

Sentagi Sesotya Utami, Faridah, Laksana Gema Perdamaian, Rachmawan Budiarto,
Fiki Rahmatika Salis, Ressay Jaya Yanti, M. Kholid Ridwan, Dian Dianti Avoressi,
Randy Frans Fela, Dwi Joko Suroso, Nazrul Effendy, Yakub Fahim Luckyarno

MENUJU BANGUNAN ZERO ENERGY DI INDONESIA



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

MENUJU BANGUNAN ZERO ENERGY DI INDONESIA

Penulis:

Sentagi Sesotya Utami
Faridah
Laksana Gema Perdamaian
Rachmawan Budiarto
Fiki Rahmatika Salis
Ressy Jaya Yanti

M. Kholid Ridwan
Dian Dianti Avoressi
Randy Frans Fela
Dwi Joko Suroso
Nazrul Effendy
Yakub Fahim Luckyarno

Editor:

Sentagi Sesotya Utami
Hanifah
Zulfi Aulia Rachman
Gigih Rahmandhani Setyantho

Penyelarar bahasa:

Yuni

Proofreader:

Siti

Desain sampul:

Pram's

Tata letak isi:

Rio

Penerbit:

Gajah Mada University Press
Anggota IKAPI dan APPTI

Ukuran: 15,5 × 23 cm; xviii + 272 hlm

ISBN: 978-602-386-937-4

Redaksi:

Jl. Sendok, Karanggayam CT VIII Caturtunggal
Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta, 55281
Telp./Fax.: (0274) 561037
ugmpress.ugm.ac.id | gmupress@ugm.ac.id

Cetakan Pertama: Januari 2021

Hak Penerbitan ©2021 Gajah Mada University Press

Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun, baik cetak, photoprint, microfilm, dan sebagainya.

KATA PENGANTAR

Konsep *Zero Energy Building* (ZEB) merupakan konsep global yang diterapkan di banyak negara sebagai bentuk dukungan terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). Hadirnya ZEB di Indonesia masih memerlukan kajian yang mendalam, tidak hanya dari sisi strategi pencapaiannya dengan menerapkan desain, teknologi, dan kebijakan yang tepat, tetapi juga kajian atas ketersediaan sumber daya dan kondisi iklim tropis yang unik. Metode pencapaian ZEB di negara lain, belum tentu bisa diadaptasi secara langsung di Indonesia.

Buku *Menuju Bangunan Zero Energy di Indonesia* hadir untuk memberikan kajian penerapan konsep *Net ZEB* (NZEB) hingga *nearly ZEB* (nZEB) di beberapa negara, serta implementasi yang sudah dan bisa dilakukan di Indonesia hingga saat ini. Kendala yang membatasi keberhasilan implementasinya juga disajikan. Terdapat usulan dari kelompok riset *Integrated Smart and Green Building* (InSGreeB) terkait strategi penghematan energi bangunan yang tepat untuk kondisi Indonesia menggunakan pendekatan sistem pasif, aktif dengan sistem cerdas, serta manajemen energi bangunan. Guna memenuhi syarat ZEB, maka perlu dihadirkan sistem energi terbarukan untuk memenuhi konsumsi energi bangunan. Berbagai bentuk strategi penerapan sistem energi terbarukan untuk bangunan di Indonesia juga dikaji dalam buku ini dengan berbagai keterbatasannya, baik dari sisi teknologi, ketersediaan sumber daya, jaringan energi, maupun faktor pembiayaannya.

Adanya isu tren pergeseran paradigma dari bangunan hijau ke ZEB di Indonesia menjadikan buku ini hadir tepat pada waktunya. Semoga buku ini mampu menginisiasi kemunculan ide-ide segar dalam upaya merealisasikan lingkungan berkelanjutan di berbagai tempat di Indonesia maupun dunia.

Yogyakarta, November 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I MENCAPAI KINERJA BANGUNAN YANG OPTIMAL DENGAN KONSEP BERKELANJUTAN	1
<i>Sentagi Sesotya Utami, Fiki Rahmatika Salis, Ressy Jaya Yanti</i>	1
1.1 Indonesia dengan Konsep Berkelanjutan	1
1.2 TPB ke-11 dan TPB ke-7 yang Menjadi Dasar Kajian ZEB	2
1.2.1 TPB 7: Menjamin Akses Energi yang Terjangkau, Andal, Berkelanjutan, dan Modern untuk Semua	3
1.2.2 TPB 11: Menjadikan Kota dan Pemukiman Inklusif, Aman, Tangguh, dan Berkelanjutan.....	4
1.3 Gedung Berkinerja Tinggi dan ZEB	7
1.4 <i>Low Carbon Development</i> Indonesia.....	19
BAB II KUALITAS LINGKUNGAN <i>INDOOR</i>	27
<i>Faridah, Dian Dianti Avoressi, Ressy Jaya Yanti, Gigih Rahmandhani Setyantho</i>	27
2.1 Definisi dan Ruang Lingkup Kualitas Lingkungan Ruang Huni	27
2.2 Kenyamanan Termal	30
2.2.1 Konsep Umum Kenyamanan Termal	30
2.2.2 Standar Kenyamanan Termal pada Dokumen Internasional	35
2.2.3 Kenyamanan Termal dan Iklim di Indonesia.....	42

2.3	Kenyamanan Visual.....	52
BAB III KONSEP ENERGI PADA BANGUNAN BERKINERJA		
	TINGGI	64
	<i>Laksana Gema Perdamaian, Sentagi Sesotya Utami, Randy</i>	
	<i>Frans Fela</i>	<i>64</i>
3.1	Kajian Energi Bangunan.....	65
3.1.1	Satuan Energi Bangunan	65
3.1.2	Aliran Energi Bangunan	67
3.1.3	Metrik Kinerja Energi Bangunan	69
3.2	Asesmen Energi Bangunan.....	70
3.3	Bangunan Referensi.....	72
3.3.1	Definisi Bangunan Referensi.....	72
3.3.2	Parameter Bangunan Referensi	74
3.4	Energi Bangunan Dunia.....	76
3.4.1	Klasifikasi Bangunan.....	76
3.4.2	Kebutuhan Energi Bangunan.....	77
3.4.3	Penggunaan Energi di Bangunan Residensial.....	81
3.4.4	Penggunaan Energi di Bangunan Non-Residensial.....	84
BAB IV NET ZERO ENERGY BUILDING (NZEB) DAN NEARLY		
	ZERO ENERGY BUILDING (NZEB)	96
	<i>Sentagi Sesotya Utami, Randy Frans Fela, Fiki Rahmatika</i>	
	<i>Salis, Ressy Jaya Yanti.....</i>	<i>96</i>
4.1	<i>Net Zero Energy Building (NZEB)</i>	<i>96</i>
4.1.1	<i>Net Zero Site Energy.....</i>	<i>97</i>
4.1.2	<i>Net Zero Source Energy.....</i>	<i>97</i>
4.1.3	<i>Net Zero Energy Costs.....</i>	<i>98</i>
4.1.4	<i>Net Zero Energy Emissions</i>	<i>98</i>
4.1.5	<i>Metrik ZEB.....</i>	<i>99</i>
4.2	<i>Pendekatan nearly Zero Energy Building (nZEB) untuk</i>	
	<i>Indonesia.....</i>	<i>101</i>
4.2.1	<i>Metrik Neraca Energi</i>	<i>102</i>
4.2.2	<i>Periode Keseimbangan Energi</i>	<i>104</i>
4.2.3	<i>Jenis Penggunaan Energi.....</i>	<i>105</i>

4.2.4	Jenis Keseimbangan Energi.....	105
4.2.5	Opsi Pasokan Energi Terbaru.....	106
4.2.6	Koneksi ke Infrastruktur Energi.....	107
4.2.7	Persyaratan untuk Efisiensi Energi.....	108
4.2.8	Pengembangan NZEB di Berbagai Negara.....	108
BAB V	DESAIN DAN KONSEP UNTUK MENCAPAI BANGUNAN HEMAT ENERGI.....	115
	<i>Laksana Gema Perdamaian, Faridah, M. Kholid Ridwan, Sentagi Sesotya Utami</i>	115
5.1	Strategi Efisiensi dan Kebijakan Energi di Indonesia.....	115
5.1.1	Strategi Efisiensi Dunia pada Bangunan.....	115
5.1.2	Kebijakan Efisiensi Energi Bangunan di Indonesia.....	118
5.1.3	Konsep untuk Implementasi Strategi Efisiensi Energi.....	122
5.2	Aspek Desain Pasif.....	123
5.2.1	Komponen Lingkungan Luar Bangunan.....	124
5.2.2	Komponen Fisik Bangunan.....	132
5.3	Strategi Desain Pasif untuk Indonesia.....	139
5.3.1	Strategi pada Selubung Bangunan Tidak Tembus Cahaya.....	142
5.3.2	Strategi pada Selubung Bangunan Tembus Cahaya.....	145
5.3.3	Strategi pada Orientasi Bangunan.....	148
5.3.4	Strategi Sistem Ventilasi.....	149
BAB VI	STRATEGI DESAIN AKTIF UNTUK ZEB.....	163
	<i>Faridah, Ressy Jaya Yanti, Sentagi Sesotya Utami, Dwi Joko Suroso, Nazrul Effendy, Yakub Fahim Luckyarno</i>	163
6.1	Konsep Bangunan Cerdas.....	163
6.2	<i>Building Management System</i> (BMS) untuk Implementasi Bangunan Cerdas.....	167
6.2.1	Sistem Pemantauan Lingkungan dan Energi Bangunan...	167
6.2.2	Sistem Manajemen Basis Data.....	185
6.2.3	Teknologi Kontrol.....	188

BAB VII BANGUNAN YANG MEMPRODUKSI ENERGI

	<i>Rachmawan Budiarto, Fiki Rahmatika Salis</i>	222
7.1	Produksi Energi oleh Bangunan	222
7.2	Pemanfaatan Sel Surya	223
7.2.1	Potensi Energi Matahari	223
7.2.2	Pembangkitan Listrik dengan Sel Surya	229
7.2.3	Produksi Energi oleh Sel Surya.....	232
7.2.4	Susunan dan Skema Dasar Pemanfaatan Fotovoltaik	234
7.2.5	Integrasi Sel Surya pada Bangunan.....	236
7.2.6	<i>Thin-Film</i> pada Bangunan	241
7.3	Pemanfaatan Energi Angin	243
7.4	Pemanfaatan Biogas.....	248
7.5	Pemanfaatan Energi Panas Bumi.....	253
7.6	Pemanfaatan Energi Air	256
TENTANG PENULIS.....		265
TENTANG EDITOR		271