



# Teknologi dan Rekayasa Material Konstruksi Berkelanjutan

---

Dr. Mardiana Amir, S.T., M.T.  
Junita Eka Susanti, S.T., M.Eng.  
Ir. Suprianto, S.T., M.T., Ph.D.  
Dr. Ir. Endah Murtiana Sari, S.T., M.M.  
Sary Shandy, S.T., M.T.  
Dr. Suherman, S.T., M.T.  
Ir. Akhmad Mujiburrokhman, S.T., M.T.  
Dr. Eng. Ir. Riky Stepanus Situmorang, S.T., M.Eng.  
Ir. Rifky, S.T., M.M., M.T., IPP.



# **Teknologi dan Rekayasa Material Konstruksi Berkelanjutan**

**Dr. Mardiana Amir, S.T., M.T.**

**Junita Eka Susanti, S.T., M.Eng.**

**Ir. Suprianto, S.T., M.T., Ph.D.**

**Dr. Ir. Endah Murtiana Sari, S.T., M.M.**

**Sary Shandy, S.T., M.T.**

**Dr. Suherman, S.T., M.T.**

**Ir. Akhmad Mujiburrokhman, S.T., M.T.**

**Dr. Eng. Ir. Ricky Stepanus Situmorang, S.T., M.Eng.**

**Ir. Rifky, S.T., M.M., M.T., IPP.**



# Teknologi dan Rekayasa Material Konstruksi Berkelanjutan

Penulis : Dr. Mardiana Amir, S.T., M.T., Junita Eka Susanti, S.T., M.Eng., Ir. Suprianto, S.T., M.T., Ph.D., Dr. Ir. Endah Murtiana Sari, S.T., M.M., Sary Shandy, S.T., M.T., Dr. Suherman, S.T., M.T., Ir. Akhmad Mujiburrokhman, S.T., M.T., Dr. Eng. Ir. Riky Stepanus Situmorang, S.T., M.Eng., Ir. Rifky, S.T., M.M., M.T., IPP.

ISBN : 978-634-7628-24-4 (PDF)

Penyunting Naskah : Ananda Salsa Sabila

Tata Letak : Ananda Salsa Sabila

Desain Sampul : Novikean Keysah Sanisri

## Penerbit

PT Cipta Digital Edukasi

Jl. Wijaya Ii/Wijaya Grand Centre Blok G-15, Desa/Kelurahan Pulo, Kec. Kebayoran Baru, Kota Adm. Jakarta Selatan, Provinsi DKI Jakarta, Kode Pos: 1216

E-Mail : penerbitcdc@gmail.com

Website : cideka.com

© Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan pengumuman.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit. Ketentuan Pidana Sanksi Pelanggaran Pasal 2 UU Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta.

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penyusunan buku *Teknologi dan Rekayasa Material Konstruksi Berkelanjutan* ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai upaya untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai perkembangan teknologi material konstruksi yang berorientasi pada prinsip keberlanjutan, efisiensi sumber daya, serta ramah lingkungan.

Perkembangan sektor konstruksi yang pesat menuntut inovasi material yang tidak hanya memiliki kinerja teknis yang baik, tetapi juga mampu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, pembahasan dalam buku ini mencakup konsep dasar konstruksi berkelanjutan, karakteristik dan rekayasa material ramah lingkungan, pemanfaatan material daur ulang dan material alternatif, serta penerapan teknologi terkini dalam mendukung pembangunan berkelanjutan.

Semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik konstruksi berkelanjutan.

