensi menyesuaikan spesifikasi teknis. Setelah dudukan beton tersebut kering, maka bekisting dibongkar. Pada saat penyelesaian pekerjaan, tempat kerja harus ditinggal dalam keadaan bersih dan mengembalikan yang tidak dibutuhkan ke kondisi semula. Sebelum demobilisasi (pengembalian alat) semua lokasi Sekat Kanal harus diperiksa ulang untuk mengetahui kerusakan fisik yang mungkin ditemukan. Bila terdapat kerusakan fisik Pelaksana wajib memperbaiki/ memperkuat bangunan sekat kanal tersebut.

d) Penanaman

Penanaman pada bagian badan sekat kanal sangat dianjurkan guna mempercepat perkuatan tanah timbunan. Pemilihan tanaman sebaiknya merupakan tanaman endemik atau tanaman perkuatan tanah seperti *pandanus*.

7.3.7 Pembangunan Sekat Kanal Permanen *Hollow block* Pra-cetak

Tahapan pekerjaan dalam konstruksi sekat kanal *Hollow block* Pra-Cetak disajikan pada Gambar 78.



GAMBAR 76 | Tahapan dan Jenis Pekerjaan Konstruksi Sekat Kanal Hollow block Pra-Cetak

7.3.7.1 Pekerjaan Persiapan

Tahapan ini merupakan pekerjaan awal yang harus dikerjakan oleh Pelaksana sebelum melakukan pekerjaan konstruksi utama, meliputi mempelajari dokumen kontrak, mobilisasi, pembersihan lapangan, pengukuran dan *bouwplank*.

a) Mobilisasi

Mobilisasi merupakan proses memindahkan alat, bahan dan pekerja dari luar lokasi menuju lokasi pekerjaan yang dapat dilakukan dengan jalur darat dan atau air dengan menyesuaikan kondisi lapangan.

Mobilisasi alat, bahan dan pekerja pembangunan sekat kanal dapat dilakukan melalui jalur air dan atau jalur darat, namun pada saat musim kemarau sebagian besar kanal navigasi surut dan tidak dapat dilalui moda transportasi air sehingga mobilisasi dilakukan melalui jalur darat yang membutuhkan waktu yang lebih lama karena akses yang sulit.



GAMBAR 77 | Mobilisasi

b) Pembersihan Lapangan dan Pengupasan Tanah

Pembersihan lapangan dan pengupasan tanah, merupakan pekerjaan untuk mendapatkan tanah permukaan asli sebagai patokan permukaan atas badan dinding tanah termasuk tebas tebang area lokasi dari tanaman dan tumbuhan disekitar rencana pembuatan sekat kanal.



GAMBAR 78 | Pembersihan Lapangan dan Pengupasan Tanah

c) Pengukuran dan Pemasangan *Bouwplank*

Pengukuran dan pemasangan *bouwplank* merupakan pekerjaan pembuatan pembatas yang dipakai untuk menentukan titik bidang kerja sesuai dengan gambar desain meliputi ukuran rencana perletakan sekat kanal dan pemancangan kayu cerucuk, elevasi serta perletakan pelimpas (*spillway*) dan sayap sekat kanal. Penentuan elevasi pelimpas ditentukan 40 cm di bawah muka tanah asli di sekitar kanal.



GAMBAR 79 | Pengukuran dan Pemasangan *Bouwplank*

d) Pengeringan atau “Coffering dan Dewatering”

Pekerjaan *dewatering* bertujuan untuk mengeringkan lokasi pekerjaan sekat kanal sehingga tidak mengganggu proses pelaksanaan konstruksi dengan cara mengalihkan air melalui saluran pengelak. Pekerjaan tersebut meliputi pembuatan saluran pengelak, *cofferdam* berupa *kistdam soil bag* dengan kerangka kayu dan terpal, termasuk menyiapkan operasional pompa selama pekerjaan *dewatering*, guna pengurasan air karena rembesan.



GAMBAR 80 | Pengeringan atau “Coffering dan Dewatering”

7.3.7.2 Pekerjaan Pabrikasi

Tahapan ini merupakan pekerjaan pembuatan material beton pracetak sebagai bahan utama konstruksi, berupa *hollow block* beton bertulang pracetak dan cerucuk pipa beton bertulang.

a) Persiapan Pabrikasi PVC Beton Bertulang

Lokasi pabrikasi harus dibersihkan dari tanaman maupun sampah. Langkah pabrikasi dan persiapan Cerucuk Pipa PVC Beton bertulang adalah sebagai berikut:

- Pembuatan perancah dari kayu dengan ukuran menyesuaikan jumlah pipa PVC yang akan di buat, sebagai sandaran atau penjepit Pipa PVC saat pengecoran.
- Membuat lubang sedalam 50 cm sepanjang area gelar PVC untuk membantu menjepit semua Pipa PVC saat pengecoran.
- Pipa PVC bagian bawah diiris miring dua sisi (*runcing*) sepanjang 20 cm dan ditutup dengan karung/terpal/plastik atau papan yang ditutup rapat. Hal ini dimaksudkan agar beton tidak keluar saat pengecoran dan menghasilkan PVC Beton Bertulang yang runcing.
- Pipa PVC bagian atas dibuat lubang yang kemudian di sisipkan besi d8 panjang 15 cm sebagai pegangan (*handle*) untuk memudahkan mobilisasi atau pemancangan.



