

SKRIPSI

**PERKEMBANGAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI NANO
PADA INDUSTRI KONSTRUKSI DI INDONESIA**



**JASON WILLIAM KURNIAWAN
NPM : 2016410157**

PEMBIMBING : Dr. Eng. Mia Wimala

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

BANDUNG

JULI 2020

SKRIPSI

**PERKEMBANGAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI NANO
PADA INDUSTRI KONSTRUKSI DI INDONESIA**



**JASON WILLIAM KURNIAWAN
NPM : 2016410157**

PEMBIMBING : Dr. Eng. Mia Wimala

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

BANDUNG

JULI 2020

SKRIPSI

**PERKEMBANGAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI NANO
PADA INDUSTRI KONSTRUKSI DI INDONESIA**



**JASON WILLIAM KURNIAWAN
NPM : 2016410157**

BANDUNG, 29 JULI 2020

PEMBIMBING

Dr. Eng. Mia Wimala

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

BANDUNG

JULI 2020

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Jason William Kurniawan

NPM : 2016410157

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis~~ / ~~disertasi~~*) dengan judul:

PERKEMBANGAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI NANO PADA INDUSTRI
KONSTRUKSI

Adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembuatan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 10 Juni 2020



Jason William Kurniawan

2016410157

*) coret yang tidak perlu

PERKEMBANGAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI NANO PADA INDUSTRI KONSTRUKSI DI INDONESIA

Jason William Kurniawan
NPM: 2016410157

Pembimbing: Dr. Eng. Mia Wimala S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2020

ABSTRAK

Perkembangan teknologi merupakan salah satu komponen penting dalam pertumbuhan industri suatu negara. Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan adalah teknologi nano. Industri konstruksi mempunyai potensi besar dalam menggunakan teknologi nano ini berkaitan dengan pengembangan material konstruksi dengan kinerja yang lebih baik. Beberapa manfaat yang telah dapat dibuktikan menunjukkan bahwa teknologi nano dapat meningkatkan sifat mekanis, kimia, dan fisik dari suatu material pada umumnya. Di Indonesia, teknologi ini baru mulai dikenal sejak awal tahun 2000. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran umum tentang perkembangan teknologi nano di Indonesia khususnya di industri konstruksi, kendala dan tantangan yang dihadapi dalam perkembangan teknologi nano di Indonesia, aplikasi teknologi nano pada material konstruksi. Kajian literatur mendalam dari berbagai artikel ilmiah dan distribusi kuesioner mengenai kondisi nyata perkembangan teknologi nano di Indonesia dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan dan pemahaman masyarakat di Indonesia menjadi salah satu komponen penting yang mempengaruhi perkembangan teknologi nano. Selain itu, faktor-faktor lain seperti terbatasnya dana penelitian, sarana dan prasarana, serta kebijakan yang mengatur penerapan teknologi tersebut juga menyumbang kepada perkembangannya yang dinilai lambat. Beberapa langkah yang paling efisien untuk meningkatkan perkembangannya di Indonesia antara lain menyediakan sarana dan prasarana penelitian, menyiapkan dana penelitian, meningkatkan pengetahuan sumber daya manusia, dan membuat kebijakan yang terkait teknologi nano.

Kata Kunci: teknologi nano, konstruksi, material konstruksi, Indonesia

PERKEMBANGAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI NANO PADA INDUSTRI KONSTRUKSI DI INDONESIA

Jason William Kurniawan
NPM: 2016410157

Pembimbing: Dr. Eng. Mia Wimala S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2020

ABSTRACT

The development of technology is one of the most important components in a country's industrial growth. Recently, one of the technologies that is being developed in many countries is nanotechnology because it provides many benefits in its applications. One industry that has many potentials with the utilization of nanotechnology is construction industry. Many researchers around the globe have carried out some studies to find out the benefits offered by the usage of nanotechnology in construction materials to date. The results show that nanotechnology can improve mechanical, chemical, and physical properties of materials. In Indonesia, nanotechnology is a new technology since its researches have only been conducted for the last two decades. Public knowledge about this technology is believed to be the cause of this technology late development. Only a few numbers of people in Indonesia that knows and interested in this technology even though many benefits offered in the usage of this technology. Research fundraise, infrastructure, and policy that govern nanotechnology research is believed as other factors that can influence the development of nanotechnology apart from human resource. Based on this conditions, roadmap of nanotechnology development in Indonesia can be planned by sorting the most inhibiting constraints. That method is believed as the effective way to enhance nanotechnology development in Indonesia include providing research infrastructure, research funding, improve human resource knowledge, and enact policy related to nanotechnology

