



BULETIN

KOMITE NASIONAL INDONESIA UNTUK BENDUNGAN BESAR
INDONESIAN NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS

Http: www.knibb-inacold.com; E-mail: inacold@cbn.net.id

Edisi Nopember 2008



**Bendungan Keuliling, Kabupaten Aceh Besar, Waduk Pertama
di Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam
(Tinggi 25,5 m, Volume Tampungannya 15,68 juta m³)**

DARI PENGURUS

Bendungan Keuliling di Ujung Barat Di Aceh, Bendungan Ponre ponre Sulawesi Selatan di Timur Indonesia akan segera beroperasi tahun 2009 dan dimulainya pembangunan Bendungan Jatigede di Jawa Barat serta akan segera menyusul Bendungan Karian di Banten dan Bendungan Peusangan di Aceh. Tanda-tanda kebangkitan atas kebutuhan akan Bendungan demikian menyerbak wangi baik di Departemen Pekerjaan Umum maupun Departemen

ESDM/PLN yang mulai atau makin menyadari peran positif dari keberadaan suatu Bendungan, baik sebagai support irigasi, support air minum dan tentunya tenaga listrik yang nyata-nyata sekarang baru dimanfaatkan 5% dari potensi listrik tenaga air yang ada.

Kita semua berharap momentum ini semua tetap terjaga, jangan mengendur walau kita melihat harga minyak terjun bebas dari 140 US\$/barel menjadi sekitar 60 US\$/barel, jangan mengendur walau kita dikatakan sudah swasembada pangan. Bendungan bagaimanapun merupakan satu upaya

yang nyata menjaga keseimbangan air antara musim hujan yang kelebihan air sehingga bisa ditampung di bendungan dan mensuplai pada waktu musim kering, merupakan upaya agar dapat memanfaatkan tenaga yang ada pada air karena volume dan tinggi jatuh yang menghasilkan energi.

Krisis global saat ini merupakan momentum penting untuk semua pihak, dan merupakan peluang emas bagi profesi Bendungan untuk menunjukkan peran sertanya bagi pembangunan di negara tercinta kita ini, masih ratusan lokasi bendungan yang bisa dimanfaatkan sebagai mikrohidro (< 1 MW), minihidro (antara 1 MW s/d 10 MW) maupun PLTA (> 10 MW). Direksi baru PLN telah menunjukkan tekadnya pada waktu jajaran KNI-BB bersilaturahmi ataupun paparan yang disampaikan Direktur Utama PLN pada RAT di Surabaya Juli yang lalu. Kita semua sebagai anggota KNI-BB mempunyai kewajiban bersama menjaga momentum di atas dengan baik dan terlibat penuh untuk menjaga kualitas dan standar perencanaan maupun konstruksi suatu bendungan.

Untuk menjaga kualitas dan standar-standar perencanaan maupun konstruksi suatu bendungan perlunya diciptakan SDM yang mempunyai standar kompetensi yang sudah KNI-BB keluarkan bersama sama LPJKN, SDM yang memiliki SKA KNI-BB saat ini baru berkisar 15 % dari anggota KNIBB (106 anggota ber SKA, 53 Ahli Muda, 32 Ahli Madya dan 21 Ahli Utama). Untuk anggota KNI-BB yang memerlukan SKA harap menghubungi sekretariat untuk dapat dilayani baik perorangan ataupun kelompok.

Untuk tetap menjadi ajang sumber informasi yang bermanfaat bagi sesama anggota KNI-BB mohon dapat memberikan masukan kepada buletin baik artikel atau info dan problematika sekitar bendungan, sehingga anggota KNI-BB makin memperoleh informasi yang berguna baik secara wawasan maupun kompetensinya.

Terima Kasih

FOKUS EDISI INI

- Pembangunan Bendungan Keuliling di NAD
- Prosedur Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan di Indonesia
 - Sekilas Info dan Serba Serbi Organisasi
 - Pertemuan Tahunan **ICOLD** di Sofia, Bulgaria

Tim Redaksi Buletin KNI-BB

Pembina: Bambang Kuswidodo, Mardjono Notodihardjo, Husni Sabar; **Penanggung Jawab:** John Paulus Pantouw; **Redaksi:** Aries Feizal Firman, Mohammad Soedibyo, Pudji Hastowo, A. Hanan Akhmad, Bhre Susantini, Bambang Tedja I.I., Bambang Hargono, Hadi Susilo; **Tata Usaha (TU):** Herman Hidayat, Plenik Sawitri, Rosiana, Martin Malaibel, Syafri Ibrahim; **Alamat Redaksi/TU:** Jl. H. Agus Salim No.69 Jakarta 10350, Telp./Fax.: (021)-3162543, E-mail: inacold@cbn.net.id

PENGANTAR REDAKSI

Mari kita panjatkan Puji Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas perkenan Nya Buletin Nomor 36 - 37 Tahun XI, Kwartal II/II tahun 2008, Edisi bulan Nopember 2008 dapat kami terbitkan.

Kami menyampaikan banyak terima kasih kepada Bapak Ir. Abdul Hanan Akhmad, M Eng yang telah menyampaikan Karya Tulisnya sebagai Laporan Utama pada Buletin kali ini dengan pokok bahasan tentang "PEMBANGUNAN BENDUNGAN KEULILING", merupakan bendungan pertama dibangun di Nanggroe Aceh Darussalam (NAD). Bendungan tipe urugan dengan inti tegak ini mempunyai ukuran tinggi 25,50 m dan mempunyai kapasitas tampung sebesar 15,68 juta m³ diharapkan dapat mengairi areal irigasi seluas 2.455 Ha, sehingga dapat memberikan pencerahan baru bagi warga Nanggroe Aceh Darussalam.

Sajian lain yang tak kalah menarik di dalam Buletin kali ini adalah sajian dari Bapak Ir. Bambang Kuswidodo, Dipl. HE tentang Prosedur dan Pengelolaan Bendungan di Indonesia dan juga laporan Sekilas Info dan Serba Serbi kegiatan Organisasi dan para anggota diantaranya adalah tentang Pelaksanaan Seminar Nasional Bendungan Besar Indonesia



dan Pelaksanaan RAT 2007 dan RAB, pada bulan Juli 2008 di Surabaya serta Oleh-oleh dari Pertemuan Tahunan **ICOLD** ke 76 di Sofia, Bulgaria.

Tim Redaksi mengucapkan Selamat Hari Raya Idul Fitri 1429 H Mohon Maaf Lahir Bathin atas kekurangan dalam penyajian Buletin selama ini dan Selamat Tahun Baru 1 Januari 2009 semoga KNI-BB makin maju dan makin bermanfaat bagi Anggota dan Masyarakat Indonesia.

Selamat Menikmati.

LAPORAN UTAMA

PEMBANGUNAN BENDUNGAN KEULILING WADUK PERTAMA DI PROPINSI NANGGROE ACEH DARUSSALAM (NAD)

Oleh:

*Ir. Abdul Hanan Akhmad, M.Eng
Balai Bendungan - Ditjen Sumber Daya Air*

PENDAHULUAN

Pembangunan Bendungan Keuliling mewujudkan waduk pertama di Nanggroe Aceh Darussalam (NAD). Pelaksanaan konstruksi, secara bertahap mulai tahun 2001, dengan dana APBN dan berakhir tahun 2009. Masalah-masalah yang menonjol pada saat konstruksi antara lain: keamanan kerja saat itu, masalah teknis pondasi endapan alluvial pada palung sungai bendungan utama. Tantangan tersebut akhirnya dapat diselesaikan. Perbaikan pondasi endapan alluvial, diatasi dengan 'Dinding Halang' (*diagprahma wall*) yang bertujuan untuk mengurangi volume rembesan air waduk melalui lapisan endapan alluvial dan menambah panjang aliran *equipotensial* air rembesan. Saat ini, Bendungan Keuliling sedang dalam proses pengisian waduknya, muka air pada elevasi +37.95 (elevasi intake +37.5).

Waduk mempunyai kapasitas tampung total sebesar 15,68 juta m³, yang direncanakan untuk mengairi areal irigasi baru seluas 1.632 ha, dan suplesi air irigasi Krueng Aceh Extention seluas 809 ha, sehingga total seluas 2.445 ha.

Bendungan Keuliling merupakan bendungan type urugan zonal dengan inti tegak, tinggi tubuh bendungan 25,50 m diukur dari dasar sungai. Menyertai bendungan ini telah di bangunan pula beberapa buah embung yang berskala besar (memenuhi kriteria 'Bendungan Besar'), antara lain: Embung Payaseunara (Kota Sabang), Embung Lubuk (Kabupaten Aceh Besar) dan Embung Sianjo-anjo (Kabupaten Singkil).

Ketiga buah embung tersebut masih dalam proses desain rehabilitasi dan pelaksanaan rehabilitasi untuk memenuhi kaidah keamanan bendungan, sebelum diadakan pengisian.

GAMBARAN IKHTISAR

Pembangunan Bendungan Keuliling mempunyai manfaat multi-guna. Tapak bendungan utama terletak pada Sungai Alue Keuliling, yang merupakan anak Sungai Kr. Keumireu. Lokasi bendungan dapat ditempuh dari Banda Aceh berjarak ± 33 km kearah Medan (SUMUT), lalu belok kanan ± 2 km

menuju Desa Bak Sukon, Kecamatan Cot Glie, Kabupaten Aceh Besar, Propinsi NAD. Perjalanan dapat ditempuh dengan kendaraan roda empat, dengan waktu tempuh 1 jam. Manfaat utama terwujudnya waduk Keuliling terutama untuk pengembangan areal persawahan baru seluas 1.632 ha (DI. Keuliling Hulu 579 ha dan DI. Keuliling



Gambar 1 - Peta Lokasi Bendungan Keuliling

Hilir 1.053 ha), serta untuk mensuplai air irigasi DI. Krueng Aceh Extention 809 ha, sehingga total areal yang dapat diairi seluas 2.445 ha. Manfaat lainnya adalah untuk: meningkatkan penyediaan air baku Kota Banda Aceh dan sebagian Kabupaten Aceh Besar, meningkatkan keamanan terhadap banjir, meningkatkan pendapatan daerah, serta pelestarian lingkungan dan pengembangan pariwisata. Hujan rata-rata tahunan di sekitar lokasi waduk sebesar 1.791 mm, dan debit rata-rata sebesar 1,24 m³/detik.

Studi Kelayakan Waduk Keuliling dilaksanakan pada tahun 1995/1996, konsorsium konsultan Pasific Consultants International (PCI) bersama Sinotech Engineering Consultants dan PT. Necon Cipta Jasa serta PT. Trans Intra Asia. Konsultan-konsultan yang sama 1996/1997 melanjutkan Detail Desain, dan lalu pemantapan Desain pada tahun 2000. Pada tahun 2001, oleh PT. Wiratman & Associates bekerja sama dengan PT. Trapenca Puga Raya, telah melakukan konfirmasi Desain dan evaluasi Geologi, Hidrologi, dst.

Pembangunan bendungan yang dilaksanakan secara bertahap, dimulai pada tahun 2001. Periode tahun: 2001 - 2005 dilaksanakan melalui Proyek Pembangunan Waduk Keuliling (pimpro saat itu, Ir. Hanief Ibrahim, ME). Pada tahun 2006, dilanjutkan melalui Satuan Kerja Sementara Pembangunan Waduk Keuliling (Ka. Satker Ir. Muradi, ME), dan terakhir periode tahun: 2007-2008 melalui PPK Pembangunan Waduk Keuliling (Ka.PPK Ir. Muradi, ME), pada Satker Balai Wilayah Sungai Sumatera I. Pelaksana konstruksi, Kontraktor PT. Nindya-Tuah Kumudo (KSO), dengan konsultan supervisi PT. Wiratman & Ass. Pelaksanaan konstruksi secara keseluruhan selesai pada tahun 2009.