GAMBAR 81 | Persiapan Pabrikasi PVC Beton Bertulang

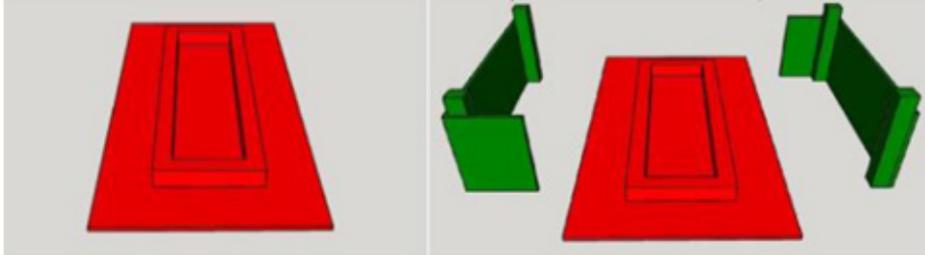
b) Persiapan Pabrikasi Cetakan *Hollow block*

Pembuatan bekisting/cetakan menggunakan Multiplek *Phenolith* sesuai gambar kerja, bekisting dirakit dan disambung/dipaku sedemikian rupa untuk membentuk ruang cetakan dalam yang rata, rapi dan diperkuat dengan kayu kaso sebagai rangka luar/ dinding cetakan dan pegangan. Urutan pemasangan dari bekisting *hollow block* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



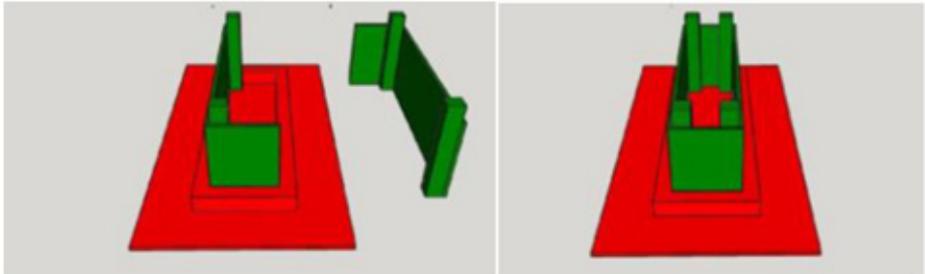
GAMBAR 82 | Persiapan Pabrikasi Cetakan Hollow block

Urutan pemasangan/pabrikasi cetakan hollow block disajikan dalam Gambar 83



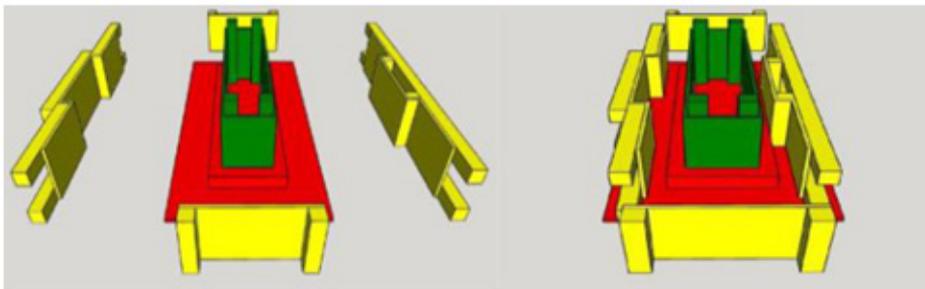
1. Set Dasar Cetakan

2. Set Cetakan Hollow



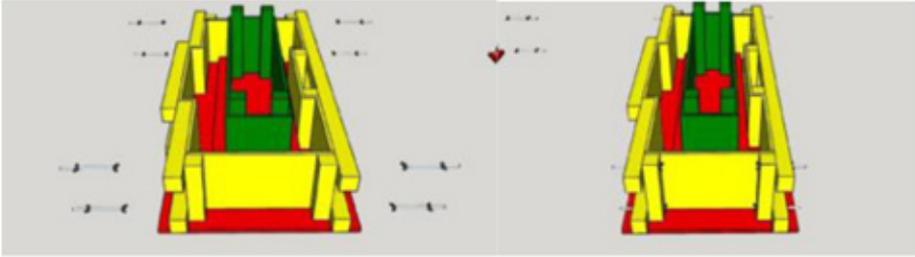
3. Set Cetakan Hollow

4. Set Cetakan Hollow



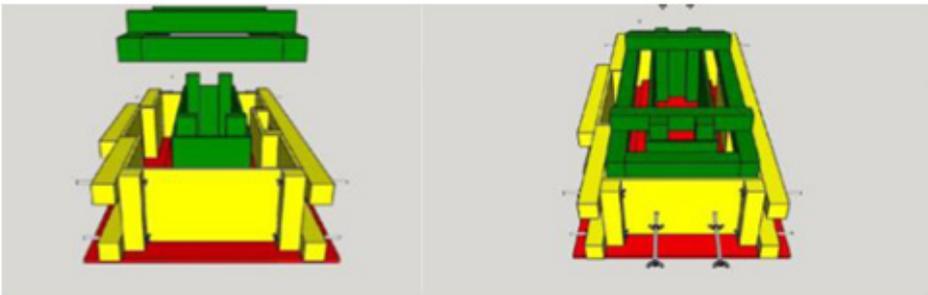
5. Set Badan Cetakan

6. Set Badan Cetakan



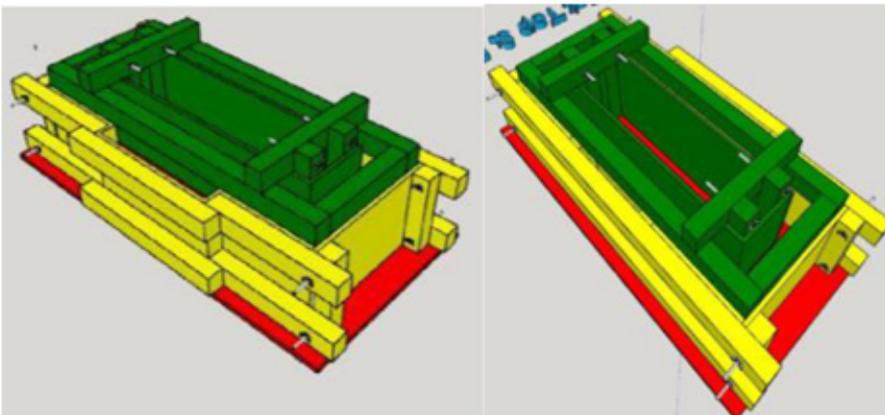
7. Set Badan Cetakan & Mur

8. Set Badan Cetakan & Mur



9. Set Cetakan Atas

10. Set Cetakan Atas & Mur



11. Model Cetakan

10. Set Cetakan Badan & Atas

GAMBAR 83 | Urutan pemasangan dari bekisting hollow block

c) Pembesian Hollow block

Pembuatan tulangan untuk *hollow block* pracetak menggunakan besi wiremesh d 6 mm – 15 cm yang dipotong dan dibentuk dengan cara ditekuk dan di ikat sesuai ukuran pada gambar kerja pada Gambar 86.