Keywords: nanotechnology, construction, construction material, Indonesia

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan ramah yang dikaruniakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Aplikasi Teknologi Nano pada Industri Konstruksi di Indonesia. Penulisan skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi singkat sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

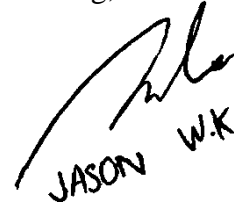
Penulis sangat bersyukur karena dalam penulisan skripsi ini diberikan berkat, saran, kritik, dan dukungan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Eng. Mia Wimala Soejoso, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu bersedia menyediakan waktu untuk memberikan arahan dan masukan.
2. Segenap dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, khususnya dosen Komunitas Bidang Ilmu Manajemen dan Rekayasa Konstruksi yang telag berjasa mendidik penulis dalam masa program sarjana di UNPAR.
3. Rudy Lim, I Gusti Ayu Ketut Wiratni, dan David Orlando Kurniawan selaku keluarga yang selalu mendukung penelitian ini melalui doa dan semangat yang diberikan.
4. Tryaldi Tama, Januar Jeremy, Joshua Irawan, Edo Adiputra, Fransisko Wiwarsono, Evan Christopher, Gabriella Junico, dan teman-teman lain dari Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2016 atas kebersamaannya selama masa perkuliahan.
5. Para responden yang bersedia meluangkan waktu di tengah kesibukan masing-masing untuk mengisi kuesioner terkait penelitian ini.
6. Semua pihak yang membantu mendoakan dan menyemangati yang tidak bisa disebutkan satu-persatu

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis meminta maaf atas kesalahan yang dibuat selama proses penyusunan. Penulis

terbuka untuk menerima kritik dan saran dan semoga penelitian ini dapat berguna bukan hanya untuk pribadi, tetapi juga untuk semua pihak yang membacanya.

Bandung, 10 Juni 2020



JASON W.K

Jason William Kurniawan

2016410157





DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1. Latar Belakang.....	1-1
1.2. Inti Permasalahan.....	1-2
1.3. Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4. Pembatasan Masalah.....	1-3
1.5. Sistematika Penulisan	1-3
BAB 2 DASAR TEORI.....	2-1
2.1. Pengelanaan Teknologi Nano	2-1
2.1.1. Definisi Teknologi Nano	2-1
2.1.2. Sejarah Teknologi Nano	2-1
2.2. Metode Manufaktur Teknologi Nano	2-3
2.2.1. Top-Bottom	2-4
2.2.2. Metode Ko-presipitasi	2-7
2.2.3. Metode Sol-Gel	2-7
2.4. <i>Relative Importance Index (RII)</i>	2-7
BAB 3 METODE PENELITIAN DAN PENGUMPULAN DATA.....	3-1
BAB 4 ANALISIS DATA.....	4-1
4.1. Gambaran Umum Perkembangan Teknologi Nano di Indonesia	4-1

4.2. Kondisi Perkembangan Teknologi Nano pada Industri Konstruksi di Indonesia	4-11
4.2.1. Pemahaman Umum Responden Tentang Teknologi Nano pada Material Konstruksi.....	4-17
4.2.2. Aplikasi Teknologi Nano pada Industri Konstruksi	4-19
4.2.3. Kendala dan Tantangan Aplikasi Teknologi Nano	4-20
4.3. Aplikasi Teknologi Nano pada Material Konstruksi.....	4-25
4.3.1. Teknologi Nano pada Beton	4-25
4.3.2. Teknologi Nano pada Kaca.....	4-39
4.3.4. Teknologi Nano pada Kayu	4-46
4.3.5. Teknologi Nano pada Aspal.....	4-50
4.3.6. Teknologi Nano pada Cat.....	4-51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1. Kesimpulan.....	5-1
5.2. Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	L-1
LAMPIRAN.....	L-7