Hidrologi	
Luas Daerah Aliran Sungai (DAS)	38,20 km ²
Hujan rerata tahunan	2.175 mm
Debit rerata	1,24 m ³ /s
Debit banjir 20 tahunan	203,03 m ³ /s
Debit banjir boleh jadi (PMF)	725,08 m ³ /s
Waduk	
Muka Air Normal (MAN)	+ 45,80 m
Muka Air Rendah (MAR)	+ 37,50 m
Muka Air Banjir (MAB)	+ 48,20 m
Tampungan total (+45,80 m)	15.680.000 m ³
Tampungan efektif	12.300.000 m ³
Tampungan mati (+37,50 m)	3.380.000 m ³
Luas genangan pada MAN	228 ha
Luas genangan pada MAR	86 ha
Usia guna waduk	50 tahun
Bendungan Utama	
Tipe	Urugan tanah
Kemiringan lereng	
- Lereng hulu	1 : 5
- Lereng hilir	1 : 3,5
Elevasi puncak	+ 49,00 m
Lebar puncak	8,00 m
Panjang puncak	689,50 m
Tinggi maksimum dari dasar sungai	25,50 m
Volume urugan	669.433 m ³

Bendungan Pelana - 1	
Tipe	Urugan tanah dengan rock toe drain
Kemiringan lereng	
- Lereng hulu	1 : 2,5
- Lereng hilir	1 : 2,0
Elevasi puncak	+ 49,00 m
Lebar puncak	5,00 m
Panjang puncak	118,30 m
Tinggi maks. dari lembah terdalam	8,20 m
Volume urugan	7.788 m ³
Bendungan Pelana - 2	
Tipe	Urugan tanah dengan rock toe drain
Kemiringan lereng	
- Lereng hulu	1 : 2,5
- Lereng hilir	1 : 2,0
Elevasi puncak	+ 49,00 m
Lebar puncak	5,00 m
Panjang puncak	98,30 m
Tinggi maks. dari lembah terdalam	6,50 m
Volume urugan	7.723 m ³
Bendungan Pelana 3 - 7	
Tipe	Urugan tanah
Kemiringan lereng	
- Lereng hulu	1 : 2,5
- Lereng hilir	1 : 2,0
Elevasi puncak	+ 49,00 m
Lebar puncak	5,00 m
Tinggi maks. dari lembah terdalam	3,1 ~ 9,30 m
Bangunan Pelimpah	
Tipe	Pelimpah samping ganda tak berpintu
Konstruksi	Beton bertulang
Elevasi mercu	+ 45,80 m
Lebar mercu	50,00 m
Debit banjir rencana	433,90 m ³ /s
Panjang saluran peluncur	171,00 m
Kemiringan saluran peluncur	1 : 25 dan 1 : 4
Bangunan Elak Saluran Hulu	
Tipe	Saluran terbuka
Konstruksi	Saluran tanah dengan perbaikan
Elevasi titik hulu	+ 25,50 m
Tampang saluran	Trapesium
Lebar dasar	10,00 m
Panjang saluran	118,55 m
Kemiringan sisi	1 : 1
Kemiringan dasar	0,0019
Konduit Hulu	
Tipe	Aliran terbuka
Konstruksi	Beton bertulang
Elevasi titik hulu	+ 25,27 m
Tampang saluran	Bujur sangkar
Dimensi (tinggi x lebar)	2,2 x 2,2 m ²
Jumlah	1 buah
Panjang saluran	151,20 m
Kemiringan dasar	0,0019

KONDISI GEOLOGI

1. Umum

Secara umum, berdasarkan Fisiografi menurut Van Bemmelen (1949) Waduk Keuliling terletak di daerah depresi atau graben. Di sebelah Barat dibatasi oleh pegunungan blok, dan di sebelah Timur oleh kompleks gunung api muda.

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan data penyelidikan geologi, Waduk Keuliling tersusun atas tiga satuan batuan dari termuda s.d tertua, berturut: Satuan Alluvial, Formasi Indrapuri dan Formasi Seulimum. Satuan Alluvial (campuran pasir, kerikil dan lempung) menempati sepanjang bantaran sungai, umur resen. Formasi Indrapuri tersusun dari endapan undak tua, pasir dan kerikil, umur antara Piosen-Pleistosen. Formasi Seulimum tersusun dari batu pasir tufaan, batu pasir gampingan dan batu lempung, juga umur Piosen-Pleistosen, formasi ini paling luas terhampar dan sebagian tertutup Formasi Indrapuri.

Berdasarkan peta geologi regional, lokasi waduk berada diantara dua patahan (sesar) besar yang masih aktif. Kedua patahan tersebut merupakan kepanjangan patahan utama pulau Sumatera yaitu Sesar Semangko. Arah Barat Laut-Tenggara: Patahan Lam Teuba-Baro, dan arah Utara-Selatan: Patahan Aceh-Anu. Waduk Keuliling, diapit diantara dua patahan yaitu: Patahan Lam Teuba-Baro di Barat dan Patahan Aceh-Anu di Timur. Sehingga, dimungkinkan pada lokasi proyek banyak ditemukan sesar-sesar minor yang dipengaruhi oleh kedua sesar tersebut.

Dari tinjauan tektonik dan kegempaan, Waduk Keuliling berada pada bagian belakang zona tumbukan lempeng Benua dan lempeng Samudera yang sangat aktif, sehingga pengaruh kegempaan di lokasi proyek sangat besar, seperti kejadian gempa yang menimbulkan Tsunami pada 26 Desember 2004, juga dirasakan di Waduk Keuliling, meskipun bendungan tidak mengalami kerusakan pada sebagian konstruksi yang telah dibangun.

Konfirmasi geologi teknik selama pelaksanaan konstruksi bendungan dan bangunan pelengkap yang ditemukan berbeda dari desainnya, telah dilakukan pemetaan geologi teknik, pengujian daya dukung tanah pondasi, pelaksanaan grouting tirai (*curtain grouting*), grouting kontak dan tambahan beberapa pemboran inti. Kegiatan tersebut dilakukan hampir di semua lokasi galian bendungan utama dan bangunan pelengkap (pada: bangunan pelimpah, bangunan pengambilan, saluran pengelak dan bendungan-bendungan pelana). Tambahan pemboran inti, pemetaan dan pengujian daya dukung lebih rinci dilakukan hanya pada bendungan utama dalam rangka perbaikan pondasi endapan alluvial dan pada bangunan pengambilan.

2. Geologi Teknik Bendungan Utama

1). Bukit Sandaran Kiri

Bukit sandaran kiri bendungan tersusun dari: batuan campuran kerakal, kerikil dan pasir (Formasi Indrapuri); batupasir tufaan dan batuan lempungan (Formasi Seulimum). Formasi Indrapuri terhampar di atas Formasi Seulimum secara tidak selaras (*unconformity*). Berdasarkan data pemboran inti dan uji permeabilitas sebelum dan setelah dilakukan grouting tirai, nilai permeabilitas (k) dan *Lugeon* (Lu) dari yang minimum hingga maksimum seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 - Perbandingan Nilai Permeabilitas (k) dan *Lugeon* (Lu) Sandaran Kiri (Sta. 0+80 s.d 0+520)

No.	Nilai Uji	Sebelum Grouting	Setelah Grouting
1.	k_{min}	$5,6 \times 10^{-5}$ cm/sec	$2,4 \times 10^{-5}$ cm/sec
	Lu_{min}	4,2	1,19
2.	k_{max}	$5,7 \times 10^{-4}$ cm/sec	$5,94 \times 10^{-5}$ cm/sec
	Lu_{max}	46,2	5,58

Pelaksanaan grouting dinilai cukup efektif, perbaikan pondasi di bawah timbunan pada sandaran kiri cukup aman untuk menahan rembesan air waduk.

2). Bukit Sandaran Kanan

Bukit sandaran kanan tersusun dari: Batuan Endapan Alluvial, dan Batu Pasir Tufaan, berbeda dengan bukit tumpuan kiri, disini tidak temukan adanya satuan campuran kerakal, kerikil, dan pasir. Endapan Alluvial tampak disepanjang alur Keuliling dengan lebar bervariasi antara 30 - 70 m dan dibagian hilir saluran pelimpah merupakan Endapan Alluvial Krueng Keumireu. Batu Pasir Tufaan yang tersingkap ke arah Utara dengan kemiringan antara 26° - 35° . Berdasarkan data pemboran inti dan uji permeabilitas bertekanan, sebelum dan sesudah grouting tirai, diperoleh nilai uji seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 - Perbandingan Nilai Permeabilitas (k) dan *Lugeon* (Lu) Sandaran Kanan (Sta. 0+612 s.d 0+770 dan Sta. 0+770 s.d 0+860)

No.	Nilai Uji	Sebelum Grouting	Setelah Grouting
1.	<u>Sta. 0+612 s.d 0+770</u>		
	k_{min}	$9,1 \times 10^{-6}$ cm/sec	$3,5 \times 10^{-6}$ cm/sec
	Lu_{min}	0,6	0,27
	k_{max}	$2,4 \times 10^{-4}$ cm/sec	$1,25 \times 10^{-5}$ cm/sec
2.	<u>Sta. 0+770 s.d 0+860</u>		
	k_{min}	$9,8 \times 10^{-5}$ cm/sec	$3,5 \times 10^{-6}$ cm/sec
	Lu_{min}	7,45	1,63
	k_{max}	$5,7 \times 10^{-4}$ cm/sec	$6,3 \times 10^{-6}$ cm/sec
	Lu_{max}	27,1	5,5

Dari Tabel di atas, menunjukkan bahwa pelaksanaan grouting dinilai cukup efektif, aman terhadap penurunan pondasi batuan dasar dan rembesan air waduk.

3). Palung Sungai

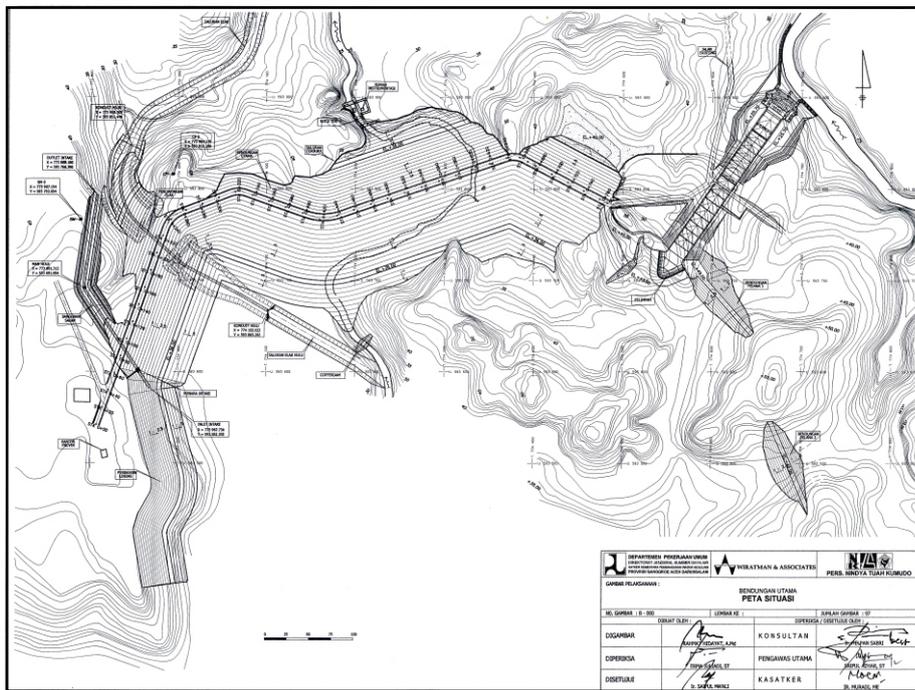
Bendungan Keuliling diapit oleh Patahan Aceh-Anu di Timur dan Patahan Teuba-Baru di Barat yang merupakan lanjutan dari Sesar Semangko. Desain awal, ahli geologi konsultan berasumsi bahwa As Bendungan Keuliling terpotong oleh dua patahan yaitu patahan normal di tumpuan kiri dan patahan geser di palung sungai yang mempunyai zona hancur sekitar 20 m (Sta.0+540 s.d Sta.0+620) karena terpengaruh sesar mendatar. Lokasi tersebut diinterpretasikan sebagai zona hancuran Batu Pasir Tufaan (Formasi Seulimum), kemiringan sekitar 24° arah Timur laut, tingkat pelapukan bervariasi dari batuan segar pada kedalaman >35 m sampai terlapuk sempurna pada kedalaman 0-3 m. Koefisien kelulusan air bervariasi dari orde 10^{-5} cm/det di bagian bawah sampai dengan orde 10^{-4} cm/det di bagian atas. Dalam pelaksanaan konstruksi, didukung oleh hasil investigasi pemboran tahun 2004 dan 2005, zona hancuran ini dikoreksi menjadi zona Endapan Alluvial yang cukup dalam sekitar 25 m. Mengingat adanya patahan yang memotong bendungan ataupun Endapan Alluvial yang dalam, pada kondisi batuan pondasi yang masih cukup porus,

maka diperlukan perbaikan pondasi dengan *grouting* atau *blanket* untuk memperkecil rembesan, atau secara khusus dengan dinding halang (*cut-off wall*), jika dengan cara *grouting* ataupun *blanket* tidak berhasil.