GAMBAR 84 | Pembesian *Hollow block*

d) Pembesian Pipa PVC Beton

Untuk tulangan Pipa PVC Beton Bertulang terdiri atas 3 batang besi polos/ ulir diameter 8 mm sepanjang 2 meter sebagai tulangan utama. Sedangkan untuk tulangan sengkang berbentuk segitiga sama sisi memakai besi diameter 6 mm yang dipasang pada tulangan berjarak setiap 25 cm sepanjang 2 meter tulangan utama.



GAMBAR 85 | Pembesian pipa PVC beton

e) Pengecoran Pipa PVC dan Hollow block

Campuran beton yang digunakan untuk Pipa PVC dan Panel Pracetak menggunakan rasio takaran 1 : 2 : 3 (Portland Cement : Pasir Beton : Kerikil). Campuran material beton dibuat sesuai desain dan dicampur menggunakan alat takar dan alat campur atau mesin mixer/ molen ataupun dapat dicampur manual.



GAMBAR 86 | Pengecoran pipa PVC dan Hollow block

Adapun langkah pengecoran pada *Hollow block* Beton Pracetak dan Pipa PVC Beton adalah sebagai berikut:

- Pengecoran *Hollow block* Pracetak
 - Melumuri cetakan/bekisting panel dengan minyak bekisting, untuk memudahkan pelepasan cetakan.
 - Memasukkan tulangan wiremesh diameter 6 mm kedalam bekisting/ cetakan.
 - Pastikan jarak antara tulangan wiremesh dengan bekisting minimal 2,5 cm. Dapat dibantu dengan mengganjal wiremesh dengan tahu beton.
 - Pengecoran dilakukan bertahap dan dipadatkan dengan besi atau sendok semen untuk memenuhi semua rongga.
 - Setelah terisi penuh sampai ketebalan rencana, permukaan atas dihaluskan dengan bantuan sendok semen.



GAMBAR 87 | Pengecoran Hollow blok pracetak

- Pengecoran Pipa PVC Beton
 - Pastikan Pipa PVC Beton berdiri kuat dan diapit oleh perancah dengan baik.
 - Penuangan material campuran beton kedalam Pipa PVC 1-2 ember terlebih dahulu sampai bagian runcing bawah terisi beton.
 - Masukkan tulangan pipa PVC beton yang sudah dirakit kedalam pipa PVC.
 - Penuangan material campuran beton kedalam Pipa PVC bertahap sampai penuh.
 - Pastikan beton padat, dengan cara menusuk-nusuk dengan bantuan besi diameter 8 panjang 2 meter untuk meminimalisir rongga dalam Pipa PVC beton.



GAMBAR 88 | Pengecoran Pipa PVC Beton

- Perawatan/*Curing* Beton
Proses *curing* beton dilaksanakan dengan cara melapisi kain/ karung basah/ langsung memercikkan air secara teratur ke permukaan beton yang sudah tercor, dimulai setelah dicor lebih dari 8 jam, setelah itu disetting dalam cetaknya (waktu setting beton dalam cetakan 1 – 3 jam setelah dicor). *Curing* dilakukan minimal 7 hari pada pagi dan sore untuk menjaga kelembaban beton dan mencegah beton terlalu cepat kering.



GAMBAR 89 | Perawatan/*curing* beton

7.3.7.3 Pekerjaan Tanah

Tahapan ini merupakan pekerjaan pemindahan tanah dari suatu lokasi ke lokasi lain untuk mempermudah pekerjaan konstruksi.

a) Galian Tanah Biasa

Galian Tanah Biasa sesuai ukuran desain gambar, untuk mempermudah memasang pancang pipa PVC beton sebagai pondasi dan Menyusun beton pracetak *hollow block*.

b) Galian Tanah Lumpur

Galian Tanah Lumpur dilakukan berupa penggalian tanah di dalam kanal, dengan kedalaman sesuai gambar desain rencana yang digunakan sebagai area pemasangan beton pracetak hollowblock dan pancang PVC beton sebagai pondasi sekat kanal.

c) Angkut Material atau Galian

Angkut material/galian horizontal adalah mengangkut material galian ke luar area sekat kanal sejauh minimal 10 meter dari area sekat kanal yang ingin dibangun, hal ini supaya material galian tidak masuk kembali ke dalam badan kanal.

7.3.7.4 Pekerjaan Konstruksi

Tahapan ini merupakan pekerjaan utama pembangunan Sekat Kanal *Hollow Block* Pracetak berupa pembuatan tiang, konstruksi sayap dan badan sekat, meliputi:

a) Mobilisasi *Hollow block* dan Pipa PVC Beton

Beton pracetak yang telah memenuhi umur beton untuk siap dipakai (± 28 hari) kemudian dapat dilansir/ diangkut dari tempat pabrikasi menuju lokasi sekat kanal, proses lansir beton pracetak ini dilakukan secara hati-hati menggunakan alat bantu seperti gerobak dorong dan tali untuk mencegah patah/rusaknya beton *hollow block* pracetak.



GAMBAR 90 | Mobilisasi *Hollow Block* dan Pipa PVC Beton

b) Pemancangan Pipa PVC Beton Bertulang

Pemancangan Pipa PVC beton bertulang dipancang sesuai gambar denah rencana dimulai dari as sekat kanal. Cara pemasangan pancang PVC beton bertulang ini bisa ditekan, ditumbuk dengan Palu/balok keras lainnya, atau memakai alat pembantu penumbuk berupa tripod.



GAMBAR 91 | Pemancangan Pipa PVC Beton Bertulang

c) Pemasangan *Hollow Block* Pracetak

Hollow Block Beton pracetak dapat dipasang secara manual atau dengan bantuan tripod dan katrol, penyusunan unit beton pracetak dipasang secara horizontal, kemudian dilanjutkan penyusunan lapis demi lapis. Saat pemasangan perhatikan antar susunan *hollow block* agar saling mengikat/ mengunci untuk menghindari kelemahan sambungan pasangan dan potensi kebocoran dinding sekat. Beton Pracetak pada susunan paling dasar dicor beton sehingga mengikat ke tiang pancang PVC beton.