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 <i>TOP-BOTTOM</i> DAN <i>BOTTOM-UP</i>	2-3
GAMBAR 2.2 <i>BALL MILL</i>	2-4
GAMBAR 2.3 <i>ATTRITOR MILL</i>	2-5
GAMBAR 2.4 <i>VIBRATORY MILL</i>	2-6
GAMBAR 2.5 <i>PLANETARY MILL</i>	2-6
GAMBAR 2.6 RUMUS METODE <i>RELATIVE IMPORTANCE INDEX</i>	2-8
GAMBAR 3.1 <i>DIAGRAM ALIRAN PENELITIAN</i>	3-4
GAMBAR 4.1 <i>INFRASTRUKTUR TEKNOLOGI NANO DI INDONESIA</i>	4-4
GAMBAR 4.2 <i>PETA SEBARAN LABORATORIUM TEKNOLOGI NANO</i>	4-5
GAMBAR 4.3 <i>KLASIFIKASI RESPONDEN BERDASARKAN KELAS PERUSAHAAN</i>	4-16
GAMBAR 4.4 <i>GRAFIK RESPONDEN BERDASARKAN TINGKAT PEMAHAMAN</i>	4-19
GAMBAR 4.5 <i>MEDIA INFORMASI TEKNOLOGI NANO YANG DIMANFAATKAN RESPONDEN</i>	4-23
GAMBAR 4.6 <i>KEKUATAN MEKANIS BETON DENGAN NANOSILICA DAN SILICA FUME</i>	4-26
GAMBAR 4.7 <i>GRAFIK KUAT LENTUR BETON</i>	4-27
GAMBAR 4.8 <i>GRAFIK KUAT TEKAN BETON</i>	4-27
GAMBAR 4.9 <i>PERSENTASE KEHILANGAN MASSA BETON</i>	4-28
GAMBAR 4.10 <i>APLIKASI TITANIUM DIOKSIDA PADA BETON</i>	4-29
GAMBAR 4.11 <i>APLIKASI FERRIC OXIDE PADA BETON</i>	4-30
GAMBAR 4.12 <i>APLIKASI COPPER OXIDE PADA BETON</i>	4-30
GAMBAR 4.13 <i>APLIKASI ALUMINIUM OXIDE PADA BETON</i>	4-31
GAMBAR 4.14 <i>APLIKASI ZIRCONIUM OXIDE PADA BETON</i>	4-32
GAMBAR 4.15 <i>APLIKASI ZINC OXIDE PADA BETON</i>	4-32
GAMBAR 4.16 <i>APLIKASI CALCIUM CARBONATE PADA BETON</i>	4-33
GAMBAR 4.17 <i>ANALISIS DURASI PROSES HIDRASI SEMEN</i>	4-35
GAMBAR 4.18 <i>GRAFIK GRADASI PASIR</i>	4-37
GAMBAR 4.19 <i>KADAR NANO FLY ASH OPTIMUM</i>	4-38
GAMBAR 4.20 <i>SUDUT KONTAK AIR DENGAN MEDIUM KACA</i>	4-40
GAMBAR 4.21 <i>PENGEMBUNAN PADA (A) KACA BIASA (B) KACA HIDROFOBİK (C) KACA SUPERHIDROFILİK</i>	4-41
GAMBAR 4.22 <i>UJI CAIRAN SAUS PADA PERMUKAAN KACA (A) KACA HIDROFOBİK DAN BIASA (B) KACA SUPERHIDROFILİK (C) KACA SUPERHIDROFILİK YANG DISEMPROTKAN AIR</i>	4-43
GAMBAR 4.23 <i>SELF-CLEANING ABILITY KACA HIDROFOBİK DAN KACA BIASA DARI (A) METHYLENE- BLUE DAN (B) SIRUP. PENYEBARAN PADA KACA SUPERHIDROFILİK OLEH CAIRAN (C)</i>	