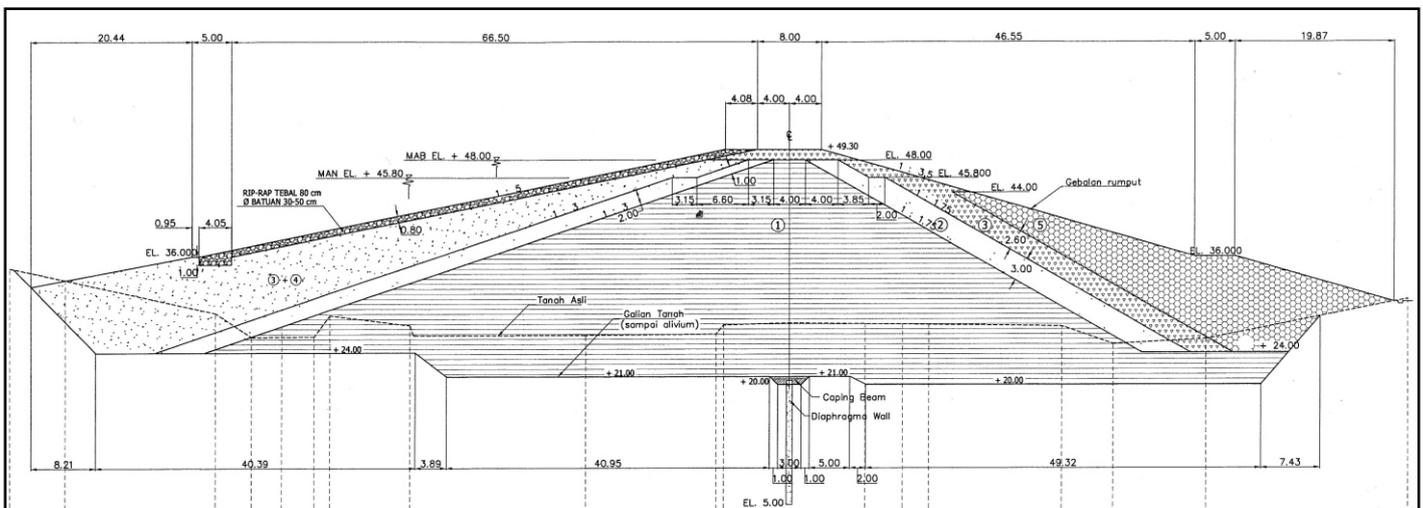
DESAIN BENDUNGAN KEULILING

Bendungan utama dipilih tipe urugan homogen dengan *chimney drain* hampir vertikal, hal ini dipertimbangkan terhadap ketahanan patahan serta ketersediaan material di sekitar bendungan. Lereng hulu dengan kemiringan 1 : 5, lereng hilir 1 : 3,5, dan lebar puncak 8 m. *Chimney drain* terbuat dari material pasir kerikil dengan tebal 4 m diletakkan secara vertikal setelah urugan homogen. Penentuan tebal *chimney drain* didasarkan atas asumsi kemungkinan

timbulnya pergeseran pada patahan sebesar 1 m horisontal dan 0,6 m vertikal. Perkiraan besar pergeseran permukaan ditentukan berdasarkan grafik hubungan antara panjang patahan dipermukaan dengan pergeseran permukaan maksimum dari Bonilla 1970.



Gambar 2 - Tata Letak Bendungan Utama



Gambar 3 - Potongan Melintang Tubuh Bendungan Utama

PERBAIKAN PONDASI

1. Grouting Tirai di Pondasi Bendungan Utama

Grouting tirai pada pondasi bendungan Sta.0+335 s.d Sta.0+550; Sta.0+690 s.d Sta.0+720 dan Sta.0+720 s.d 755; Sta.0+612 s.d Sta.0+690; dan Sta.0+612 s.d Sta. 0+690, hasilnya diperoleh nilai permeabilitas rata-rata setelah *grouting* pada pondasi bendungan utama ≤ 5 Lu, sehingga pelaksanaan *grouting* tirai bendungan utama dinilai cukup berhasil.

Pada pondasi bendungan Endapan Alluvial Sta.0+540 s/d Sta.0+620, uji *grouting* dilaksanakan pada Sta.0+600, perhatikan Tabel 3 di bawah, perbaikan pondasi pada Endapan Alluvial dengan cara *grouting* tirai, dinilai tidak efektif. Berikut, mempertimbangkan hasil perhitungan *liquifaction* oleh konsultan dan hasil diskusi dengan Komisi Keamanan Bendungan, penggalian pondasi di lokasi ini minimal pada nilai $N_{SPT} = 14$, sehingga material Endapan Pasir Alluvial diharapkan tidak mengalami proses *liquifaction* saat terjadi gempa bumi. Mengingat Endapan Alluvial yang dalam dan batuan pondasi yang masih cukup porus, sedangkan hasil *grouting* tirai tidak efektif, maka diperlukan perbaikan pondasi secara khusus menggunakan dinding halang (*Cut-off Wall* atau *Diaphragm Wall*).

Tabel 3 - Perbandingan Nilai Permeabilitas (k), Lugeon (Lu), dan N_{SPT} (Uji grouting pada Sta. 0+600)

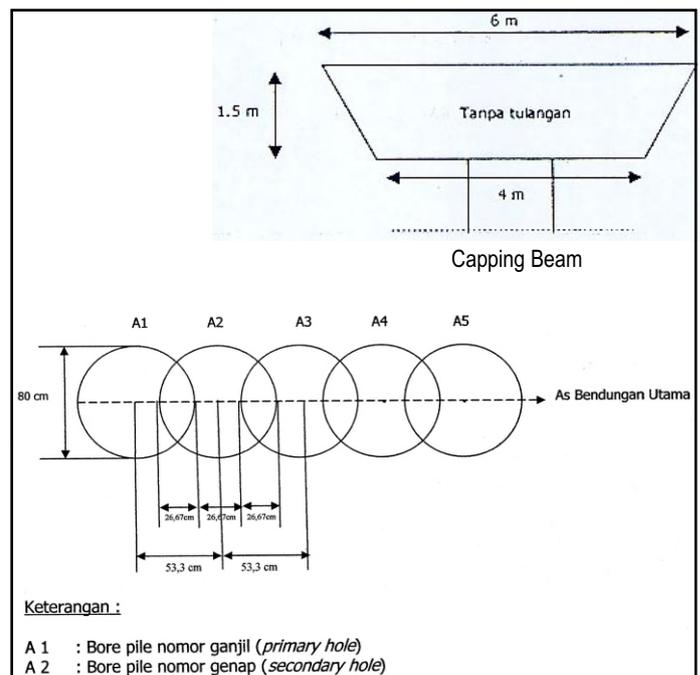
No.	Nilai Uji	Sebelum Grouting	Setelah Grouting	Kedalaman (m)	N_{SPT}
1.	k_{min}	$1,59 \times 10^{-4}$ cm/sec	$3,16 \times 10^{-4}$ cm/sec	1 - 8	12 - 27
	Lu_{min}	18,41	18,43	9 - 26	> 50
2.	k_{max}	$3,7 \times 10^{-3}$ cm/sec	$1,28 \times 10^{-4}$ cm/sec	27 - 40	> 50
	Lu_{max}	314,8	49,44		

2. Dinding Halang (*Diaphragm Wall*)

1) Desain Perbaikan Pondasi Endapan Alluvial

Perbaikan pondasi dengan dinding halang (*Cut-off wall*) bertujuan untuk memperkecil permeabilitas melewati lapisan Endapan Alluvial dan menambah panjang aliran equipotensial air rembesan dari waduk. Pada tipe bendungan urugan dapat digunakan dinding *cut-off*: beton konvensional, atau sluri bentonit-semen, ataupun beton plastis. Pada perubahan desain Bendungan Keuliling telah diputuskan dinding halang menggunakan beton plastis, lebar 80 cm kedalaman maksimum 29 m dan panjang 40 m, untuk selanjutnya disebut dinding halang (*Diaphragm Wall*) karena *cut-off* sempit dengan penghalang beton plastis. Agar efektif, *cut-off* dipasang menembus lapisan lolos air sampai masuk ke dalam lapisan kedap air.

Beton plastis harus mempunyai tingkat kemudahan alir (*fluidity*) dan kemudahan pengerjaan (*workability*) yang tinggi, agar bubur beton yang dituang dalam pipa penyalur (*tremie*) sanggup mendesak ke atas bubur bentonit yang telah dituang lebih dahulu. Desain campuran beton harus memenuhi standar yang berlaku. ICOLD (1985) menyarankan beberapa sifat, yaitu: Perbandingan Modulus Young antara dinding dan tanah: $E_{wall} \leq 5 E_{soil}$, tegangan runtuh (*failure strain*) harus tinggi, dan kuat tekan antara 1 - 2 Mpa.



Gambar 4 - Detail Desain Diaphragm Wall

2) Pelaksanaan Konstruksi *Diaphragm Wall*

Trial mix beton plastis telah dilakukan di laboratorium lapangan dengan berbagai variasi komposisi campuran material. Rincian komposisi beton plastis *trial mix* 1 sampai dengan *trial mix* 6 dan hasil uji beton plastis seperti pada tabel berikut.

Tabel 4 - *Trial Mix* Komposisi Material Beton Plastis

Jenis Material	Unit	Trial Mix 1	Trial Mix 2	Trial Mix 3	Trial Mix 4	Trial Mix 5	Trial Mix 6
1. PC Type-1	Kg	185,0	143,6	143,6	185,0	185,0	185,0
2. Bentonite	Kg	100,0	22,30	36,6	100,0	100,0	100,0
3. Air	Liter	263,0	300,0	212,5	300,0	378,75	242,86
4. Agregat kasar (Koral) < 2,5cm	Kg	840,0	707,1	707,1	440,0	440,0	440,0
5. Agregat Halus (pasir)	Kg	700,0	707,1	707,1	1100,0	1100,0	1100,0

Tabel 5 - Hasil Uji Beton Plastis

Jenis Uji	Unit	Spesifikasi	Trial Mix 1	Trial Mix 2	Trial Mix 3	Trial Mix 4	Trial Mix 5	Trial Mix 6
1. Kuat Tekan (P)	Mpa	1,0 - 2,0	1,814	2,090	0,824	2,44	0,45	1,44
2. Slump (SL)	mm	150 - 255	150,0	220,0	250,0	200,0	190,0	200,0
3. Elastisitas (E)	Mpa	413,7-551	382,4	457,3	361,5	529,6	236,9	652,2
5. Permeabilitas (k)	cm/dtk	$< 1 \times 10^{-5}$	$8,37 \times 10^{-7}$	$6,13 \times 10^{-7}$	$6,41 \times 10^{-7}$	$2,88 \times 10^{-7}$	$2,48 \times 10^{-7}$	$2,49 \times 10^{-7}$



Foto 1 - Pengukuran kelurusan titik-titik pemboran dinding halang (diaphragm wall)



Foto 2 - Dua jenis mata bor yang akan digunakan untuk pemboran lubang dinding halang (diaphragm wall)



Foto 3 - Kolam pencampur pemboran (bentonite)



Foto 4 - Injeksi lumpur pemboran



Foto 5 - Pengukuran kedalaman dasar pemboran sebelum beton plastis dimasukkan



Foto 6 - Penggalian beton plastis setelah konstruksi seluruhnya selesai



Foto 7 - Deretan beton plastis tampak membentuk dinding halang (*diaphragm wall*)



Foto 8 - Setelah pemboran inti Ø 73 cm selesai, persiapan uji permeabilitas di deretan beton plastis

Hasil uji beton plastis *trial mix 4* yang dipakai untuk pelaksanaan konstruksi dinding halang. Komposisi material beton plastis per m³ sesuai dengan hasil *trial mix 4* adalah sebagai berikut.