GAMBAR 92 | Pemasangan *Hollow block* Pracetak

d) Penimbunan Ruang *Hollow block*

Penimbunan ruang pada *hollow block* pracetak bertujuan untuk menambah kekuatan sekat kanal dan mengurangi kebocoran. Penimbunan dengan tanah mineral/ lempung/ liat/ gambut matang sampai pada elevasi puncak sekat kanal.



GAMBAR 93 | Penimbunan Ruang Hollow Block

e) Pemasangan Peluncur

Pemasangan Peluncur bertujuan untuk meredam energi air sehingga mengurangi terjadinya gerusan di hilir sekat kanal dan memudahkan moda transportasi air melintasi sekat kanal.

Adapun tahapan pembuatan peluncur pada sekat kanal *Hollow Block* pracetak adalah sebagai berikut:

- Ukur jarak dan panjang peluncur sesuai dengan gambar rencana dengan memasang benang ukur.
- Pemasangan Pipa PVC Beton sebagai cerucuk pondasi.
- Pembuatan bekisting *sloof* gantung ukuran 20/30 dengan tulangan utama diameter 10mm dan sengkang diameter 8mm.
- Pembuatan bekisting peluncur yang dihubungkan dengan *sloof* gantung
- Pengecoran Peluncur sesuai dengan spesifikasi teknis yaitu dengan campuran beton 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil, yang dipadatkan dengan cara menusuk-nusuk dengan besi, kemudian permukaan atasnya diratakan dan dihaluskan dengan sendok semen.
- Setelah beton cukup kering, pembongkaran bekisting dilakukan dengan hati-hati untuk menjaga beton tidak terganggu.



GAMBAR 94 | Pembuatan peluncur

7.3.7.5 Pekerjaan Lain- lain/Finishing

Tahapan ini merupakan proses paling akhir dari keseluruhan pekerjaan untuk melengkapi dan merapikan pekerjaan utama, sebagai berikut:

a) Pembongkaran Kistdam

Setelah semua pekerjaan selesai dikerjakan, kistdam sementara yang digunakan untuk dewatering dibongkar dan saluran pengelak ditutup/ di timbun kembali seperti semula.

b) Tiang dan Penanda Sekat Kanal

Tiang yang dipasang berbahan pipa galvanis, dan penanda dari plat bertuliskan notasi dari sekat kanal yang terbangun. Untuk memperkuat tiang penanda sekat kanal tersebut, maka diberi dudukan cor beton agar tidak mudah roboh.

c) Pembuatan Dudukan Beton Tiang Penanda

Beton cor yang digunakan untuk membuat dudukan tiang penanda dari beton campuran 1 Pc : 4 Ps : 5 Kr (Mutu Beton K-100) dengan dimensi menyesuaikan spesifikasi teknis. Setelah dudukan beton tersebut kering, maka bekisting dibongkar. Pada saat penyelesaian pekerjaan, tempat kerja harus dalam keadaan bersih sebelum ditinggalkan. Sebelum demobilisasi (pengembalian alat) semua lokasi Sekat Kanal harus diperiksa ulang untuk mengetahui kerusakan fisik yang mungkin ditemukan. Apabila terdapat kerusakan fisik, Pelaksana wajib memperbaiki/ memperkuat bangunan sekat kanal tersebut.

d) Penanaman

Penanaman pada bagian badan sekat kanal sangat dianjurkan guna mempercepat kekuatan tanah timbunan. Pemilihan tanaman sebaiknya merupakan tanaman endemik atau tanaman kekuatan tanah seperti *pandanus*.

7.4 Pasca Konstruksi

Sekat kanal yang telah dibangun perlu dipelihara untuk menjaga keberfungsianya, pemeliharaan dapat dilakukan oleh Institusi yang bertanggungjawab atau Kelompok Masyarakat atas kegiatan pembangunan infrastruktur sekat kanal untuk pembasahan lahan gambut.

7.4.1 Pekerjaan Operasional

Sekat Kanal dengan pintu air diperlukan operasional untuk mengatur tinggi muka air pada saat banjir, pada saat musim kering dan atau pada saat digunakan sebagai jalur transportasi masyarakat. Operasional sekat kanal dengan pintu air dilakukan secara mandiri oleh masyarakat yang memanfaatkannya.

7.4.2 Pemeliharaan Sekat Kanal

Sekat Kanal yang telah dibangun perlu dilakukan kegiatan pemeliharaan secara rutin dan berkala agar sekat-sekat tersebut tetap berfungsi secara optimal dan tindakan dini perusakan sekat dapat diminimalisir. Perubahan cuaca dan bertambahnya umur konstruksi akan menyebabkan kerusakan pada sekat kanal. Pemeliharaan sekat tersebut dapat dilakukan dengan penambahan material pengisi (karung tanah), penggantian bahan kayu sekat yang rusak, dan penanaman tumbuhan lokal (*endemis*) untuk memperkuat konstruksi sekat kanal dan daya dukung tanah gambut disekitar sekat. Pemeliharaan sekat kanal bisa dilakukan oleh kelompok yang membangun sekat kanal atau komunitas sekitar yang dekat dengan lokasi sekat kanal yang dibangun.



GAMBAR 95 | Kegiatan pemeliharaan dan penanaman di atas sekat kanal

7.4.2.1 Pengelolaan Aset

Pemeliharaan sekat kanal di tujukan kepada sekat-sekat yang jelas kepemilikannya apakah Pemerintah pusat dan/ atau daerah, perusahaan swasta, atau masyarakat. Manajemen aset sekat kanal bermanfaat sebagai dasar pengambilan keputusan pembiayaan demi mencapai tujuan pemeliharaan fungsi dan kinerja sekat. Dengan keputusan yang tepat ini, pemilik sekat kanal bisa mengelola, menjaga dan memelihara sekat kanal secara efektif dan efisien.