<i>METHYLENE-BLUE</i> DAN (D) SIRUP. <i>SELF-CLEANING ABILITY</i> KACA SUPERHIDROFILIK DARI (E) <i>METHYLENE-BLUE</i> DAN (F) SIRUP.....	4-46
GAMBAR 4.24 SAMPEL KAYU SETELAH PEMBAKARAN (A) UCW (B) CW-1 (C) CW-2.....	4-49
GAMBAR 4.25 KAYU DENGAN PEMBAGIAN GRID.....	4-49
GAMBAR 4.26 MODULUS ELASTISITAS ASPAL PADA SUHU 25°.....	4-50
GAMBAR 4.27 MODULUS ELASTISITAS ASPAL PADA SUHU 40°.....	4-51
GAMBAR 4.28 HASIL <i>CREEP TEST</i>	4-51
GAMBAR 4.29 HASIL UJI LARUTAN PARTIKEL NANO PERAK DENGAN JAMUR	4-52
GAMBAR 4.30 GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KONSENTRASI LARUTAN NANOPARTIKEL PERAK DENGAN DIAMETER ANTI JAMUR	4-52



DAFTAR TABEL

TABEL 4.1 PUBLIKASI ARTIKEL TEKNOLOGI NANO DI DUNIA.....	4-1
TABEL 4.2 PATEN TEKNOLOGI NANO DALAM <i>UNITED STATES PATENT AND TECHNOLOGY OFFICE</i> (USPTO).....	4-2
TABEL 4.3 PATEN TEKNOLOGI NANO DALAM <i>EUROPEAN PATENT OFFICE (EPO)</i>	4-3
TABEL 4.4 ALAT UKUR NANO DI INDONESIA	4-6
TABEL 4.5 TABEL PATEN NANO CENTER INDONESIA.....	4-7
TABEL 4.6 JUMLAH PERUSAHAAN DAN PRODUK BERTEKNOLOGI NANO	4-11
TABEL 4.7 ANALISIS RII KENDALA PERKEMBANGAN TEKNOLOGI NANO DI INDONESIA	4-22
TABEL 4.8 ANALISIS RII TANTANGAN PERKEMBANGAN TEKNOLOGI NANO DI INDONESIA.....	4-23
TABEL 4.9 SAMPEL BETON.....	4-34
TABEL 4.10 KUAT TEKAN SAMPEL UJI.....	4-35
TABEL 4.11 GRADASI PASIR	4-36
TABEL 4.12 <i>MIX DESIGN MORTAR</i>	4-37
TABEL 4.13 HASIL UJI KUAT TEKAN MNFA.....	4-38
TABEL 4.14 SUHU KAYU SETELAH DIBAKAR.....	4-48
TABEL 4.15 KONDISI KAYU SETELAH PROSES PEMBAKARAN	4-48
TABEL 4.16 PERSENTASE KAYU TERBAKAR.....	4-49





BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konstruksi merupakan salah satu bidang yang bertujuan untuk membangun sarana dan prasarana yang mencakup pembangunan gedung, jalan raya, instalasi mekanikal dan elektrikal, dan fasilitas publik lainnya. Industri ini merupakan salah satu komponen penting dari pembangunan sebuah negara, banyak negara yang mempublikasi laporan perkembangan infrastruktur dalam negaranya untuk merekam jejak pembangunan (Ugwu. O., 2013). Industri ini menjadi salah satu pendorong perekonomian negara, terutama di negara yang sedang melaksanakan pembangunan secara besar-besaran. Misalnya di Indonesia, industri konstruksi merupakan penyumbang terbanyak ke-4 pendapatan negara (Badan Pusat Statistik, 2019). Namun, industri yang sangat menjanjikan untuk masa depan ini ternyata memiliki beberapa dampak negatif terhadap lingkungan. Selain dari membutuhkan sangat banyak sumber daya dan energi, industri ini juga menghasilkan emisi yang dapat mencemari lingkungan. Sekitar 70% bahan material yang digunakan pada sebuah bangunan merupakan beton (Rao, 2015). Hal inilah yang membuat industri konstruksi menyumbang banyak emisi, karena proses pembuatan beton mengeluarkan gas karbon dioksida. Bahkan, 5% emisi global karbon dioksida berasal dari proses produksi beton (Olafusi, 2019).