- PC type 1 : 185 kg
- Bentonite : 100 kg
- Air : 300 liter
- Agregat kasar < Ø 2,5 cm : 440 kg
- Agregat halus (pasir) : 1.100 kg

Diaphragm wall setelah selesai konstruksi dilakukan uji permeabilitas. Sebelum uji permeabilitas, terlebih dahulu

Tabel 6 - Perbandingan Parameter Desain dan Hasil Uji Pelaksanaan Konstruksi *Diaphragm Wall*

No.	Jenis Pengujian	Parameter Desain	Hasil Pelaksanaan Konstruksi
1.	Slump	15 cm - 22,5 cm	14 cm - 28 cm
2.	Modulus Elastisitas	< 375 MPa	354,40 MPa - 540,23 MPa
3.	Kuat tekan (28 hr)	1 MPa - 2 MPa	0,43 MPa - 3,04 MPa
4.	Permeabilitas	< 10 ⁻⁵ cm/dt	5,92x10 ⁻⁷ cm/dt - 9,72x 10 ⁻⁵ cm/dt



Foto 9 - Keadaan Bendungan Keuliling setelah pengisian awal

dilakukan pemboran inti Ø 76 mm dengan mesin bor *Hydraulic rotary drilling*. Pemboran dilaksanakan dengan metode pemboran kering untuk mencegah terjadinya kerusakan konstruksi beton plastis. Pengujian dilaksanakan dalam lubang bor di perpotongan (*overlap*) antara dua tiang beton plastis yang berumur lebih dari 28 hari.

Pemboran inti Ø 76 mm dilaksanakan pada dua titik sambungan antara dua pile beton plastis, BPT 1 antara pile beton no. 8 dan no. 9, sedangkan BPT 2 antara pile beton no. 24 dan 25, kedalaman masing-masing pemboran adalah BPT 1 kedalaman 16,0 m dan BPT 2 kedalaman 17,0 m.

Pengujian permeabilitas bertekanan (*packer test*) dilaksanakan setelah pemboran inti selesai dan dilaksanakan dengan menggunakan packer udara sebagai penyekatnya. Tekanan air dilakukan dengan pompa tekan dengan tekanan maksimum 1,6 kg/cm².

Perbandingan parameter desain dan hasil pengujian selama pelaksanaan konstruksi dinding halang pada Tabel berikut. Dapat disimpulkan perbaikan pondasi dengan *diaphragm wall*, dinilai hasil yang efektif.



Foto 10 - Kunjungan lapangan Bapak Menteri PU setelah pengisian awal waduk (23/06/2008)

RANGKUMAN

Pembangunan Bendungan Keuliling menghasilkan waduk pertama di NAD, sekaligus pemberi harapan dan semangat baru dalam membangun dan mengatasi masalah kekurangan air di NAD. Waduk mempunyai tampungan 15.68 juta m³, dengan total areal irigasi seluas 2.445 ha. Konstruksi utama Bendungan Keuliling selesai dibangun pada tahun 2008, dan saat ini sedang dalam proses pengisian waduknya, muka air pada elevasi + 37.95 (elevasi intake +37.5). Sisa pekerjaan yaitu: kelengkapan waduk, perkerasan puncak bendungan, dan jalan masuk serta pekerjaan *landscaping* lainnya, diselesaikan pada tahun 2009.

Bersamaan dengan pelaksanaan sisa pekerjaan tersebut, hal-hal yang perlu dipersiapkan pihak proyek dan konsultan supervisi, dalam masa pengisian hingga waduk melimpas, untuk terus melakukan pengamatan dan evaluasi terhadap perilaku tubuh bendungan, dan pengamatan lebih rinci utamanya pada zona Endapan Alluvial. Sistem instrumentasi bendungan seharusnya sudah dapat berfungsi dan tercatat hasilnya, demikian juga peralatan hidromekanik segera dipersiapkan terhadap uji basah (*wet test*), ketika air waduk

mencapai normal (+ 45,80 m). Laporan pengisian awal waduk, training operasi dan pemeliharaan (OP), serta manual OP final juga harus dipersiapkan pada tahun 2009, dalam rangka proses persetujuan operasi waduk nantinya.

DAFTAR PUSTAKA

1. ICOLD, Buletin 129, *Dam foundations, Geologic Considerations, Investigation Methods, Treatment, Monitoring*, 2005.
2. Wiratman & Ass., Satker Pembangunan Bendungan Keuliling Nanggroe Aceh Darussalam, Laporan Desain *Cut off Wall*, Desain Perbaikan Pondasi Bendungan Utama Keuliling, Nanggroe Aceh Darussalam, 2005.
3. Wiratman & Ass, Satker Sementara Pembangunan Waduk Keuliling, Laporan Pelaksanaan Konstruksi Dinding Halang (*Diaphragm Wall*), Nanggroe Aceh Darussalam, 2006.
4. Laporan Kajian Keamanan Bendungan, Bahan Sidang Pleno Komisi Keamanan Bendungan Pelaksanaan Konstruksi Bendungan Keuliling, Aceh Besar, Nanggroe Aceh Darussalam, Juli, 2008.



PROSEDUR PEMBANGUNAN DAN PENGELOLAAN BENDUNGAN DI INDONESIA

Oleh:

Ir. Bambang Kuswidodo, Dipl.HE

Latar Belakang

Pemikiran perlunya suatu pengaturan tentang pembangunan dan pengelolaan bendungan yang dapat memenuhi kepentingan dan kehendak semua *stakeholder* bendungan, diawali dengan pembahasan pada Lokakarya Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan berkaitan dengan Laporan *World Commission of Dams (WCD)* yang diselenggarakan di Yogyakarta bulan Agustus 2001. Pengaturan yang ada pada waktu itu tertuang dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (Permen PU) Nomor 72 Tahun 1997 tentang Keamanan Bendungan, yang beserta peraturan perubahannya masih diberlakukan sampai saat ini. Sidang Tim Ahli Bendungan yang diselenggarakan di Ciloto, Puncak, Jawa Barat bulan Agustus 2003 antara lain telah menghasilkan konsep rumusan mengenai Tahapan

Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan beserta Prosedur Pengambilan Keputusan Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan di Indonesia. Dengan mempertimbangkan hasil Lokakarya di Yogyakarta, pengalaman pada pembangunan dan pengelolaan bendungan dan pendekatan lainnya, konsep Tahapan Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan dirumuskan menjadi 7 (tujuh) tahap. Ke tujuh tahap tersebut adalah: Tahap I Penetapan Kebutuhan, yaitu kebutuhan air, energi, pengendalian daya rusak dan pengendalian untuk buangan (*tailing*); Tahap II Pemilihan Alternatif, terkait dengan Rencana Induk Wilayah Sungai dengan solusi bendungan; Tahap III Persiapan Pembangunan, mencakup studi kelayakan, analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL), perizinan pembangunan, persetujuan desain dan pembebasan lokasi; Tahap IV Pelaksanaan Pembangunan, mencakup

pelaksanaan konstruksi, pembentukan lembaga daerah aliran sungai (DAS) dan penggenangan waduk; Tahap V Penetapan Lembaga Pengelola, merupakan prosedur penetapan lembaga pengelola; Tahap VI Pengoperasian dan Pemeliharaan, mencakup izin operasi, prosedur operasi, pengoperasian dan pemeliharaan, dan evaluasi; dan Tahap VII Penghapusan Bendungan, merupakan prosedur penghapusan bendungan.

Konsep awal Rancangan Peraturan Pemerintah (RPP) tentang Waduk dan Bendungan disiapkan pada bulan April 2004. Selanjutnya telah dilakukan pembahasan dalam Seminar Nasional Bendungan Besar bulan Mei 2005 dan pembahasan dalam forum KNI-BB. Pembahasan yang intensif dalam forum Departemen Pekerjaan Umum dan Panitia Antar Departemen mulai akhir tahun 2006 sampai dengan pertengahan tahun 2008. RPP tentang Waduk dan Bendungan yang kemudian menjadi RPP tentang Bendungan terutama memuat substansi yang didasarkan pada Tahapan Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan yang terdiri dari 6 (enam) tahap yaitu: Tahap I Perencanaan Pembangunan; Tahap II Pelaksanaan Konstruksi; Tahap III Pengisian Awal Waduk; Tahap IV Operasi dan Pemeliharaan; Tahap V Perubahan dan/atau Rehabilitasi Bendungan, dan Tahap VI Penghapusan Fungsi Bendungan.

Pengaturan sesuai dengan Tahapan dan Prosedur Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan diberlakukan untuk bendungan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Bendungan dengan tinggi 15 meter atau lebih yang diukur dari dasar pondasi terdalam dan dengan daya tampung waduk sekurang-kurangnya 100,000 meter kubik
2. Bendungan dengan tinggi 10 sampai dengan 15 meter diukur dari dasar pondasi terdalam dan dengan panjang puncak bendungan tidak kurang dari 500 meter, atau daya tampung waduk sekurang-kurangnya 500,000 meter kubik atau debit banjir maksimal yang diperhitungkan tidak kurang dari 1000 meter kubik perdetik; atau
3. Bendungan lainnya yang mempunyai kesulitan khusus pada pondasi, atau bendungan yang didesain menggunakan teknologi baru.

Perlu diketahui bahwa kriteria tersebut juga sesuai dengan kriteria bendungan besar berdasarkan standar KNI-BB.

Tahapan Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan

Pembangunan dan pengelolaan bendungan ditujukan untuk pengelolaan sumber daya air dan juga untuk penampungan limbah atau bahan cair lainnya. Suatu Tahap Prakarsa diawali dengan adanya isu kebutuhan air dan daya air, kelestarian

lingkungan hidup, daya rusak air, dan penampungan limbah atau bahan cair lainnya. Kondisi sumber daya air, daya dukung lingkungan hidup, dan rencana tata ruang dipertimbangkan dalam penentuan alternatif strategi pengelolaan sumber daya air dengan solusi bendungan, melalui penetapan rencana pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai. Berdasarkan pertimbangan yang sama dapat pula ditetapkan solusi penampungan limbah atau bahan cair lainnya dengan membangun bendungan.