Kegiatan manajemen aset sekat kanal dapat membantu pemilik sekat untuk memilih apakah sekat yang telah dibangun akan dipertahankan hingga masa pakainya habis, menambah kuantitasnya atau justru mengganti sekat tersebut demi meningkatkan fungsi dan kinerja. Tujuan manajemen aset sekat kanal adalah:



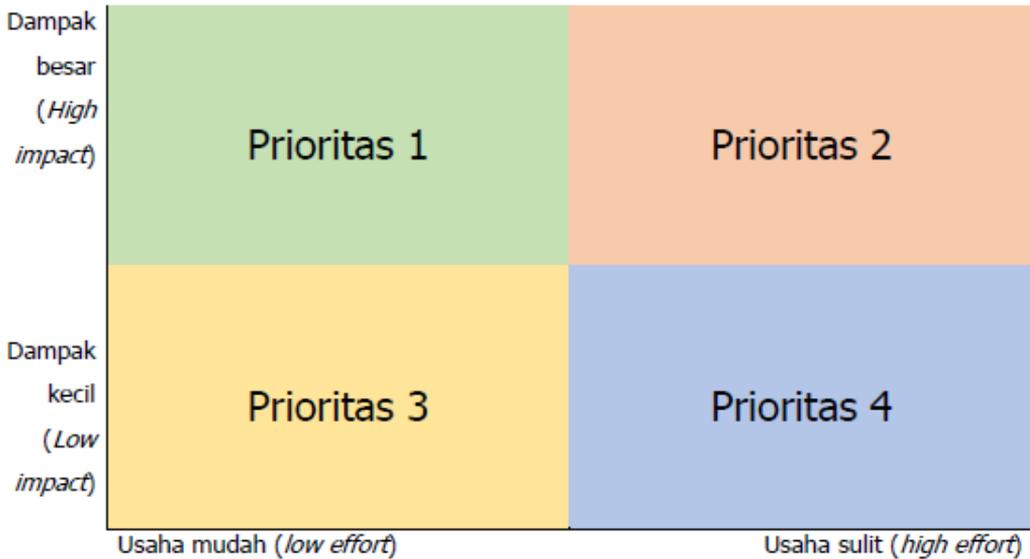
- Memastikan apakah status kepemilikan sekat agar tidak diakui oleh pihak lain
- Menginventarisasi masa pakai sekat kanal apakah sesuai dengan perencanaan
- Menjaga agar nilai dan usia sekat kanal yang panjang
- Meminimalkan biaya pemeliharaan selama umur sekat kanal atau belum rusak
- Memastikan sekat kanal dapat menghasilkan fungsi dan kinerja yang prima
- Acuan dalam pembuatan anggaran pemeliharaan

7.4.2.2 Prioritas pelaksanaan pemeliharaan

Jika waktu, pendanaan dan sumberdaya pelaksanaan pemeliharaan terbatas, maka prioritas pelaksanaan pemeliharaan sekat kanal dapat menggunakan matrik *impact-effort* yang didasarkan kepada:

- Tingkat dampak (*level of impact*), yaitu seberapa besar dampak pemeliharaan sekat terhadap lingkungan yang akan dihasilkan jika pemeliharaan dilaksanakan
- Tingkat usaha (*level of effort*), yaitu seberapa besar waktu, biaya, sumberdaya dan kapasitas yang dibutuhkan untuk melaksanakan pemeliharaan sekat

Urutan prioritas pemeliharaan sekat kanal yang bisa digunakan dapat dikelompokkan menjadi 4 prioritas. Namun demikian, untuk sekat kanal yang berada di fungsi budidaya hasil prioritas pemeliharaan yang sudah ditentukan harus mempertimbangkan masukan dari masyarakat setempat.



GAMBAR 96 | Matrik impact (dampak) dan effort (usaha) untuk prioritas pemeliharaan sekat kanal

Prioritas 1:

Pemeliharaan sekat yang berdampak besar terhadap lingkungan dengan usaha dan sumberdaya yang minimal untuk melakukan perbaikan.

Prioritas 2:

Pemeliharaan sekat kanal yang memiliki dampak besar terhadap lingkungan dengan usaha dan sumberdaya maksimal untuk melakukan perbaikan.

Prioritas 3:

Pemeliharaan sekat yang berdampak rendah terhadap lingkungan dengan usaha dan sumberdaya yang rendah untuk melakukan perbaikan.

Prioritas 4:

Pemeliharaan sekat kanal yang memiliki dampak kecil terhadap lingkungan dengan usaha dan sumberdaya maksimal untuk melakukan perbaikan

7.4.2.3 Pola pelaksanaan

Pola pelaksanaan pemeliharaan sekat kanal dapat dilakukan dengan:

- Kontraktual (pihak ketiga), melalui lelang dan mengutamakan dan memanfaatkan potensi lokal yang ada.
- Swakelola
 - Swakelola Tipe I, direncanakan, dilaksanakan, dan diawasi oleh Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah penanggung jawab anggaran;
 - Swakelola Tipe II, direncanakan, dan diawasi oleh Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah penanggung jawab anggaran dan dilaksanakan oleh Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah lain pelaksana Swakelola;
 - Swakelola Tipe III, direncanakan dan diawasi oleh Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah penanggung jawab anggaran dan dilaksanakan oleh Ormas pelaksana

Swakelola; dan

- Swakelola Tipe IV, direncanakan oleh Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah penanggung jawab anggaran dan/atau berdasarkan usulan Kelompok Masyarakat, dan dilaksanakan serta diawasi oleh Kelompok Masyarakat pelaksana Swakelola.

7.4.2.4 Sumber Pendanaan

Pendanaan pemeliharaan sekat kanal dapat berasal dari:

- Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara untuk sekat kanal yang dibangun oleh Kementerian/Lembaga di tingkat pusat
- Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah untuk sekat kanal yang dibangun oleh SKPD tingkat Provinsi dan/atau Kabupaten Kota
- Swasta untuk sekat kanal yang dibangun oleh pemegang izin usaha
- Swadana dari kelompok masyarakat atau bantuan pemerintah pusat melalui mekanisme swakelola tipe 4 (kerjasama langsung dengan kelompok masyarakat) untuk sekat kanal yang di kelola oleh kelompok masyarakat
- Sumber-sumber lain yang tidak mengikat, sesuai peraturan perundang-undangan.