Berbagai usaha, inovasi, dan riset telah dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan sifat material dan mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Salah satu teknologi yang ditemukan dan sedang dikembangkan adalah teknologi nano. Teknologi nano merupakan sebuah ilmu atau fokus studi yang mempelajari bagaimana cara untuk memanipulasi material dalam skala nano ($10^{-9}\text{m} - 10^{-7}\text{m}$). Contoh dari material nano yang sering digunakan pada bidang konstruksi adalah *Carbon Nano Tube (CNT)*, *Silicon Dioxide (SiO₂)*, *Titanium Dioxide (TiO₂)*, *Zinc Oxide (ZnO)*, *Aluminium Oxide (Al₂O₃)*, *Zirconia Ceramics*, dan masih banyak lagi. Material-material tersebut diaplikasikan dalam pembuatan semen, beton, dan kaca (Sada, 2013)

Dengan diaplikasikannya material nano ke dalam bidang konstruksi, material tersebut terbukti memiliki kekuatan yang lebih baik, biaya perawatan yang rendah dan bahkan ramah lingkungan. Namun, walaupun perkembangan teknologi nano dalam bidang konstruksi sudah mengalami kemajuan, penerapannya di Indonesia masih belum banyak terdengar. Hal ini diakibatkan Indonesia masih belum siap dalam menghadapi persaingan dalam globalisasi. Jika hal ini tidak dipersiapkan dengan baik, maka industri konstruksi nasional akan mendapat ancaman yang serius dari kompetitor asing (Soeparto, H.G., 2005).

Penerapan teknologi nano pada industri konstruksi di Indonesia saat ini terdapat pada beberapa produk, misalnya cat, ubin, dan pelapis anti air. Semua produk tersebut merupakan produk siap pakai yang mudah untuk didapatkan dan diaplikasikan. Sedangkan, di beberapa negara lain sudah bisa ditemukan aplikasi teknologi nano pada beton, baja, kaca, dan lain-lain.

1.2. Inti Permasalahan

Penerapan teknologi nano di Indonesia masih belum berkembang dan kurang terdengar.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi ini adalah:

1. Mengetahui perkembangan teknologi nano di Indonesia.
2. Mendapatkan gambaran umum tentang perkembangan teknologi nano pada bidang konstruksi di Indonesia berdasarkan tiga parameter yaitu pengetahuan dan pemahaman masyarakat konstruksi (konsultan), aplikasi teknologi pada industri konstruksi di Indonesia, dan kendala dalam aplikasi dan perkembangan teknologi nano di Indonesia.
3. Menentukan kendala utama dan tantangan penerapan teknologi nano pada bidang konstruksi di Indonesia.
4. Mengkaji aplikasi teknologi nano pada material konstruksi.

1.4. Pembatasan Masalah

Mengingat ruang lingkup bahasan mengenai teknologi nano yang sangat luas, maka pada penulisan skripsi ini dibatasi dengan:

1. Aplikasi teknologi nano yang ditinjau difokuskan pada aplikasi di industri konstruksi.
2. Identifikasi perkembangan teknologi nano di dalam dan luar negeri dilakukan dengan kajian literatur.
3. Kuesioner didistribusikan kepada konsultan yang terlibat di bidang konstruksi untuk mengetahui gambaran umum tentang penerapan dan kendala penggunaan material berteknologi nano di Indonesia.
4. Aplikasi teknologi nano pada material konstruksi yang dibahas mencakup yang berhubungan dengan material beton, baja, kaca, kayu, aspal, dan cat.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut:

- Bab I** : Pendahuluan, membahas latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan, dan jadwal penelitian.
- Bab II** : Dasar Teori, membahas teori-teori yang menjadi landasan dalam proses penyusunan studi.
- Bab III** : Metode Penelitian, membahas tentang prosedur penelitian dan pengumpulan data.
- Bab IV** : Analisis Data dan Pembahasan, membahas kendala perkembangan teknologi nano di industri konstruksi di Indonesia dengan *Relative Importance Index* (RII).
- Bab V** : Kesimpulan dan Saran, berisikan kesimpulan yang diperoleh dari proses penelitian serta saran untuk penelitian berikutnya.