Selanjutnya Prosedur Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan dilakukan dalam tahapan yang terdiri dari 6 (enam) tahap yaitu 3 (tiga) tahap pertama pada periode pembangunan dan 3 (tiga) tahap selanjutnya pada periode pengelolaan sebagai berikut:

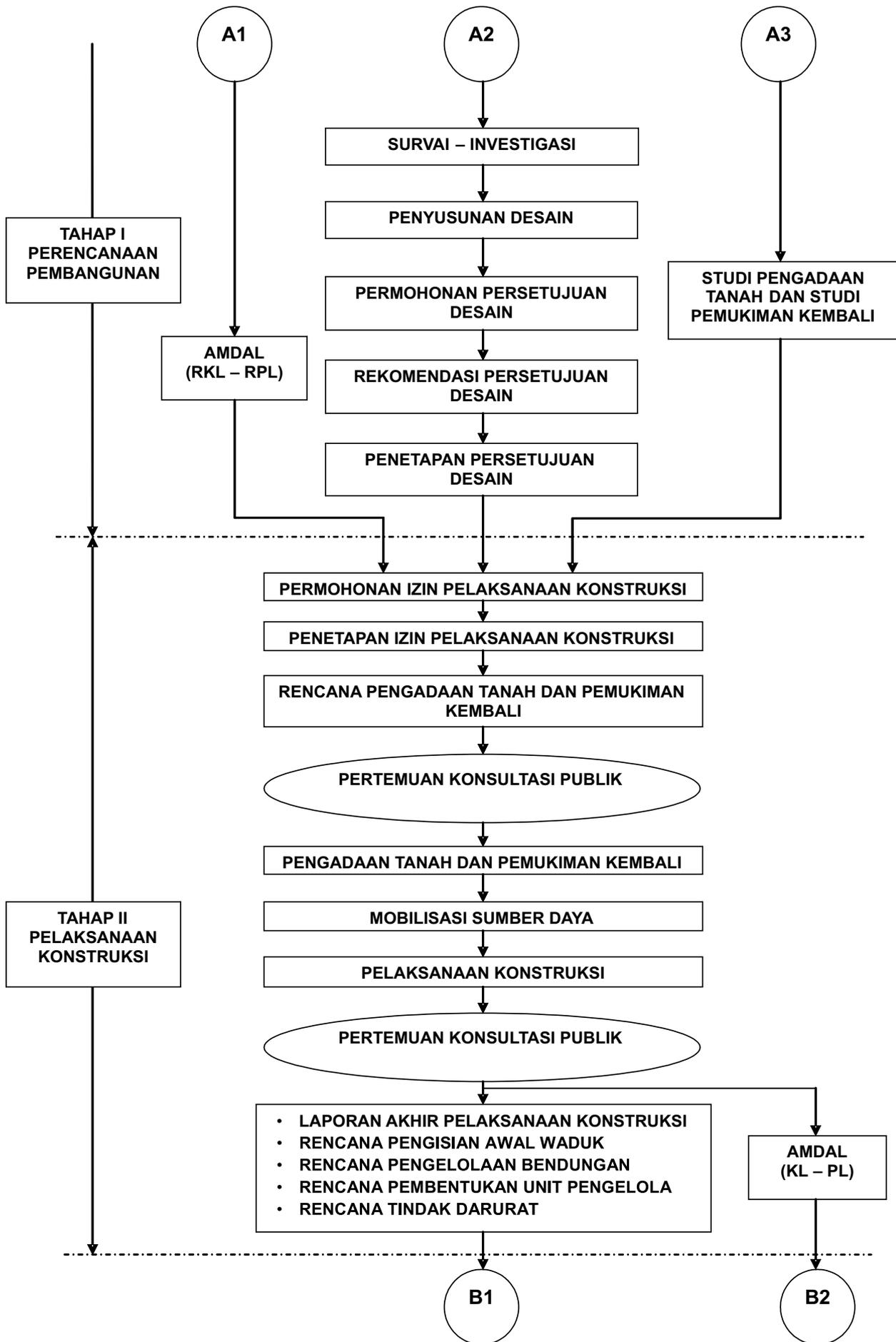
1. Tahap I Perencanaan Pembangunan, yang meliputi studi kelayakan, penyusunan desain, dan studi pengadaan tanah. Pada tahap ini diperlukan izin prinsip pembangunan dan persetujuan desain.
2. Tahap II Pelaksanaan Konstruksi, yang meliputi persiapan pelaksanaan konstruksi yang terdiri dari pengadaan tanah dan mobilisasi sumber daya dan pelaksanaan konstruksi. Pada tahap ini diperlukan izin Pelaksanaan konstruksi.
3. Tahap III Pengisian Awal Waduk, yang meliputi pengisian awal waduk dan pembentukan unit pengelolaan bendungan. Pada tahap ini diperlukan persetujuan pengisian awal waduk.
4. Tahap IV Operasi dan Pemeliharaan yang meliputi operasi dan pemeliharaan bendungan, dan pemeliharaan waduk. Pada tahap ini diperlukan persetujuan operasi.
5. Tahap V Perubahan dan/atau Rehabilitasi, yang dapat meliputi perubahan bendungan dan/atau rehabilitasi bendungan. Pada tahap ini diperlukan persetujuan desain perubahan dan/atau persetujuan desain rehabilitasi, serta izin perubahan bendungan dan/atau izin rehabilitasi bendungan.
6. Tahap VI Penghapusan fungsi bendungan, yang meliputi pelaksanaan penghapusan fungsi bendungan, dan pengelolaan pasca penghapusan fungsi bendungan. Pada tahap ini diperlukan izin penghapusan fungsi bendungan.

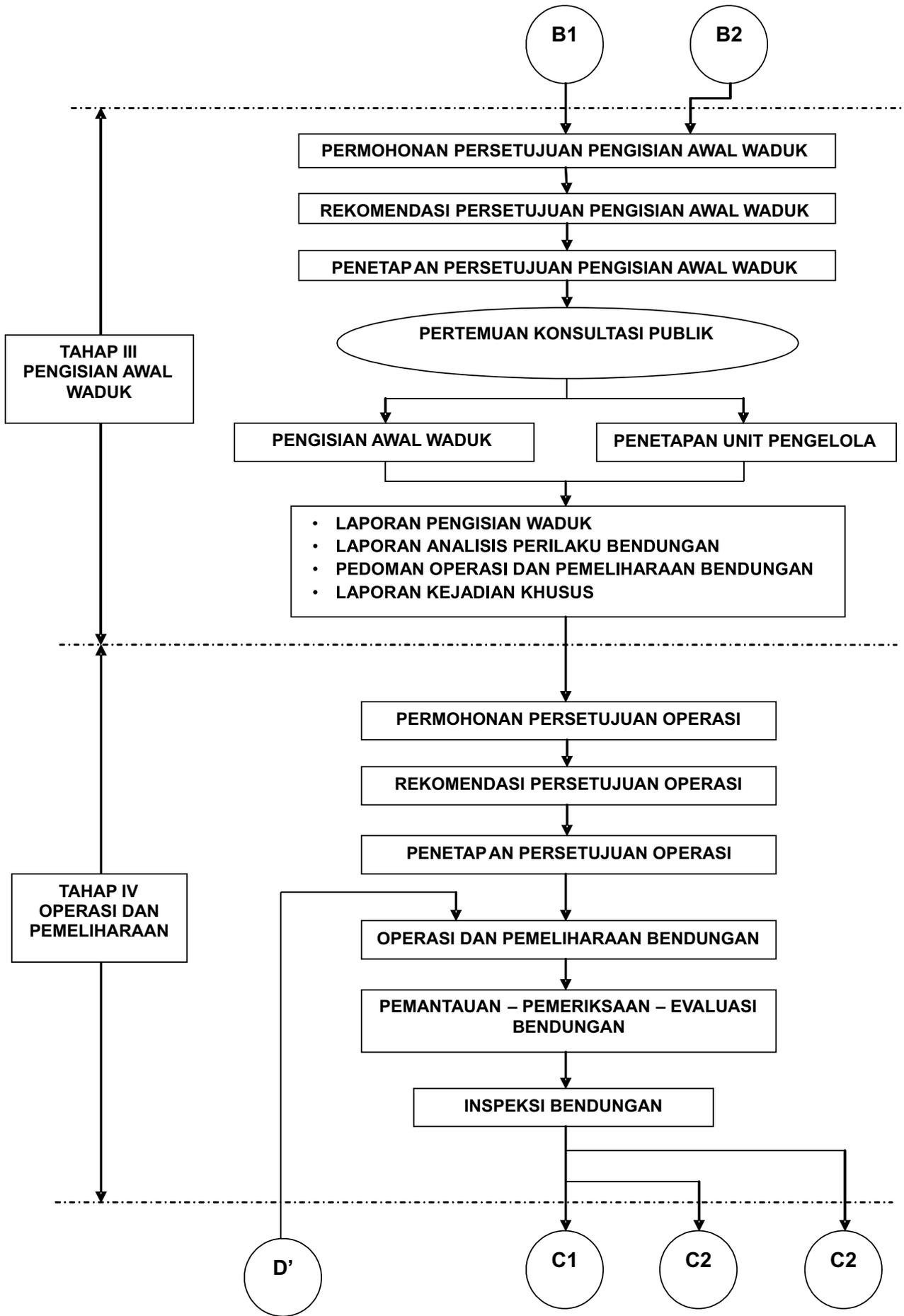
Implikasi Lembaga Terkait

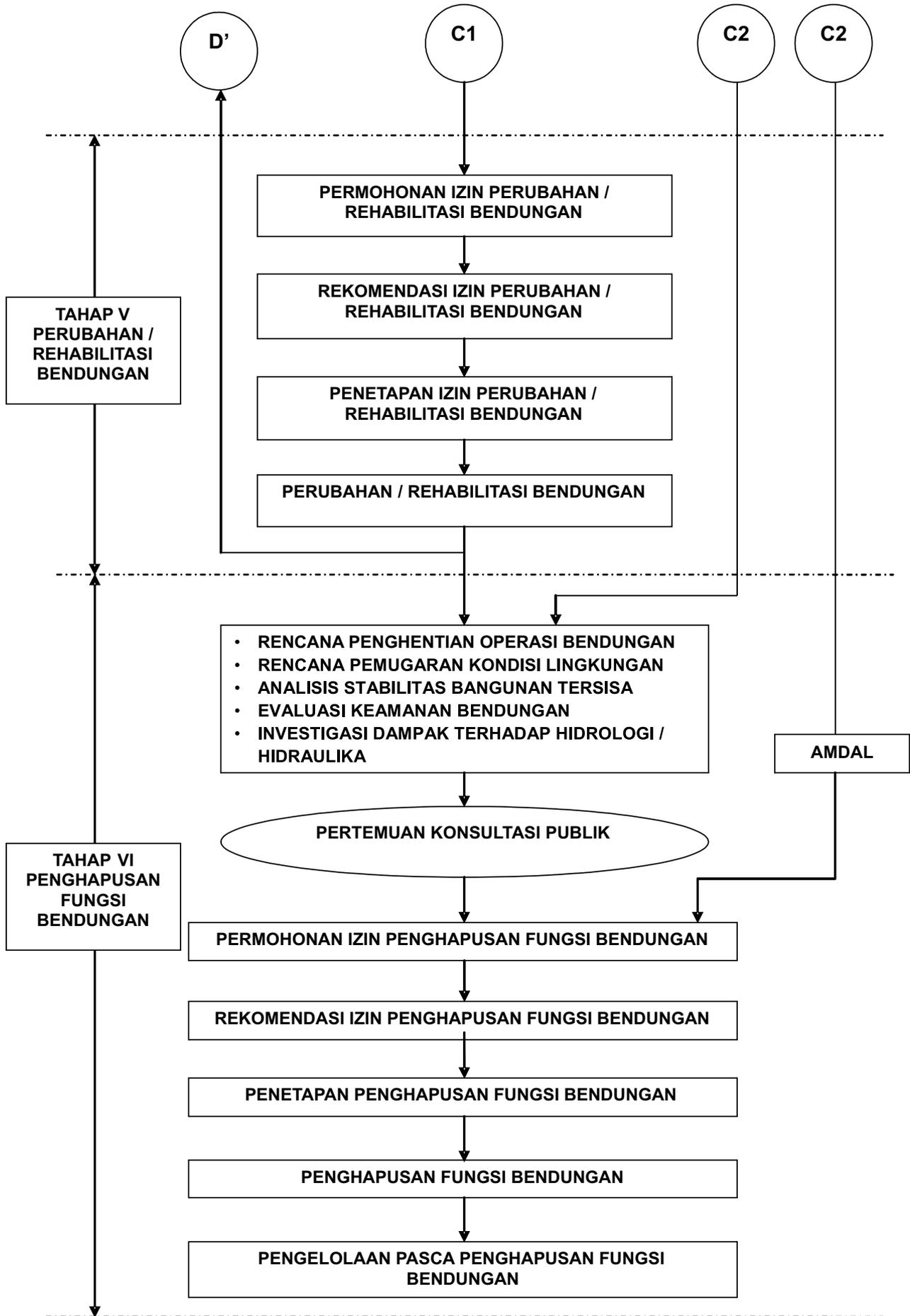
Lembaga terkait Prosedur Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan dan sebagian keterlibatannya adalah sebagai berikut:

1. Pemerintah,

1. Pemerintah, pemerintah provinsi, pemerintah kabupaten/kota: sebagai pemilik bendungan yang bertanggung jawab atas pembangunan bendungan dan pengelolaan bendungan beserta waduknya.
2. Menteri yaitu menteri yang membidangi sumber daya air: (a) pemberian izin prinsip pembangunan sesuai dengan kewenangannya, (b) pemberian persetujuan dan izin dalam tahapan pembangunan dan pengelolaan bendungan, (c) pemberian izin penggunaan sumber daya air sesuai dengan kewenangannya, (d) koordinasi, penyusunan rencana tindak darurat, sesuai dengan kewenangannya, (e) penyelenggaraan kegiatan perlindungan dan pelestarian waduk, sesuai dengan kewenangannya, (f) pengawasan kegiatan perlindungan dan pelestarian waduk, sesuai dengan kewenangannya, (g) penetapan rencana pengelolaan bendungan, (h) menunjuk instansi teknis terkait keamanan bendungan (Komisi Keamanan Bendungan) untuk melakukan penilaian permohonan persetujuan dan izin, (i) membentuk unit pelaksana teknis bidang keamanan bendungan (balai bendungan), (j) pemberian sanksi administratif sesuai dengan kewenangannya, kepada Pemilik, Pembangun dan/atau Pengelola Bendungan.
3. Menteri yang terkait dengan bidang sumber daya air, yang dimaksud adalah menteri yang berwenang dalam perlindungan dan pelestarian waduk: (a) penyelenggaraan kegiatan perlindungan dan pelestarian waduk, sesuai dengan kewenangannya, (b) pengawasan kegiatan perlindungan dan pelestarian waduk, sesuai dengan kewenangannya.
4. Gubernur atau bupati/walikota: (a) pemberian izin prinsip pembangunan sesuai dengan kewenangannya, (b) pemberian izin penggunaan sumber daya air, sesuai dengan kewenangannya, (c) penetapan rencana pengelolaan bendungan, sesuai dengan kewenangannya, (d) koordinasi, penyusunan rencana tindak darurat, sesuai dengan kewenangannya, (e) penyelenggaraan kegiatan perlindungan dan pelestarian waduk, sesuai dengan kewenangannya, (f) pengawasan kegiatan perlindungan dan pelestarian waduk, sesuai dengan kewenangannya, (g) pemberian sanksi administratif sesuai dengan kewenangannya, kepada Pemilik, Pembangun dan Pengelola Bendungan.
5. Instansi yang membidangi lingkungan hidup: (a) memberikan rekomendasi teknis kepada Menteri, gubernur atau bupati/walikota dalam pemberian izin prinsip pembangunan untuk bendungan penampung limbah, (b) memberikan rekomendasi teknis kepada Menteri, gubernur atau bupati/walikota dalam penetapan rencana pengelolaan bendungan untuk bendungan penampung limbah, (c) memberikan rekomendasi teknis kepada Menteri dalam pemberian persetujuan dan izin dalam tahapan pembangunan dan pengelolaan bendungan untuk bendungan penampung limbah.
6. Wadah koordinasi pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai: konsultasi dengan Menteri, gubernur atau bupati/walikota dalam pemberian izin prinsip pembangunan.
7. Pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai (Balai Besar Wilayah Sungai, Balai Wilayah Sungai): memberikan rekomendasi teknis kepada Menteri, gubernur atau walikota dalam pemberian izin prinsip pembangunan.
8. Unit Pelaksana Teknis yang membidangi sumber daya air (Balai Besar Wilayah Sungai, Balai Wilayah Sungai): sebagai Pengelola Bendungan berdasarkan penunjukan dari Pemilik Bendungan.
9. Instansi teknis terkait keamanan bendungan (Komisi Keamanan Bendungan): (a) Pengkajian hasil evaluasi keamanan bendungan dari Pembangunan dan/atau Pengelola bendungan, (b) penyiapan rekomendasi kepada Menteri dalam rangka pemberian persetujuan dan izin dalam tahapan pembangunan dan pengelolaan bendungan, (c) evaluasi hasil kegiatan yang dilakukan oleh unit pelaksanaan teknis bidang keamanan bendungan (Balai Bendungan).
10. Unit pelaksanaan teknis bidang keamanan bendungan (Balai Bendungan): memberikan dukungan teknis keamanan bendungan kepada instansi teknis terkait keamanan bendungan (Komisi Keamanan Bendungan).
11. Unit pengelola bendungan: melaksanakan pengelolaan bendungan beserta waduknya, sebagai bagian dari Pengelola Bendungan.
12. Badan hukum yaitu badan hukum sebagai Pemilik Bendungan: (a) menunjuk Pengelola Bendungan dan menetapkan unit pengelola bendungan, (b) penyelenggara kegiatan perlindungan dan pelestarian waduk, (c) menyediakan dana amanah (*trust fund*) untuk biaya pengelolaan pasca penghapusan fungsi bendungan.
13. Masyarakat, yaitu masyarakat yang terkena dampak dan yang mendapat manfaat: (a) memberikan masukan dan saran dalam pembangunan bendungan dan pengelolaan bendungan beserta waduknya, (b) mengikuti program pemberdayaan masyarakat, (c) mengikuti pertemuan konsultasi publik, dan sosialisasi.









PELAKSANAAN SEMINAR BENDUNGAN BESAR

a. Seminar diadakan di ruang serbaguna PT. Pembangkitan Jawa Bali, Kantor Pusat Jl. Ketintang Baru No.11 Surabaya, terdiri dari 2 (dua) acara/kegiatan:

1) Seminar Nasional Bendungan Besar:

Hari/tanggal : Rabu, 2 Juli 2008
 Waktu : pk. 09.00 wib s.d 18.00 wib
 Tempat : Gedung Kantor Lantai VI PT. PJB
 Kantor Pusat,
 Jl. Ketintang Baru No.11 Surabaya

2) Kunjungan Lapangan:

Hari/tanggal : Kamis, 3 Juli 2008
 Waktu : pk. 07.30 wib s.d 18.30 wib
 Obyek : - Waduk Sutami
 - PLTA Sengguruh
 - Lumpur Lapindo - Sidoarjo

b. Peserta yang hadir.

Seminar diikuti oleh 428 peserta dari berbagai kalangan:

- Perwakilan berbagai perusahaan BUMN, konsultan, kontraktor
- Perwakilan perguruan tinggi
- Pejabat pemerintahan dan dinas terkait
- Anggota KNI-BB

c. Makalah yang terpilih untuk dipresentasikan sebanyak 10 makalah dari 25 makalah yang masuk yaitu:

d. Seminar ini didukung oleh sponsor-sponsor sebagai berikut:

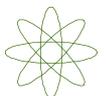
- PT. PLN (Persero)
- PT. Indonesia Power
- PT. Pembangkitan Jawa Bali
- PT. Va Tech Hydro
- PT. PJB Service
- PT. Mini Hydro Energi Nusantara
- PT. Asuransi Kresna Tugu Pratama
- Bank Rakyat Indonesia
- PT. Brantas Abipraya (Persero)
- PT. Amythas
- PT. Sarana Jaya
- Allianze Insurance Solution
- PT. Poeser Indonesia
- PT. Citra Media
- PT. Cempaka Artha Buana
- PT. Sumber Segara Primadaya
- PT. Kabel Metal Indonesia

e. Kontribusi peserta seminar dikenai biaya per-orang sebesar:

- Anggota KNI-BB Rp. 100.000,-
- Non Anggota KNI-BB Rp. 150.000,-
- Mahasiswa Rp. 50.000,-

f. Total Pengeluaran Biaya Seminar adalah sebesar Rp. 445.841.372,-.

NO.	JUDUL MAKALAH	NAMA PENULIS	INSTITUSI PENULIS	KELOMPOK INSTITUSI
1	Pengembangan Kelistrikan di Indonesia Tahun 2008-2016, Kesempatan Investor Dalam Pengembangan Energy Terbarukan	Kabul Sutijono Sugeng	PT. PLN (Persero) Kantor Pusat	PLN - Pusat
2	Kritisnya Kondisi Bendungan di Indonesia	Ir. M. Donny Azdan, MA,MS,Ph.D	BAPPENAS	BAPPENAS
3	Pengelolaan Sedimen pada Bendungan Besar : Risalah Ikhtiar di Berbagai Negara	Raymond Valiant Ruritan	Bagian Pengembangan Usaha Strategis Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta 1	PU - BUMN
4	Optimalisasi Potensi Sumber Energi Primer pada Bendung Lodoyo	Iwan Agung, Farid Widya Frisma dkk	PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas	PLN - PT. PJB
5	Sedimentasi Waduk PLTA Panglima Besar Soedirman	Nugraha Septa UK dan Tri Antisto	PT. Indonesia Power UBP Mrica	PLN - INDONESIA POWER
6	The Role of Weather and Climate Information on The Developing dams as primary Energy Operation	Hj. Endangang Suprapti, Ssi	Meteorological and Geopisical Agency Climatological Station, Bogor	BMG
7	Dampak Perubahan Iklim Global Terhadap Sumber Daya Air dan Alternatif Solusinya Studi Kasus DAS Kali Brantas	Ir. Tjoek Walujo Subijanto, CES	Perum Jasa Tirta I	PU - BUMN
8	Peran Inspeksi Berkala Bendungan Besar Dalam Optimalisasi Sumber Energi Primer	Dr. Aries F. Firman	KNI-BB	KNI-BB
9	Manajemen Asset Berbasis Risiko Pengelolaan Bendungan PLTA Cirata	Rakhmat Hidayat dan Aman Solihin	PT. PJB Unit Pembangkitan Cirata	PLN - PT. PJB
10	Perilaku Bendungan Wet Core Wadaslintang Setelah 20 Tahun Beroperasi	Djoko Mudjihardjo	Puslitbang SDA Departemen Pekerjaan Umum	PU - PUSLITBANG SDA





RANGKUMAN HASIL SEMINAR NASIONAL BENDUNGAN BESAR TAHUN 2008

Tema:

PENGEMBANGAN BENDUNGAN DALAM RANGKA OPTIMALISASI SUMBER ENERGI PRIMER

1. Perubahan iklim global secara perlahan dan telah mempengaruhi jumlah dan pola presipitasi serta cuaca di dunia termasuk Indonesia, oleh karena itu diperlukan mulai sekarang upaya adaptasi terhadap situasi tersebut dengan melibatkan peran aktif seluruh pihak terkait untuk memaksimalkan manfaat dari kegiatan pengelolaan dan pengembangan Sumber Daya Air.
2. Pengelolaan dan pemeliharaan Daerah Aliran Sungai, pola pengoperasian dan pemanfaatan air waduk serta pola pemeliharaan Bendungan Besar yang sesuai dengan peraturan atau prosedur baku merupakan kunci keberhasilan dalam pengoperasian Bendungan Besar untuk pengembalian investasi dan pengembangan pemanfaatan sumber daya air secara berkelanjutan.
3. Untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan energi di Indonesia dan untuk mengurangi penggunaan energi fosil

yang sangat mendesak, diperlukan pasokan energi yang ramah lingkungan dan terbarukan. Hal ini dengan memanfaatkan Sumber Energi Primer terutama tenaga hidro yang sangat berpotensi dan tersebar di seluruh wilayah Indonesia yaitu pengembangan waduk dengan Bendungan Besar untuk pembangkit listrik.

4. Diperlukan upaya bersama antar pihak-pihak terkait dalam perencanaan, pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan Bendungan Besar agar memenuhi tuntutan dari Undang-Undang Sumber Daya Air No.7 tahun 2004 dan Peraturan Pemerintah terkait serta memenuhi kaidah pengelolaan lingkungan secara terpadu.
5. Untuk dapat melaksanakan pembangunan Bendungan Besar yang akan digalakkan dalam waktu dekat diperlukan pengembangan kompetensi Sumber Daya Manusia sesuai dengan tuntutan persyaratan kriteria tenaga ahli ketenagakerjaan dan perkembangan teknologi konstruksi.
6. Mengingat pentingnya pemeliharaan waduk dan bendungan besar serta bahaya yang mungkin ditimbulkannya, maka di dalam perencanaan anggaran harus telah memasukkan biaya operasi, pemeliharaan, pemeriksaan rutin serta pengelolaan sedimen secara terpadu.





RAPAT ANGGOTA TAHUNAN (RAT) 2007 DAN RAPAT ANGGOTA BIASA (RAB) KNI-BB 2 JULI 2008



1. RAT 2007 dan RAB KNI-BB diselenggarakan bersamaan dengan Seminar Nasional Bendungan Besar bekerja sama dengan PT. PLN (Persero), PT. Pembangunan Jawa Bali dan PT. Indonesia Power bertempat di Gedung PT. Pembangunan Jawa Bali Jl. Ketintang Baru No. 11 Surabaya pada tanggal 2 Juli 2008.

Agenda RAT 2007 sebagai berikut:

- Laporan pertanggungjawaban KE 2007
 - Perkembangan dan Pengembangan Organisasi
 - Pelaksanaan Program Kerja 2007
 - Pertanggungjawaban Keuangan 2007
- Program Kerja 2008
 - Program Kerja 2008
 - Rencana Penerimaan dan Anggaran Belanja 2008

Agenda RAB adalah sebagai berikut:

- Laporan Tim Verifikasi Keuangan 2007
- Pemilihan Tim Verifikasi Keuangan 2008
- Pembaharuan Anggota KE periode 2008 - 2010
- Laporan Penetapan Susunan Komisi-Komisi
- Laporan Penetapan Badan Sertifikasi Asosiasi (BSA) periode 2008 - 2010

2. Kesimpulan RAT 2007

- Peserta rapat dapat menyetujui dan menerima baik pertanggungjawaban KE serta mengesahkan Laporan Keuangan KNI-BB tahun 2007.
- Peserta rapat dapat menyetujui Program Kerja 2008 yang meliputi Program Kerja 2008 dan Rencana Penerimaan dan Anggaran Belanja 2008 dengan beberapa catatan sebagai berikut:
 - Permintaan agar ketentuan mengenai Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab KE dalam menjalankan kepengurusan KNI-BB perlu ditindaklanjuti dalam bentuk Penetapan KE, telah dilaksanakan melalui Penetapan KE No. 37.1/P/VII/2005 dan berlaku surut sejak tanggal 7 Juli 2005.

- Dengan diterimanya KNI-BB sebagai anggota Dewan Sumber Daya Air Nasional (DSDAN) diharapkan KNI-BB dapat memberikan kontribusi yang optimal melalui pembentukan Tim di KNI-BB untuk mendukung dan memberikan masukan kepada Pengurus KNI-BB yang duduk di DSDAN.
- Program Kerja melalui kerja sama dengan Puslitbang SDA, Perguruan Tinggi dan lainnya agar lebih dikonkritkan dan dijabarkan secara lebih jelas untuk memudahkan pelaksanaannya di lapangan.
- Untuk membiayai kegiatan KNI-BB, sesuai ketentuan AD/ART, di samping iuran anggota Perorangan maupun Badan, KNI-BB dapat menerima sumbangan yang tidak mengikat dari pihak-pihak lain.
- Upaya percepatan sertifikasi telah dilakukan dengan melaksanakan sosialisasi dan pembekalan sertifikasi kepada anggota antara lain di lingkungan perusahaan kontraktor, konsultan dan Balai Besar Wilayah Sungai.
- Persyaratan untuk menjadi anggota KNI-BB seperti tercantum dalam AD/ART adalah sarjana yang berminat di bendungan besar. Tidak ada hambatan untuk menjadi anggota KNI-BB dan dalam Seminar tanggal 2 Juli 2008, 40 pendaftar baru menjadi anggota KNI-BB dan kepada anggota baru sangat diharapkan partisipasinya lebih lanjut dalam organisasi.
- Persyaratan dan penilaian kualifikasi keahlian bendungan besar mengacu kepada Pedoman yang disusun dan dikaji dalam waktu yang cukup lama.
Masukan/saran yang disampaikan mengenai perlunya penerapan tata cara penilaian secara khusus/berbeda kepada seorang Ahli Perencana Bendungan Besar yang bekerjanya relatif singkat bila di banding dengan seorang Pelaksana atau Pengawas, akan diteruskan kepada BSA KNI-BB untuk dikaji dan dipertimbangkan penyesuaiannya lebih lanjut.

3. Kesimpulan RAB

- Laporan Tim Verifikasi Keuangan 2007

Anggota Tim Ir. Budi Harto, MM mewakili Ketua Tim Ir. Suyono Sontosumarto, MM yang berhalangan hadir, melaporkan bahwa Tim dapat menerima laporan keuangan 2007 dengan beberapa catatan antara lain sebagai berikut:

- Tindak lanjut atas saran-saran dari Tim Verifikasi Keuangan tahun 2006 sudah sepenuhnya dilaksanakan.
- Masih ada tunggakan dari iuran anggota Perorangan maupun Badan yang dinilai cukup besar, yang apabila kurang tertangani dengan baik berpotensi tidak tertagih.
- Penerimaan atas penjualan buku menyimak bendungan belum optimal, jauh dari rencana.
- Agar dikaji kembali metode penagihan kepada anggota Perorangan maupun Badan sehingga piutang yang ada tidak berlarut-larut sampai beberapa tahun.

Peserta sidang menerima secara aklamasi Laporan Tim Verifikasi Keuangan 2007. Dengan disetujuinya Laporan Tim Verifikasi dan diterima baik Laporan Pertanggungjawaban Keuangan KE, maka KE dinyatakan bebas dari pertanggungjawaban keuangan selama periode tahun 2007.

- Pemilihan Tim Verifikasi 2008

Rapat menyetujui pemilihan Tim Verifikasi Keuangan 2008 sebagai berikut:

- Ketua : Ir. Musyanif
- Anggota : Ir. Agus Jatiwiryono, ME
Ir. Eri S. Ernata
Ir. Sumarna P, MM, MT
Ir. Endar Triyono.

- Pembaharuan anggota KE periode 2008-2010

Peserta rapat dapat menyetujui usulan pembaharuan anggota Komite Eksekutif periode 2008 - 2010 sebanyak 33 orang sebagai berikut :

- Abdul Hanan Akhmad
- Achmad Rusfandi Usman
- Arie Setiadi Murwanto
- Aries Feizal Firman
- Bagoes Moedijantoro
- Bambang Hargono
- Bambang Kuswidodo
- Bhre Susantini
- Budi Harto
- Djendam Gurusinga
- Eddy A. Djajadiredja
- Hadi Susilo
- Indreswari H. Guritno
- John Paulus Pantouw
- Kabul Sutijono Sugeng
- Karmiyono
- Kiming Marsono
- Mardjono Notodihardjo
- Mas'ud
- H.M. Soedibyso
- Nasri Sebayang
- Pudji Hastowo
- Rismantoyo
- Sarwo Soeprapto
- Soejoedi Soerachmad
- Soeradji
- Soetomo Siswowiedjono
- Sudarsono Hardjosoeratno
- Sugiyanto
- Suyono Sontosumarto
- Tri Bayu Adji
- Trie Mulat Sunaryo
- Widagdo

- Laporan Penetapan Susunan Komisi-Komisi.

Rapat KE tanggal 8 Mei 2008 telah menyetujui penyesuaian susunan Komisi-Komisi KNI-BB yang ditetapkan melalui Penetapan KE No. 52/P/V/2008 sebagai berikut :



1	Komisi Seminar, Pelatihan dan Wisata Studi	Ir. Bambang Hargono, Dipl.HE, M.Eng Ir. Djaya Sukarno, M.Eng	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
2	Komisi <i>Dam Safety</i>	Ir. Abdul Hanan Akhmad, M.Eng Ir. Lolo Wahyu	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
3	Komisi <i>Operation, Maintenance and Rehabilitation of Dams</i>	Ir. Soeradji, Dipl.HE Ir. Kusbandoro, Dipl.HE	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
4	Komisi <i>Computational Aspects of Analysis and Design of Dams</i>	Ir. Netto Mulyanto, M.Eng.Sc Ir. Chairani Rahmatullah, MT, M.Eng.Sc	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
5	Komisi <i>Materials for Fill Dams</i>	Ir. Pudji Hastowo, Dipl.HE Djoko Mudjihardjo, ME	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
6	Komisi <i>Tailings Dams</i>	Ir. Zainuddin, ME Ir. Bambang Pinudji Utomo	Ketua Komisi Sekretaris Komisi



7	Komisi <i>Environment</i>	Ir. Kabul Sutijono Sugeng Ir. Zulaidin Mas, MMA	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
8	Komisi <i>Seismic Aspects of Dam Design</i>	Ir. Rismantoyo Ir. Djumhani	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
9	Komisi <i>Concrete for Dams</i>	Ir. Soetomo Siswamidjono, Dipl.HE Ir. I.G. Amrih Dumadi	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
10	Komisi <i>Hydraulics for Dams</i>	Ir. H.M. Soedibyo, MT Ir. Sajiharjo, MSc	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
11	Komisi <i>Sedimentation of Reservoirs</i>	Ir. Hadi Susilo, MM Ir. Anang Yahmadi, MSc	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
12	Komisi <i>Dams and Floods</i>	Ir. John P. Pantouw, MS Ir. Eri S. Ernata	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
13	Komisi <i>Public Awareness and Education</i>	Ir. H. Mardjono Notodihardjo Ir. Bambang Soesmono	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
14	Komisi <i>Register of Dams and Documentation</i>	Ir. Abdul Hanan Akhmad, M.Eng Ir. A. Zubaidi, M.Tech	Ketua Komisi Sekretaris Komisi
15	Komisi <i>Dams for Hydroelectric Energy</i>	Ir. Nasri Sebayang Ir. Tri Setyo Nugroho	Ketua Komisi Sekretaris Komisi



- Laporan Penetapan Badan Sertifikasi Asosiasi (BSA) periode 2008-2010
Rapat KE tanggal 8 Mei 2008 telah menyetujui pembaharuan BSA KNI-BB yang ditetapkan melalui Penetapan KE No.53/P/V/2008 sebagai berikut:



Berita Konperensi, Workshop & Seminar

- 80th Anniversary ICOLD & Conference on Water and Energy.
 - Palais de La Decouverte, Paris
 - 24 Nopember 2008
- International Conference on "Resolving the Water and Energy Nexus".
 - UNESCO Central office, Paris
 - 26 - 28 Nopember 2008
- 77th Annual Meeting ICOLD & International Symposium on Dams and Reservoir for Multiple Purposes
 - Brasilia
 - 24 Mei 2009

Ketua BSA:	Dr. Ir. Mochamad Amron, MSc
Pengelola Sistem:	Ir. John Paulus Pantouw, MS
Sekretariat Sertifikasi (SS)	
Ketua:	Ir. H. Herman Hidayat
Anggota:	Plenik Sawitri, ST
Majelis Penilai Sertifikasi (MPS)	
Ketua MPS:	Ir. Bagoes Moedijantoro
Wakil Ketua MPS:	Ir. Husni Sabar, Dipl.HE
Sekretaris MPS:	Ir. Pudji Hastowo, Dipl.HE
Anggota MPS:	Ir. Bambang Kuswidodo, Dipl.HE
	Ir. Soejoedi Soerachmad
	Ir. Soetomo Siswamidjono, Dipl.HE
	Ir. H.M. Soedibyo, MT
	Ir. H. Mardjono Notodihardjo
	Ir. Ibnu Kasiro, Dipl.HE
	Ir. CD. Soemarto, Dipl.H
	HS. Soeprapto, ME
	Dr. Ir. Aries Feizal Firman
	Ir. A. Rusfandi Usman, M.Eng
	Ir. Bambang Hargono, Dipl.HE, M.Eng
Majelis Banding Sertifikasi (MBS)	
Ketua MBS:	Ir. Kusdaryono Sutosoeromo
Sekretaris MBS:	Ir. Bambang Tedja Indra Iswara
Anggota MBS:	Ir. Umar Thoefur Abdul Azis, MT, MM
	Ir. Rismantoyo
	Ir. Sri Hernowo Masyhudi, Dipl.HE





OLEH OLEH DARI PERTEMUAN TAHUNAN ICOLD KE 76, SOFIA BULGARIA

Oleh: Ir. Hadi Susilo, MM

Kami sangat beruntung mendapat kesempatan untuk menghadiri pertemuan ICOLD ke 76 di Sofia, Bulgaria. Hal ini terjadi atas dorongan dan usulan dari Ketua Umum KNI-BB Bapak Ir. Bambang Kuswidodo, Dipl. HE kepada PT PLN (Persero) untuk menugaskan kami berdua, Ir. Mas'ud, MSC, MM dan Ir. Hadi Susilo, MM.

Sekelumit oleh-oleh dari Pertemuan Tahunan ICOLD ke 76 dapat kami sampaikan diantaranya seperti tulisan dibawah ini.

1. Jadwal kegiatan sidang ICOLD dimulai tanggal 2 Juni sampai dengan tanggal 6 Juni 2008 dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian yaitu:
 - Meeting of Technical Committees;
 - International Symposium;
 - ICOLD Executive Meeting;
 - Technical Tour.

Disamping kegiatan tersebut, disajikan juga Pameran Teknik Produk Jasa Konsultan, Produk Jasa Konstruksi, Produk Industri yang terkait pembangunan Bendungan dan kelengkapannya termasuk peralatan Pembangkit Tenaga Air, dan dalam pertemuan tahunan dihadiri lebih dari 600 delegasi berasal dari 53 negara, termasuk 2 orang delegasi INACOLD dari Indonesia.

Jumlah makalah yang masuk dan terpilih didalam laporan sebanyak 158 makalah yang dibagi ke dalam 3 kelompok yaitu:

- Operation of Dams. Real Cases and Problems (62 makalah dari 25 negara)
 - Dam Monitoring and Surveillance (51 makalah dari 17 negara)
 - Rehabilitation and Up Grading of Dams (45 makalah dari 21 negara)
2. Kegiatan Komisi ICOLD dibagi menjadi 24 Kelompok Komisi yang menangani perkembangan dan pengumpulan data kejadian/kasus tentang bagian bagian dari perencanaan, pembangunan, pemeliharaan dan pengoperasian Bendungan Besar di dunia.

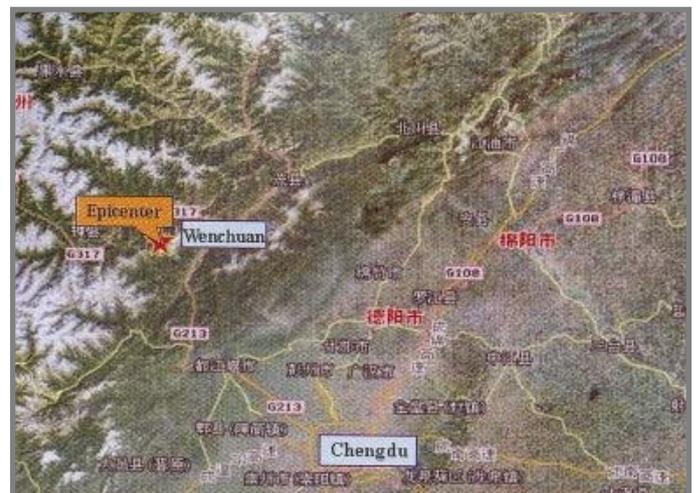
Pertemuan Komisi Teknik (Technical Committees) ICOLD membahas secara detail data dan kasus/kejadian yang dilaporkan dari masing masing negara anggota komisi.

Mengingat pelaksanaan sidang komisi dilaksanakan secara parallel, kami mengikuti sidang Komisi B yang

membahas tentang **Seismic Aspect of Dam Design**. Yang menarik di dalam pembahasan ini diantaranya adalah presentasi dan diskusi tentang terjadinya gempa di kota Wenchuan Provinsi Sichuan, CHINA pada tanggal 12 Mei 2008. Gempa dengan skala 8.0 *Richter Magnitude*. Dilaporkan bahwa terdapat 1.583 units bendungan dan waduk di Provinsi Sichuan mengalami kerusakan, terdiri dari: 1.523 units *small dams* dengan kapasitas waduk lebih kecil dari 5 juta m³, 56 units *medium dams* dan waduk serta 4 units bendungan dengan ketinggian melebihi 100 m.

Bendungan Zipingpu, tipe *Concrete Face Rock Fill* dengan ketinggian 156 m, lokasi berjarak 17 km dari Epicentrum gempa; Bendungan Shapai, tipe *Roller Compacted Concrete Arch* dengan ketinggian 132 m, lokasi berjarak 12 km dari episentrum gempa; Bendungan Bauzhusi, tipe *Gravity* dengan ketinggian 132 m, dan Bendungan Bikou, tipe *Clay Core Rock Fill*.

Kesemua bendungan tersebut dilaporkan tidak mengalami kerusakan berarti mengingat tidak terlihat adanya kebocoran, namun penelitian lebih detail masih dalam pelaksanaan.



Gambar No.1 - Earthquake - Stricken Areas

3. *Symposium* dibagi menjadi 3 *session* dan dihadiri oleh seluruh delegasi, persentasi menyajikan dari masing masing kelompok sebagai berikut:
 - Kelompok *Operation of Dams. Real Cases and Problems*, dipersentasikan 10 makalah dari 9 negara

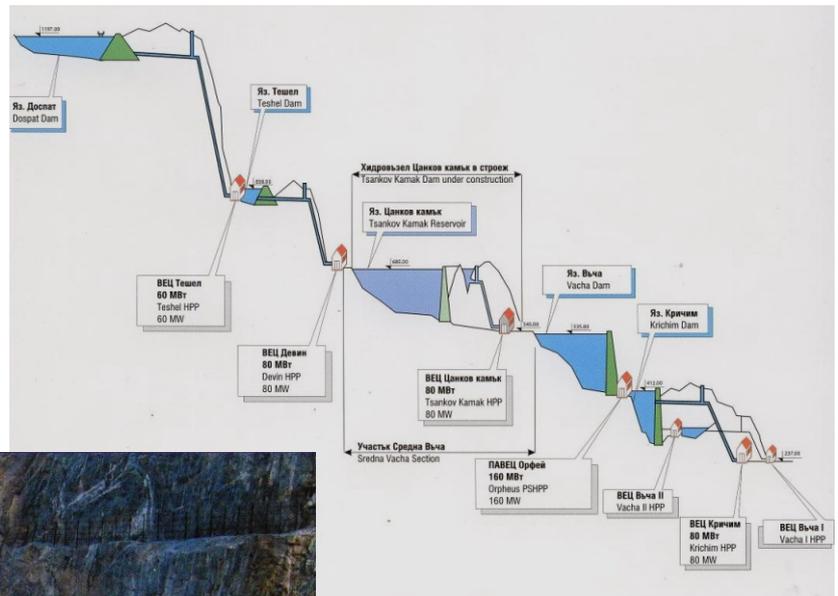


Gambar No.2 - Yingxiu Town, Wenchuan County, Epicentrum

- *Dam Monitoring and Surveillance* dipersentasikan 7 makalah dari 7 negara
 - *Rehabilitation and Up Grading of Dams* dipersentasikan 9 makalah dari 7 negara
4. *Site Visit* ke lokasi Bendungan Besar baik yang dalam melaksanakan maupun yang sedang dalam pengoperasian.

Bendungan dalam pelaksanaan

Meninjau lokasi pembangunan Bendungan tipe *Double Curved Concrete Arch Dam*



Gambar No.3 - DOSPAT - VACHA Hydro Power Cascade



dibangun untuk memenuhi kebutuhan air TSANKOV KAMAK HYDRO POWER PLANT. Bendungan dengan ketinggian 130,50 m, panjang puncak bendungan sepanjang 480 m dan memerlukan timbunan beton sebanyak 600.000 m³, pembangunan mulai pada

Gambar No.4 - Tsankov Kamak HPP Under Construction

Juli 2004 dan direncanakan selesai pada akhir 2009. Kapasitas pembangkit sebesar (85 + 1) MW (2 x 42,5 MW + 1 MW) dengan produksi energy tahunan sebesar 188 GWh. + 10 GWh.

Yang menarik pembangunan bendungan ini adalah merupakan bagian dari CASCADE: DOSPAT - VACHA dimana sudah ada 2 unit bendungan besar dan pembangkit listrik dibagian hulu dengan total kapasitas terpasang 140 MW dan dibagian hilir terdapat 4 unit bendungan dan pembangkit dengan total kapasitas 260 MW.

Bendungan dalam pengoperasian

Meninjau CHAIRA PUMPED STORAGE HYDRO POWER PLANT dengan *generating* kapasitas sebesar 864 MW dan kapasitas pompa sebesar 788 MW. Pembangkit dipasang \$ Units Reversible Francis Pumped Turbines masing masing kapasitas *generating* 216 MW dan berkapasitas *pumping* sebesar masing masing 197 MW. Untuk tampungan air dibagian hulu dengan Bendungan BELMEKEN (dibagian hilir bendungan tipe *Rock Fill* tinggi 98 m dan dibagian hulu bendungan saddle tipe *Rock Fill* tinggi 30 m). Tampungan dibagian hilir terdapat Bendungan Chaira tipe *Concrete Gravity* tinggi 85 m. Disamping itu air waduk bagian hulu tersebut juga digunakan untuk Pembangkit Belmeken *Hydro Power Plant* sekaligus untuk *Pumped Storage Power Plant* dengan kapasitas *generating* 375 MW dan kapasitas *pumping* 104 MW. Dengan bendungan dibagian hilir Stankovi Baraki Dam, tipe *Rock Fill*, tinggi 37 m.

Peninjauan Dvakovo Dam, bendungan tipe *Earth Fill* (urugan tanah) tinggi 30 m menampung air untuk keperluan *cooling system* pembangkit Thermal berbahan bakar batu bara. Hal ini sangat menarik bahwa Bulgaria benar benar memaksimalkan semua potensi yang dimiliki di dalam negeri yang sedikit mempunyai garis pantai dan sungai besar untuk kebutuhan *Cooling system* pada PLTU Batu bara. Peninjauan ke Batak Dam, tipe *Earth Fill*, tinggi 35 m, mempunyai *Saddle Dam*, tipe *Earth Fill*, tinggi 9,50 m,

Total volume kapasitas waduk 310 juta m³ dan volume efektif 302 Juta m³. Kapasitas pembangkit yang dihasilkan sebesar 128 MW (PESHTERA HPP).

Peninjauan Ke Topolnizza Dam, tipe *Concrete Gravity Buttress*, tinggi 78 m, kapasitas pembangkit 9 MW, *energy* yang dibangkitkan 28 GWh per tahun dengan tujuan utama untuk keperluan Irigasi.

5. Dari hasil oleh-oleh tersebut dapat disimpulkan bahwa *International Commission On Large Dams (ICOLD) Annual Meeting ke 76 dan Symposium Operation, Rehabilitation and Up - Grading Of Dams* merupakan ajang tukar pengalaman dan pendataan untuk semua kejadian perencanaan, pelaksanaan, pengoperasian dan pemantauan perilaku bendungan serta rehabilitasi dan *Up grading* bendungan dari seluruh anggota peserta (± 80 negara). Hal ini amat sangat bermanfaat bagi para delegasi peserta dan dapat menimba pengalaman dari orang lain tanpa harus mengalami kesalahan atau pemborosan yang sama.

Dari hasil diskusi dan peninjauan lapangan terlihat sekali bahwa bagi negara yang mempunyai perencanaan yang baik di dalam pengembangan sumber daya alam dan *energy*, tidak dapat dipungkiri dan dipastikan selalu memprioritaskan pemakaian *Renewable Energy* sebagai tumpuan awal pembangunannya. Seperti di Bulgaria bahwa pemakaian air begitu hemat dan cermat pemanfaatannya bahkan pembangunan PLTU batubara (mulut tambang) dengan menggunakan bendungan dan waduknya untuk memenuhi kebutuhan *cooling system* PLTU nya.

Gambar No.5 - Chaira PSHP dan Belmeken - Sestrimo HP Cascade