7.4.2.5 Para pihak yang terlibat dalam kegiatan pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan sekat kanal dalam mengoptimalkan fungsi dan kinerja sekat kanal tersebut, harus dilakukan secara terkoordinasi dengan melibatkan pihak terkait sebagai berikut:

- Kelompok Masyarakat untuk pemulihan kawasan yang terdegradasi berbasis Desa
- Penyedia Jasa yang berkompetensi dalam bidang pemulihan ekosistem gambut atau restorasi gambut.
- Pemerintah Pusat (Kementerian/ Lembaga terkait)
- Pemerintah Provinsi dan Pemerintah Kabupaten/ Kota (OPD terkait)
- Pihak swasta dan pihak lainnya

7.4.2.6 Jenis-Jenis Pemeliharaan Sekat Kanal

a) Pemeliharaan Preventif

Pemeliharaan preventif dilakukan terhadap bagian-bagian fisik sekat kanal, meliputi:

- Perawatan dan perbaikan ringan bagian badan sekat;
- Perawatan dan perbaikan ringan pada bagian sayap sekat;
- Perawatan dan perbaikan ringan bocoran yang terjadi pada badan sekat;
- Perawatan dan perbaikan ringan bocoran yang terjadi pada sayap sekat;
- Perawatan dan perbaikan ringan material timbunan atau pengisi tambahan menggunakan tanah mineral (laterit) dan/atau gambut matang apabila terjadi amblas, longsor atau erosi;
- Perawatan dan perbaikan ringan tiang kayu pengapit kayu horizontal dengan material kayu/papan tambahan;



GAMBAR 97 | Sekat kayu lapis dengan beberapa penyangga kayu yang lepas
(Foto: Kedeputan 3 BRG, 2018)

- Perawatan dan perbaikan ringan pelapis kedap air dengan menggunakan *geotextile* dan bahan lainnya yang ramah lingkungan pada bagian sekat



GAMBAR 98 | Bahan kedap air yang perlu selalu dipelihara
(Foto: Budi Triadi, 2019)

- Perawatan dan perbaikan ringan bangunan pelimpah, peluncur, alur transportasi dan pintu air (*water gate*), jika ada:



GAMBAR 99 | Sekat kayu lapis dengan bocor merata
(Foto: Kedepatian 3 BRG, 2019)

- Perawatan dan perbaikan ringan bahan pengisi kanal dengan bahan-bahan organik (tanah gambut di tanggul kanal, batang, dahan, ranting kayu yang sudah melapuk dan bahan organik lainnya) baik yang ditimbun penuh atau parsial (timbun kanal);



GAMBAR 100 | Timbun kanal dengan kondisi rusak ringan membutuhkan perawatan dan pemeliharaan ringan
(foto: Budi, Triadi, 2019)

- Perawatan dan pemeliharaan ringan bangunan utama dan sayap yang mengalami retak-retak (beton, *pre-cast*, kanvas beton);
- Perawatan dan pemeliharaan ringan pada sambungan-sambungan beton (beton, *pre-cast*, kanvas beton);
- Perawatan dan pemeliharaan ringan dengan menutup bocoran yang terjadi di sela karung tanah menggunakan bahan kedap air seperti *geotextile*, terpal, atau plastik pada sisi hulu sekat untuk sekat sak tanah (*soil bags*);



GAMBAR 101 | Sekat karung tanah, kondisi rusak ringan (Foto: Budi Triadi, 2016)

- Perawatan dan pemeliharaan ringan karung-karung tanah yang bocor atau rusak ringan atau bergeser posisinya untuk sekat sak tanah (*soil bags*);
- Perawatan dan pemeliharaan ringan terhadap tumpukan sekat gambut yang dipadatkan yang tidak stabil yang bisa menimbulkan rembesan kecil dan perubahan bentuk (perubahan bentuk).

b) Pemeliharaan Korektif

Pemeliharaan korektif dilakukan terhadap bagian-bagian fisik sekat kanal, meliputi:

- Memperbaiki, mengganti atau menambahkan tiang kayu/papan yang rusak, mengalami proses pelapukan, patah, atau hilang parsial atau keseluruhan pada bagian badan sekat dan/ atau bagian sayap dengan material kayu/papan tambahan baru;
- Memperbaiki dan menutup lubang-lubang pada bocoran yang terjadi pada bangunan badan sekat termasuk bagian kedua sayap, dengan menggunakan material kayu/papan tambahan.
- Perbaiki ikatan-ikatan atau simpul-simpul pada kayu pengapit horizontal dan vertikal agar memiliki kekuatan yang baik dengan baik menggunakan baut, mur,

- plat metal tambahan dan lain sebagainya;
- Perbaiki tiang kayu pengapit kayu horizontal yang rusak dengan menambahkan material kayu/papan tambahan.
- Perbaiki dan atau penggantian bagian bangunan sayap sekat yang terlepas parsial atau keseluruhan.



GAMBAR 102 | Sekat kayu multilapis dengan kedua sayap yang rusak, membutuhkan pemeliharaan korektif
(Foto, Budi Triadi, 2018)

- Memperbaiki dan menambahkan material timbunan atau pengisi tambahan seperti tanah mineral (laterit) dan/atau gambut matang apabila terjadi amblas (*subsidence*), longsor atau erosi;
- Perbaiki dan penggantian pelapis kedap air dengan menggunakan terpal, *geotextile*, geomembrane, plastik dan bahan lain pada bagian dalam sekat kayu;
- Penggantian bahan pendukung sekat yang mengalami degradasi kualitas;
- Perbaiki atau penggantian struktur bangunan pelimpah yang terlepas parsial atau keseluruhan, jika sekat dilengkapi bangunan pelimpah;
- Perbaiki atau penggantian struktur bangunan peluncur yang terlepas parsial atau keseluruhan, jika sekat dilengkapi bangunan peluncur;
- Memperbaiki, mengganti atau menambahkan tiang kayu/papan yang rusak atau hilang atau mengalami perubahan bentuk, degradasi kualitas seperti proses pelapukan, patah, atau hilang parsial atau keseluruhan pada bagian pelimpas, lantai dan peluncur dengan dengan material kayu/papan/beton tambahan baru;



