

# PENGELOLAAN SUMBER DAYA PANAS BUMI: Manajemen Reservoir

Nenny Miryani Saptadji

ITB  PRESS

Hak cipta © pada penulis dan dilindungi Undang-Undang  
Hak penerbitan pada ITB Press

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh bagian dari buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

*Pengelolaan sumber daya panas bumi: manajemen reservoir*

Penulis : Nenny Miryani Saptadji  
Penyunting Bahasa : Taufiq Rachman  
Desain : Taufiq Rachman  
Cetakan ke-1 : 2023  
ISBN : 978-623-297-328-2

**ITB**  **PRESS**

📍 Gedung STP ITB, Lantai 1,  
Jl. Ganesa No. 15F Bandung 40132  
☎ +62 22 20469057  
🌐 [www.itbpress.id](http://www.itbpress.id)  
✉ [office@itbpress.id](mailto:office@itbpress.id)  
Anggota Ikapi No. 043/JBA/92  
APPTI No. 005.062.1.10.2018

Buku ini saya persembahkan untuk anak didik saya di kampus ITB, juga untuk generasi muda di perguruan tinggi lain yang sedang mempelajari bidang Teknik Panas Bumi, dan generasi muda di industri yang terlibat langsung dalam kegiatan pengelolaan panas bumi.

Melalui buku ini diharapkan pembaca memperoleh pembelajaran mengenai bagaimana pengelolaan sumber daya panas bumi, khususnya pengelolaan reservoir (manajemen reservoir) dilakukan agar energi panas bumi dapat dimanfaatkan untuk jangka waktu panjang, secara berkelanjutan, hingga dapat tersedia tidak hanya untuk generasi sekarang, tapi juga untuk generasi yang akan datang.

Semoga buku ini berguna untuk pembelajaran mengenai bagaimana perencanaan dan analisis dilakukan, keputusan diambil pada saat para pendahulu kita mengelola lapangan panas bumi yang telah beroperasi cukup lama di Indonesia seperti Kamojang (40 tahun), Awibengkong-Salak (30 tahun), Darajat (30 tahun) dan Wayang Windu (23 tahun). Penulis berusaha mengumpulkan semua informasi baik dari makalah maupun dari rekan-rekan praktisi di industri panas bumi di Indonesia, untuk bisa membuat rangkuman mengenai manajemen reservoir yang dilakukan di keempat lapangan tersebut.

Penulis berterimakasih kepada rekan-rekan dari Asosiasi Panas Bumi Indonesia (API) serta dari industri geotermal, antara lain dari PT Pertamina Geotermal Energy, Star Energy Geotermal Ltd., PT Geo Dipa Energi, dan Supreme Energy Ltd., yang telah berbagi ilmu, pengetahuan, dan pengalamannya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada civitas akademik Program Studi Magister Teknik Geotermal ITB, khususnya kepada Taufiq Rachman atas bantuan yang diberikan untuk penerbitan buku ini dan buku-buku terdahulu, yaitu Teknik Geotermal dan Teknik Produksi Geotermal.

Penulis bersyukur kepada Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya, sehingga buku ini dapat diselesaikan. Alhamdulillah rabbi 'alamin - Segala Puji Bagi Allah Tuhan Seluruh Alam. Buku ini melengkapi karya penulis sebelumnya, yaitu buku 'Teknik Geotermal' (2018) dan buku 'Teknik Produksi Geotermal' (2023).

Semula buku ini akan diberi judul seperti nama mata kuliah di ITB, yaitu "**Manajemen Reservoir Geotermal**", karena **reservoir** sebagai batuan yang mengandung fluida panas, setelah ditemukan dari pemboran sumur eksplorasi, merupakan asset utama perusahaan, yang harus dikelola dengan baik. Kata 'manajemen', atau '*management*', atau 'pengelolaan', secara umum didefinisikan sebagai sebuah proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian, dan pengontrolan sumber daya. Buku ini akan membahas ke empat aspek tersebut dalam pengelolaan sumber daya energi geotermal.

Judul buku diubah untuk menghindari kesalahpahaman yang muncul, mengira bahwa buku ini hanya membahas keteknikan, dan juga menyesuaikan dengan amanah Undang-Undang UU No. 21 Tahun 2014 tentang Panas Bumi, dimana dalam UU tersebut dinyatakan bahwa penyelenggaraan kegiatan panas bumi menganut '**asas berkelanjutan**', dimana yang dimaksud dengan "asas berkelanjutan" adalah bahwa penyelenggaraan kegiatan usaha panas bumi harus dikelola dengan baik agar dapat menghasilkan energi secara berkesinambungan.

Oleh karena dalam Undang-Undang dan peraturan turunannya, digunakan kata 'panas bumi' sebagai terjemahan dari 'geothermal', maka untuk konsistensi dalam pembahasan dalam buku ini penulis tidak menterjemahkannya menjadi 'geotermal' sebagaimana penulis gunakan dalam buku-buku sebelumnya, tapi penulis akan tetap menggunakan kata 'panas bumi'.

Semoga buku ini bermanfaat untuk mempelajari bagaimana sumber energi panas bumi harus dikelola untuk menjadikannya sebagai energi yang berkelanjutan, tersedia tidak hanya untuk generasi sekarang, tetapi juga untuk generasi yang akan datang.

Bandung, 18 Agustus 2023

Nenny Miryani Saptadji

**KATA PENGANTAR ..... VII**

**BAB I PENDAHULUAN ..... 1**

    I.1 Latar Belakang ..... 1

    I.2 Tujuan Pengelolaan Sumber Daya Panas Bumi ..... 2

    I.3 Sistematika Penulisan ..... 2

**BAB II PENGERTIAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA PANAS BUMI  
BERKELANJUTAN ..... 5**

    II.1 Definisi *Sustainability* atau Keberlanjutan ..... 6

    II.2 Mengapa Perlu dilakukan Pengelolaan Sumber Daya Panas Bumi ..... 10

    II.3 Pustaka ..... 12

**BAB III REGULASI TERKAIT PENGELOLAAN SUMBER DAYA PANAS BUMI DI  
INDONESIA ..... 13**

    III.1 Undang-Undang No. 30/2007 Tentang Energi. .... 14

        III.1.1 Asas dan Tujuan Pengelolaan Energi ..... 15

        III.1.2 Lingkungan dan Keselamatan ..... 16

        III.1.3 Kebijakan Energi Nasional dan Rencana Umum Energi Nasional ..... 16

        III.1.4 Dewan Energi Nasional ..... 16

        III.1.5 Pengelolaan Energi ..... 17

        III.1.6 Kewajiban Badan Usaha Pelaku Kegiatan Usaha Energi ..... 18

        III.1.7 Penelitian dan Pengembangan ..... 18

        III.1.8 PP No. 79/2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional ..... 18

        III.1.9 Perpres No. 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional ..... 20

    III.2 Undang-Undang No. 21/2014 tentang Panas Bumi. .... 23

        III.2.1 Tahapan Kegiatan Pengusahaan Panas Bumi untuk Pembangkitan Listrik .. 26

        III.2.2 Kewajiban Badan Usaha pemegang Izin Panas Bumi (IPB) ..... 27

        III.2.3 Asas Penyelenggaraan Kegiatan Panas Bumi ..... 29

        III.2.4 Kewenangan Pemerintah dalam Penyelenggaraan Panas Bumi ..... 29

        III.2.5 Pembinaan dan Pengawasan Penyelenggaraan Panas Bumi ..... 31

    III.3 UU No. 32/Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan ..... 31

        III.3.1 Beberapa Definisi Lingkungan ..... 32

        III.3.2 Tujuan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup ..... 33

        III.3.3 Asas Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup ..... 33

        III.3.4 Izin Lingkungan ..... 34

III.4	UU No. 6 Tahun 1994 tentang Pengesahan <i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim). .....	37
III.5	UU No. 17 Tahun 2004 Tentang Pengesahan <i>Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (Protokol Kyoto Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Tentang Perubahan Iklim). .....	38
III.6	Rangkuman Amanat Undang-Undang Tentang Energi, Panas Bumi dan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan untuk Pengelolaan Sumber Daya Panas Bumi.....	40
III.7	Pustaka.....	41

## **BAB IV PROSES MANAJEMEN RESERVOIR PANAS BUMI ..... 43**

IV.1	Tujuan Manajemen Reservpor Panas Bumi .....	44
IV.2	Proses Manajemen Reservoir Panas Bumi.....	46
IV.3	Implementasi Prinsip Pembangunan Yang <i>Berkelanjutan</i> .....	49
IV.4	Penentuan Target Dan Strategi Pengembangan PLTP dan Lapangan Panas Bumi .....	50
IV.4.1	Target Pengembangan PLTP.....	50
IV.4.2	Strategi Pengembangan Lapangan Uap ( <i>Steam Field</i> ).....	54
IV.5	Penyusunan Rencana Pengembangan Lapangan dan PLTP .....	56
IV.5.1	Rencana Pengembangan PLTP. ....	58
IV.5.2	Rencana Pengembangan Lapangan Uap ( <i>Steam Field</i> ). .....	59
IV.5.3	Rencana Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan .....	71
IV.5.4	Rencana Kegiatan dan Waktu Pelaksanaan .....	74
IV.5.5	Rencana Biaya .....	74
IV.5.6	Laporan Rencana Pengembangan.....	77
IV.5.7	Tantangan Dalam Perencanaan .....	77
IV.5.8	Pemilihan <i>EPC Company</i> .....	79
IV.6	Implementasi Proyek Panas Bumi.....	81
IV.7	Monitoring Kinerja Reservoir .....	83
IV.7.1	Monitoring produksi dan injeksi .....	84
IV.7.2	Monitoring Ekstraksi Masa, Reinjeksi dan Entalpi Fluida.....	86
I.1.1	Monitoring Tekanan dan Temperatur. ....	88
IV.7.3	Monitoring Geokimia. ....	90
IV.7.4	Monitoring aktivitas termal.....	93
IV.7.5	Monitoring Mikroseismik. ....	95
IV.7.6	Monitoring air tanah .....	95
IV.7.7	Monitoring Lingkungan .....	96
IV.8	Evaluasi Dan Langkah Perbaikan .....	97
IV.9	Pustaka.....	99

## **BAB V REALISASI PENGELOLAAN SUMBER DAYA PANAS BUMI DI AREA KAMOJANG ..... 101**

V.1	Pengembangan Lapangan dan PLTP Kamojang .....	102
-----	---	-----

V.1.1	Pengembangan dan Status PLTP Kamojang .....	103
V.1.2	Pengembangan dan Status Lapangan Uap Kamojang .....	105
V.2	Pembelajaran ( <i>Lesson Learned</i> ) dari Manajemen Reservoir Kamojang .....	110
V.2.1	Proses Manajemen Reservoir Panas Bumi Kamojang .....	110
V.2.2	Penetapan Target dan Strategi Pengembangan .....	120
V.2.3	Strategi Produksi dan Injeksi di Lapangan Kamojang.....	121
V.2.4	Monitoring Kinerja Reservoir Kamojang .....	121
V.2.5	Evaluasi dan Langkah Perbaikan Untuk Menjaga Kelangsungan Produksi .	126
V.3	Pengelolaan Lingkungan di Area Operasi Kamojang oleh PGE.....	135
V.4	Pengelolaan Lingkungan di area operasi PLTP Kamojang oleh PLN.....	138
V.5	Pustaka.....	139

## **BAB VI REALISASI PENGELOLAAN SUMBER DAYA PANAS BUMI DI AREA DARAJAT .....**

VI.1	Pengembangan Lapangan dan PLTP Darajat.....	143
VI.1.1	Pengembangan dan Status PLTP Darajat .....	143
VI.1.2	Pengembangan dan Status Lapangan Uap Darajat .....	147
VI.2	Pembelajaran ( <i>Lesson Learned</i> ) dari Manajemen Reservoir Darajat .....	151
VI.2.1	Proses Manajemen Reservoir Panas Bumi Darajat .....	151
VI.2.2	Penetapan Target dan Strategi Pengembangan .....	159
VI.2.3	Strategi Produksi dan Injeksi .....	160
VI.2.4	Monitoring Kinerja Reservoir Darajat .....	161
VI.2.5	Evaluasi dan Langkah Perbaikan Untuk Menjaga Kelangsungan Produksi .	164
VI.3	Pengelolaan Lingkungan di Area Darajat.....	166
VI.4	Pustaka.....	168

## **BAB VII REALISASI PENGELOLAAN SUMBER DAYA PANAS BUMI DI AREA AWIBENGGOK-SALAK.....**

VII.1	Pengembangan Lapangan dan PLTP Salak .....	176
VII.1.1	Pengembangan dan Status PLTP Salak.....	176
VII.1.2	Pengembangan dan Status Lapangan uap Salak .....	180
VII.2	Pembelajaran ( <i>Lesson Learned</i> ) dari Manajemen Reservoir Panas Bumi Awibengkok - Salak .....	190
VII.2.1	Proses Manajemen Reservoir Panas Bumi Awibengkok - Salak .....	190
VII.2.2	Penetapan Target dan Strategi Pengembangan .....	196
VII.2.3	Strategi Produksi dan Injeksi .....	197
VII.2.4	Monitoring Kinerja Reservoir di lapangan Awibengkok-Salak .....	198
VII.2.5	Evaluasi dan Langkah Perbaikan Untuk Menjaga Kelangsungan Produksi .	201
VII.3	Pengelolaan Lingkungan di Area Awibengkok - Salak .....	202
VII.4	Pustaka.....	203

<b>BAB VIII REALISASI PENGELOLAAN SUMBER DAYA PANAS BUMI DI AREA WAYANG WINDU.....</b>	<b>205</b>
VIII.1 Pengembangan Lapangan dan PLTP Wayang Windu.....	209
VIII.1.1 Pengembangan dan Status PLTP Wayang Windu .....	209
VIII.1.2 Pengembangan dan Status Lapangan uap Wayang Windu .....	210
VIII.2 Pembelajaran dari Manajemen Reservoir Panas Bumi Wayang Windu .....	216
VIII.2.1 Proses Manajemen Reservoir Panas Bumi Wayang Windu .....	216
VIII.2.2 Penetapan Target dan Strategi Pengembangan .....	227
VIII.2.3 Strategi Produksi dan Injeksi.....	228
VIII.2.4 Monitoring Kinerja Reservoir .....	229
VIII.2.5 Evaluasi dan Langkah Perbaikan Untuk Menjaga Kelangsungan Produksi .	229
VIII.3 Pengelolaan Lingkungan di Area Wayang Windu.....	231
VIII.4 Pustaka.....	232
<b>BAB IX MANAJEMEN RESERVOIR PANAS BUMI DI BEBERAPA LAPANGAN DI NEGARA LAIN .....</b>	<b>235</b>
IX.1 Manajemen Reservoir Panas Bumi the Geysir - USA.....	235
IX.2 Manajemen Reservoir Panas Bumi <i>Southern Negros</i> - Philippines .....	236
IX.3 Manajemen Reservoir Panas Bumi Tongonan - Philippines.....	238
IX.4 Manajemen Reservoir Panas Bumi Ahuachapán - El Savador .....	240
IX.5 Pustaka.....	241