Jakarta, Februari 2026

Tim Penyusun

# DAFTAR ISI

|                                                                                        |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                                             | <b>iii</b> |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                                | <b>iv</b>  |
| <b>BAB 1 : Standar Mutu &amp; Klasifikasi Material Konstruksi.....</b>                 | <b>1</b>   |
| 1.1 Pengertian dan Tujuan Standar Mutu .....                                           | 1          |
| 1.2 Klasifikasi Material Konstruksi.....                                               | 4          |
| 1.3 Sistem Standar Nasional dan Internasional .....                                    | 6          |
| 1.4 Pengujian dan Sertifikasi Material .....                                           | 8          |
| 1.5 Latihan Soal (Esai) .....                                                          | 10         |
| <b>BAB 2 : Struktur Mikro dan Karakterisasi Material.....</b>                          | <b>12</b>  |
| 2.1 Konsep Struktur Mikro Material .....                                               | 12         |
| 2.2 Metode Karakterisasi Material .....                                                | 17         |
| 2.3 Hubungan Struktur Mikro dengan Sifat Material .....                                | 25         |
| 2.4 Penerapan Karakterisasi dalam Konstruksi .....                                     | 27         |
| 2.5     Latihan Soal (Esai).....                                                       | 29         |
| <b>BAB 3 : Beton Mutu Tinggi dan Ultra High Performance Concrete (UHPC).....</b>       | <b>31</b>  |
| 3.2 Bahan Penyusun dan Teknologi Beton Mutu Tinggi .....                               | 31         |
| 3.1 Pengertian dan Karakteristik Beton Mutu Tinggi.....                                | 33         |
| 3.3 Ultra High Performance Concrete (UHPC).....                                        | 35         |
| 3.4 Aplikasi dan Tantangan Beton Mutu Tinggi dan Ultra-High Performance Concrete ..... | 37         |
| 3.5 Latihan Soal (Esai) .....                                                          | 39         |
| <b>BAB 4 : Beton Ramah Lingkungan dan Beton Geopolimer ....</b>                        | <b>41</b>  |
| 4.1 Pengertian dan Karakteristik Beton Ramah Lingkungan .....                          | 41         |
| 4.2 Konsep Beton Geopolimer dan Bahan Penyusunnya .....                                | 44         |
| 4.3 Manfaat dan Aplikasi Beton Ramah Lingkungan .....                                  | 51         |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.4 Tantangan dan Inovasi dalam Pengembangan Beton Geopolimer                 | 55         |
| 4.5 Latihan Soal (Esai)                                                       | 58         |
| <b>BAB 5 : Material Komposit dalam Perkuatan Struktur</b>                     | <b>60</b>  |
| 5.1 Pengertian dan Konsep Dasar Material Komposit                             | 60         |
| 5.2 Jenis Material Komposit untuk Perkuatan Struktur                          | 63         |
| 5.3 Metode Aplikasi Material Komposit                                         | 65         |
| 5.4 Keunggulan dan Keterbatasan Material Komposit                             | 67         |
| 5.5 Latihan Soal (Esai)                                                       | 69         |
| <b>BAB 6 : Baja Kinerja Tinggi dan Logam Rekayasa</b>                         | <b>70</b>  |
| 6.1 Konsep dan Karakteristik Baja Kinerja Tinggi                              | 70         |
| 6.2 Jenis Baja Kinerja Tinggi                                                 | 73         |
| 6.3 Logam Rekayasa dalam Struktur                                             | 79         |
| 6.4 Aplikasi dan Tantangan Baja Kinerja Tinggi                                | 82         |
| 6.5 Latihan Soal (Esai)                                                       | 85         |
| <b>BAB 7 : Material untuk Konstruksi Jalan dan Infrastruktur Transportasi</b> | <b>86</b>  |
| 7.1 Peran Material dalam Infrastruktur Transportasi                           | 86         |
| 7.2 Material untuk Konstruksi Perkerasan Jalan                                | 90         |
| 7.3 Material Pendukung Infrastruktur Transportasi                             | 94         |
| 7.4 Tantangan dan Inovasi Material Transportasi                               | 98         |
| 7.5 Latihan Soal (Esai)                                                       | 101        |
| <b>BAB 8 : Material untuk Lingkungan Ekstrim dan Pantai ...</b>               | <b>103</b> |
| 8.1 Karakteristik Lingkungan Ekstrim dan Pantai                               | 103        |
| 8.2 Degradasi Material di Lingkungan Ekstrim dan Pantai                       | 108        |
| 8.3 Metode Pengujian dan Evaluasi Degradasi Material                          | 112        |
| 8.4 Strategi Mitigasi dan Proteksi                                            | 116        |
| 8.5 Latihan Soal (Esai)                                                       | 119        |
| <b>BAB 9 : Material Cerdas dan Teknologi Konstruksi</b>                       | <b>121</b> |

|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.1 Pengertian dan Karakteristik Material Cerdas .....                   | 121        |
| 9.2 Teknologi Konstruksi Terkini .....                                   | 124        |
| 9.3 Integrasi Smart Materials dalam Sistem Bangunan Berkelanjutan .....  | 128        |
| 9.4 Tantangan Implementasi dan Regulatori .....                          | 131        |
| 9.5 Studi Kasus: Aplikasi Nyata Material Cerdas di Proyek Bangunan ..... | 134        |
| 9.6 Latihan Soal (Esai) .....                                            | 138        |
| <b>BAB 10 : Refrigeran dan Isu Lingkungan .....</b>                      | <b>139</b> |
| 10.1 Pengertian Refrigeran .....                                         | 139        |
| 10.2 Jenis-Jenis Refrigeran .....                                        | 143        |
| 10.3 Dampak Lingkungan dari Refrigeran .....                             | 146        |
| 10.4 Upaya Pengurangan Dampak Lingkungan .....                           | 149        |
| 10.5 Latihan Soal (Esai) .....                                           | 154        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                              | <b>156</b> |
| <b>PROFIL PENULIS .....</b>                                              | <b>162</b> |

Buku Teknologi dan Rekayasa Material Konstruksi Berkelanjutan membahas secara mendalam peran material konstruksi dalam mendukung pembangunan yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan. Buku ini menguraikan konsep dasar keberlanjutan dalam konstruksi, sifat mekanik dan fisik material, serta teknologi rekayasa material yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan.

Pembahasan meliputi material konstruksi konvensional dan inovatif, pemanfaatan limbah industri dan material daur ulang, teknologi beton ramah lingkungan, material komposit, serta pendekatan life cycle assessment (LCA) dalam pemilihan dan penggunaan material. Selain itu, buku ini juga menyoroti peran inovasi teknologi dalam meningkatkan daya tahan, efisiensi energi, dan kinerja struktural bangunan serta infrastruktur.

Buku ini ditujukan bagi mahasiswa, akademisi, dan praktisi di bidang teknik sipil, arsitektur, dan teknik material yang ingin memperluas wawasan mengenai material konstruksi berkelanjutan. Dengan pendekatan teoritis dan aplikatif, buku ini diharapkan menjadi referensi yang relevan dalam mendukung perencanaan, perancangan, dan pelaksanaan konstruksi yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan berorientasi pada masa depan.