Kondisi awal baik



Kondisi: kerusakan sedang, perlu pemeliharaan korektif

GAMBAR 103 | Sekat Kanal Semi Permanen Dua Lapis dengan Pelimpasan
(Sumber: BRGM, 2022)

- Perbaiki atau penggantian pintu air jika sekat dilengkapi dengan pintu air berupa *stoplog*, *shiplock*, *flategate*, dan lain-lain
- Perbaiki dan penggantian struktur bangunan alur transportasi yang rusak, jika ada.
- Perbaiki dan penambahan bahan pengisi kanal dengan bahan-bahan organik (tanah gambut di tanggul kanal, batang, dahan, ranting kayu yang sudah melapuk dan bahan organik lainnya) baik yang ditimbun penuh atau parsial sehingga daya kuras air dapat dikurangi dan muka air di badan kanal dapat dipertahankan (timbun kanal);
- Perbaiki dengan menutup bocoran yang terjadi di sela sekat karung tanah, dengan material menggunakan bahan anti kedap air (*geotextile*, *geomembrane*, terpal, plastik dan lain-lain) pada sisi hulu sekat (sekat sak tanah).



GAMBAR 104 | Pemeliharaan korektif untuk sekat karung tanah
(Foto: Kedepatian 3 BRG, 2018)

- Perbaiki sekat gambut dipadatkan jika kepadatan dan kestabilan struktur sekat gambut yang dipadatkan berkurang.
- Perbaiki retakan atau patahan di sambungan antara badan utama dan sayap dengan semen tambahan.

c) Pemeliharaan Rehabilitatif

Kegiatan pemeliharaan rehabilitatif meliputi:

- Memperbaiki bagian material sekat kanal yang rusak berat jika pemeliharaan korektif dianggap tidak memungkinkan dilaksanakan.



GAMBAR 105 | Sekat gambut dipadatkan kondisi rusak berat sehingga membutuhkan pemeliharaan rehabilitatif
(Foto: Kedepatian 3 BRG, 2019)

- Memanfaatkan material yang ada di lapangan sebagai upaya meminimalisir dampak kerusakan pada daerah hilir sampai sekat kanal tersebut dibangun kembali.
- Membangun kembali sekat kanal yang rusak berat.



GAMBAR 106 | Sekat Beton dengan kondisi rusak berat sehingga perlu dilakukan pemeliharaan rehabilitatif
(Foto: Kedepatian 3 BRG, 2020)

d) Pemeliharaan Lingkungan Sekitar

Selain pemeliharaan fisik konstruksi utama sekat kanal juga diperlukan pemeliharaan sarana pendukung yang ada disekitarnya. Pemeliharaan dan perbaikan ringan papan penanda aset, papan larangan/peringatan perusakan, termasuk didalamnya adalah pengecatan ulang papan penanda aset tersebut. Memelihara tanaman dengan jenis pohon yang memiliki zona perakaran luas dan kuat yang berfungsi sebagai pengikat tanah, seperti Gelam, Jelutung Rawa (*Dyera polyphylla*), Belangiran (*Shorea balangeran*), Terentang (*Campnosperma coriaceum*), atau jenis tanaman endemik lainnya. Perawatan lingkungan sekitar sekat dan pelimpah dari sampah dan kotoran, jika pelimpah ada.

8 SKENARIO PEMECAHAN MASALAH

8.1 Masalah Teknis

- Areal lokasi pembasahan sering mengalami banjir
- Hal ini dapat diatasi dengan penjadwalan pelaksanaan konstruksi dan penyesuaian desain sekat kanal
- Areal lokasi pembasahan dipengaruhi pasang surut
- Hal ini dapat diatasi dengan modifikasi desain sekat kanal berpintu
- Areal lokasi pembasahan mengalami kekeringan di bagian hilir
- Hal ini dapat diatasi dengan *water sharing* dan penambahan titik sekat di hilir
- Adanya ketidaksesuaian data dengan kondisi lapangan (perbedaan gambut dengan mineral)
- Hal ini dapat diatasi dengan melakukan kegiatan *ground checking*
- Terdapat perbedaan jaringan kanal antara peta dan lapangan
- Hal ini dapat diatasi dengan melakukan kegiatan *ground checking*
- Areal lokasi pembasahan mengalami perubahan fungsi lahan
- Hal ini dapat diatasi dengan melakukan koordinasi dengan instansi terkait
- Pelaksanaan kegiatan pembangunan infrastruktur pembasahan mengalami masalah ketersediaan bahan baku
- Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan bahan alternatif dan penyesuaian desain
- Lokasi pelaksanaan pembasahan sulit diakses
- Hal ini dapat diatasi dengan penyediaan sarana dan prasarana transportasi atau mobilisasi menuju lokasi.

8.2 Masalah Sosial Ekonomi

- Ketersediaan sumber daya manusia (terkait kapasitas dan kapabilitas)
- Hal ini dapat diatasi dengan penyelenggaraan peningkatan kapasitas Sumberdaya Manusia.
- Penolakan dan konflik sosial
- Hal ini dapat diatasi dengan PADIATAPA pada tahap awal dan penyediaan pengamanan sosial terhadap masyarakat yang terkena dampak.
- Konflik tenurial
- Hal ini dapat diatasi dengan melakukan negosiasi persetujuan pembangunan kanal, pelibatan stakeholder terkait atau pemindahan letak sekat kanal sejak perencanaan pembangunan infrastruktur kanal.
- Perizinan
- Hal ini dapat diatasi dengan melakukan koordinasi pihak berwenang.
- Aspek ekonomi masyarakat
- Hal ini dapat diatasi dengan melakukan modifikasi bentuk sekat kanal dan kegiatan revitalisasi mata pencaharian masyarakat.
- Koordinasi antar stakeholder
- Hal ini dapat diatasi dengan integrasi program.

9 PERINGATAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN

Pelaksanaan rangkaian kegiatan agar memenuhi syarat-syarat Penerapan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) di tempat kerja tertuang dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja dan SNI ISO 45001:2018 Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi di antaranya sebagai berikut:

- Mencegah & mengurangi kecelakaan kerja.
- Mencegah, mengurangi & memadamkan kebakaran.
- Memberi jalur evakuasi keadaan darurat.
- Memberi P3K Kecelakaan Kerja.
- Memberi APD (Alat Pelindung Diri) pada tenaga kerja.
- Mencegah dan mengendalikan Penyakit Akibat Kerja (PAK) dan keracunan. Selama pembuatan kanal

DAFTAR PUSTAKA

Applegate, G, Hooijer, A, Mulyadi, D, Ichsan, N & van der Vat, M 2012, *The impact of drainage and degradation on tropical peatland hydrology, and its implications for effective rehabilitation*, IAFCP, Jakarta, Indonesia.

Brooks, Stuart dan Stoneman, Rob., 1997. *Conserving Bogs: The Management Handbook*. The Stationery Office, South Gyle Crescent, Edinburgh EH12 9EB, ISBN: 0-11- 495836X.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2014 (yang kemudian disempurnakan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 57 Tahun 2016) tentang perlindungan dan pengelolaan ekosistem gambut.

Dohong, Alue., Cassiophea, L., Sutikno, S., Triadi, BL., Wirada, F., Rengganis, P., dan Sigalingging, L. 2017. 'Modul Pelatihan: Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal Berbasis Masyarakat', Kedepatian Bidang Konstruksi, Operasi dan Pemeliharaan, Badan Restorasi Gambut Republik Indonesia, Jakarta

Dohong, Alue (2016). *An assessment of the restoration efforts of degraded peatland in central Kalimantan, Indonesia* PhD Thesis, School of Geography, Planning and Environmental Management, The University of Queensland. doi:10.14264/uql.2016.771.

Dohong, Alue dan Lilia. 2008. *Hydrology Restoration of Ex Mega Rice Project Central Kalimantan Through Canal Blocking Technique: Lessons Learned and Steps Forward*, ALTERRA-Wageningen University and Research Centre and the EU INCO-RESTOPEAT Partnership. 252 pp. ISBN: 978-90-327-0361-5, Wageningen, The Netherlands, 2008.

Euroconsult Mott MacDonald, Deltares & Hydraulics, D 2009, *Guideline for Canal Blocking Design in the Ex-Mega Rice Project Area in Central Kalimantan: Technical Guideline Number 4*, Government of Indonesia, and Royal Netherlands Embassy, Jakarta, Jakarta.

Houterman, J & Ritzema, HP 2009, *Land and water management in the Ex-Mega Rice Project Area in Central Kalimantan*, Government of Indonesia and Royal Netherlands Embassy, Jakarta, Jakarta.

Hooijer, A, Page, S, Jauhiainen, J, Lee, WA, Lu, XX, Idris, A & Anshari, G 2012, 'Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands', *Biogeosciences*, vol. 9, no. 3, pp. 1053-71.

KLHK, 2017. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.15/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2017 tentang Tata Cara Pengukuran Muka Air Tanah Di Titik Penaatan Ekosistem Gambut. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 337, tanggal 27 Februari 2017.

KLHK, 2017. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/MENLH/SETJEN/KUM.1/2/2017 tentang Pedoman Teknis Pemulihan Fungsi Ekosistem Gambut. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 338, tanggal 27 Februari 2017.

Kozulin, AV, Tanovitskaya, NI & Vershitskaya, IN 2010, *Methodical Recommendations for Ecological Rehabilitation of Damaged Mires and Prevention of Disturbances to the Hydrological Regime of Mire Ecosystems in the Process of Drainage*, UNDP, http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/biodiversity/belarus-project-guidebook-on-peatland-rehabilitation/Belarus_guidebook_%20peatland_restoration.pdf

Landry, J & Rochefort, L 2012, *The drainage of peatlands: impacts and rewetting techniques*, Département de phytologie, Université Laval., Québec, Canada., <<http://www.gretperg.ulaval>.

[ca/uploads/tx_centrerecherche/Drainage_guide_Web_02.pdf>.](#)

Ng Kok Seng, 2011. Guidelines for Design and Construction of Check Dams for Prevention and Control of Peatland Fires. Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar Malaysia, Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia, Serial No: SS-TP-01-01-2011, August 2011.

Page SE, Rieley JO, Shotyk W, Weiss D. 1999. *Interdependence of Peat and Vegetation In a Tropical Peat Swamp Forest*. Phil Trans R Soc Lond B 354:1885–1897.

Page, S., Hoscilo, A., Wösten, H., Jauhiainen, J., Silvius, M., Rieley, J., Ritzema, H., Tansey, K., Graham, L., Vasander, H. and Limin, S., 2009. Restoration ecology of lowland tropical peatlands in Southeast Asia: current knowledge and future research directions. *Ecosystems*, 12(6), pp.888-905.

Rydin, H & Jeglum, JK 2013, *The Biology of Peatlands, Ebooks, Corporation*, Oxford University Press Oxford, Oxford, UK.

Suryadiputra, I.N.N, Alue Dohong, Roh,S.B. Wasposito, Lili Muslihat, Irwansyah R. Lubis, Ferry Hasundungan, dan Iwan T.C. Wibisono, 2005. Panduan Penyekatan Parit dan Saluran di Lahan Gambut Bersama Masyarakat. Bogor: Wetlands International-IP xxvi + 172 hlm; illus.; 15 x 23 cm, ISBN: 979-99373-5-3, Bogor.

Wilson, D., et al., Greenhouse gas emission factors associated with *rewetting* of organic soils, *Mires and Peat*, Volume 17 (2016), Article 04, 1–28, <http://www.mires-and-peat.net/>, ISSN 1819-754X© 2016 International Mire Conservation Group and International Peatland Society, DOI: 10.19189/MaP.2016.OMB.222.

Wösten, H, Clymans, E, Page, SE, Rieley, JO & Limin, SH 2008, 'Peat-water interrelationships in a tropical peatland ecosystem in Southeast Asia', *CATENA*, vol. 73, no. 2, pp. 212-24.





Kementerian
Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia