

PEMIKIRAN GURU BESAR UNIVERSITAS GADJAH MADA  
MENUJU INDONESIA MAJU 2045

# BIDANG SAINS DAN TEKNOLOGI

**Penulis:**

Karna Wijaya,  
Bambang Rusdiarso,  
Chairil Anwar, Wega Trisunaryanti,  
Sismanto, Sri Hartati, Indah Emilia Wijayanti,  
M. Baiquni, R. Rijanta, Setyawan Purnama, Sri Rum Giyarsih,  
Suratman, Totok Gunawan, Alva E. Tontowi, Sunarno,  
Bambang Hari Wibisono, T. Yoyok Wahyu Subroto

**Editor:**

Bambang Rusdiarso, R. Rijanta, Bambang Triatmodjo

**Koordinator Editor Buku DGB UGM:**

Masyhuri



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

# PRAKATA

## Ketua Dewan Guru Besar Universitas Gadjah Mada

**A**ssalamualaikum Wr. Wb.

*Al-ḥamdu l-illahi rabbi l-'alamin*, puji syukur wajib kita haturkan kehadirat Illahi Robbi bahwa buku *Pemikiran Para Guru Besar UGM Menuju Indonesia Maju 2045* dapat terwujud dengan baik dan dapat diterbitkan di akhir masa kerja kepengurusan DGB-UGM di bulan Juli 2021.

Buku ini tidak hanya ditulis oleh anggota DGB, tetapi juga para Guru Besar nonanggota DGB, bahkan beberapa ditulis oleh para Guru Besar pensiun. Banyak pakar menyatakan bahwa figure Guru Besar diidentikan dengan Pandito yang dengan kewaskitaannya dapat menerawang dan meramalkan apa yang akan terjadi kelak di kemudian hari di masa depan. Untuk itulah, maka tulisan dan buku ini ditulis untuk dipersembahkan.

Sudah barang tentu, tidak semuanya adalah hasil penelitian kekinian. Namun, tulisan ini adalah buah perenungan Guru Besar UGM di tahun 2021 yang sangat kekinian. Merenung adalah sebuah proses ilmiah yang sudah lama ditunggalkan orang karena dianggap kuno. Sebuah perenungan ungkapan kuno ditulis oleh Descartes, filsuf ternama dari Perancis, *Cogito ergo sum*. Artinya adalah, 'Aku berpikir, maka aku ada'. Maksudnya, kalimat ini membuktikan bahwa satu-satunya hal yang pasti di dunia ini adalah keberadaan seseorang sendiri. Keberadaan ini bisa dibuktikan dengan fakta bahwa ia bisa berpikir sendiri (Wikipedia, 18 Mei 2021). Merenung adalah proses mental yang tidak hanya melibatkan olah pikir, tetapi dalam merenung juga melibatkan olah rasa (hati) dan olah karsa (kemauan) yang menghasilkan olah karya (tindakan atau perbuatan). Hal ini sesuai dengan pemikiran Ki Hadjar Dewantara (2004) yang menjelaskan bagaimana jiwa

manusia tersusun atas tiga kekuatan (trisakti) utama, yaitu cipta (pikiran), rasa (hati) dan karsa (kemauan). Produk trisakti ini adalah perbuatan yang terencana.

Dengan demikian, perenungan para Guru Besar UGM ini justru sangat kekinian dan kontekstual. Jurnal atau buku teks adalah produk penelitian 5–10 tahun yang lalu, pun hal tersebut sangat tergantung di mana penelitian dalam buku atau jurnal itu dilakukan. Berbeda dengan dalam proses penerbitan ini. Para Guru Besar UGM melakukan perenungan hingga buku ini diterbitkan. Dengan modal pengalaman, pengetahuannya di masa lalu, dan saat ini, ia piker dan ia rasakan sehingga membuahkan adanya ide atau kemauan, kemudian ditulis dengan kewaskitaannya menerawang apa yang akan terjadi di masa depan.

Semoga dengan ketajaman intuisi para Guru Besar dalam menulis buku ini dapat memberikan manfaat dan pemikiran pada banyak pihak. Namun demikian, apabila ada hal yang kurang berkenan, atas nama Ketua Dewan Guru Besar UGM, saya mohon maaf.

Bulaksumur, 18 Mei 2021

Prof. Drs. Koentjoro Soeparno, MBS., PhD., Psikolog.

# Kata Pengantar

Ketua Komisi 1 Bidang Akademik  
dan Keilmuan/Koordinator  
Tim Editor Dewan Guru Besar  
Universitas Gadjah Mada

**A**ssalamu 'alaikum, w. w.

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT, atas *ridho*-Nya, buku *Pemikiran Guru Besar UGM Menuju Indonesia Maju 2045* dapat terwujud. Buku ini merupakan pemikiran secara individual berdasarkan kompetensi masing-masing Guru Besar Universitas Gadjah Mada (UGM). Mengapa Dewan Guru Besar (DGB) menginisiasi penerbitan buku ini? Karena seorang Guru Besar UGM mempunyai nilai strategis bagi kemajuan bangsa. Seorang Guru Besar mempunyai kewajiban khusus membuat karya ilmiah dan menyebarluaskan gagasan pembangunan Indonesia atas dasar ilmu pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena jabatan Guru Besar merupakan jabatan akademik tertinggi, diharapkan pemikirannya sudah sangat mendalam dan visioner.

Sesuai dengan Peraturan Majelis Wali Amanat Universitas Gadjah Mada No. 1 Tahun 2016 tentang Dewan Guru Besar Universitas Gadjah Mada (Pasal 2 Ayat 2), tugas Dewan Guru Besar adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan pemikiran atau pandangan serta memberikan masukan kepada organ universitas terkait isu strategis yang dihadapi bangsa dan negara serta penyelesaiannya.
2. Menyampaikan pemikiran atau pandangan kepada organ universitas terkait pengembangan ilmu.

3. Menjadi pelopor dalam mengembangkan dan menanamkan wawasan kebangsaan kepada sivitas akademika dan masyarakat.
4. Menjadi pelopor dalam menjaga integritas moral dan etika sivitas akademika universitas.
5. Menjadi pelopor dalam menjaga dan mengembangkan nilai-nilai ke-Universitas Gadjah Mada-an beserta implementasinya.
6. Memberikan rekomendasi pemberian UGM Award dan Anugrah Hamengku Buwono IX kepada Rektor.

Pasal 2 Ayat (3): Dalam melaksanakan tugasnya, DGB memiliki fungsi sebagai pemberi nasihat, penjaga integritas moral dan etika sivitas akademika, serta mengembangkan pemikiran dan pandangan terkait dengan isu strategis nasional dan/atau internasional dalam rangka mendukung peran dan kontribusi UGM bagi kesejahteraan bangsa dan umat manusia.

Dalam kaitan itulah, DGB memprogramkan penulisan buku *Pemikiran Guru Besar UGM Menuju Indonesia Maju 2045*. Tahun 2045 adalah bertepatan dengan 100 tahun Indonesia merdeka, dari sekarang tinggal 24 tahun lagi. Suatu tahun pencapaian yang sangat urgen. Timbul pertanyaan kritis, apakah kita, Indonesia, sudah betul-betul merdeka dan berdaulat, tidak terjajah lagi oleh kekuatan asing?

Apakah kita sudah maju dan tidak ketinggalan dari negara lain? Apakah kita sudah menikmati keadilan dan kemakmuran dari hasil kekayaan dan pengolahan sumber daya yang kita miliki? Apakah kita sudah *baldatun toyyibatun warobbun ghofur*?

Judul buku itu mengacu pada visi Indonesia 2045. Seperti diketahui, keseluruhan visi Indonesia 2045 diarahkan pada perwujudan Indonesia yang berdaulat, maju, adil, dan makmur dalam bingkai negara Kesatuan Republik Indonesia. Visi tersebut menginginkan Indonesia menuju tahun 2045 menjadi negara maju dan salah satu 5 kekuatan ekonomi dunia dengan kualitas manusia yang unggul serta menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi, kesejahteraan rakyat yang jauh lebih baik dan merata, serta ketahanan nasional dan tata kelola pemerintahan yang kuat dan berwibawa.

Pencapaian visi Indonesia dibangun dengan 4 pilar pembangunan, yaitu Pembangunan Manusia serta Penguasaan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan, Pemerataan Pembangunan, serta Pemantapan Ketahanan Nasional dan Tata Kelola Kepemerintahan. Masing-masing pilar berisi bidang-bidang pembangunan, dari pendidikan hingga politik luar negeri, yang harus dibangun dan dipercepat hingga tahun 2045 untuk mewujudkan visi Indonesia 2045.

Secara keseluruhan, visi Indonesia 2045 mewujudkan tingkat kesejahteraan rakyat Indonesia yang lebih baik dan merata dengan kualitas manusia yang lebih tinggi, ekonomi Indonesia yang meningkat menjadi negara maju dan salah satu dari 5 kekuatan ekonomi terbesar dunia, pemerataan yang berkeadilan di semua bidang pembangunan, dalam bingkai Negara Kesatuan Republik Indonesia yang berdaulat dan demokratis.

Pemikiran GB dilakukan oleh seluruh anggota GB baik yang anggota DGB maupun yang bukan anggota DGB, secara individual sesuai dengan kompetensi masing-masing. Penulisan buku ini sejalan juga dengan tugas khusus seorang GB yaitu menulis buku, menyebarkan gagasan dan membuat karya ilmiah. Buku ini juga merupakan oleh-oleh DGB periode 2016–2021, karena masa baktinya akan berakhir bulan Juli 2021.

Penulisan buku ini dimaksudkan untuk mengaktualisasikan karya semi ilmiah atau ilmiah populer berisi pemikiran-pemikiran para Guru Besar sesuai dengan kompetensi masing-masing dalam kerangka untuk mewujudkan Indonesia maju 2045. Semoga buku ini dapat dijadikan titik awal perangkuman pemikiran DGB UGM secara sistematis untuk mewujudkan Indonesia Maju di tahun 2045.

Sesuai dengan banyaknya jumlah naskah yang masuk, buku ini tidak mungkin dijadikan satu buku. Oleh karena itu, *Buku Pemikiran GB Menuju Indonesia Maju 2045* diterbitkan menjadi 4 buku yang terpisah sesuai dengan kelompok ilmu yang ada di UGM. Adapun 4 buku tersebut adalah sebagai berikut.

1. Pemikiran Guru Besar UGM Menuju Indonesia Maju 2045 Bidang Agro.
2. Pemikiran Guru Besar UGM Menuju Indonesia Maju 2045 Bidang Kesehatan.

3. Pemikiran Guru Besar UGM Menuju Indonesia Maju 2045 Bidang Sains Teknologi.
4. Pemikiran Guru Besar UGM Menuju Indonesia Maju 2045 Bidang Sosial Humaniora.

Dengan selesainya penulisan buku ini, kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis, editor, *reviewer*, staf administrasi, BPP UGM, dan semua pihak yang membantu terselesainya buku ini. Semoga buku ini besar manfaatnya bagi kemajuan bangsa.

Wassalamu ‘alaikum, ww.

Yogyakarta, Mei 2021

Ketua Komisi 1 Bidang Akademik dan Keilmuan DGB UGM  
Koordinator Tim Editor Buku DGB  
Prof. Dr. Ir. Masyhuri

# Daftar Isi

Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi .....	xi
Biodata Penulis .....	xvii
PENDAHULUAN .....	xxx
NANOSEARCH SEBAGAI <i>DRIVING FORCE</i> KEMAJUAN SAINSTEK DI INDONESIA, <i>Karna Wijaya</i> .....	1
POTENSI KIMIA BAHAN BUMI UNTUK INDONESIA MAJU 2045, <i>Bambang Rusdiarso</i> .....	12
KIMIA SEBAGAI ‘CENTRAL SCIENCE’: PELUANG DAN TANTANGAN MENUJU INDONESIA EMAS 2045, <i>Chairil Anwar</i> .....	45
PENGEMBANGAN RISET NANOMATERIAL PERAK- BIOPLASTIK ANTIBAKTERI SEBAGAI PILAR TEKNOLOGI MENUJU INDONESIA MAJU PADA TAHUN 2045, <i>Wega Trisunaryanti</i> .....	45
ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI DI DALAM KEHIDUPAN BERBANGSA DI INDONESIA MENDATANG, <i>Sismanto</i> .....	58
PROSPEK PEMANFAATAN KECERDASAN ARTIFISIAL UNTUK PENYELESAIAN MASALAH PADA SEKTOR PERTANIAN, KESEHATAN, PENDIDIKAN DAN TRANSPORTASI DI INDONESIA, <i>Sri Hartati</i> .....	72
PERKEMBANGAN PENELITIAN ALJABAR SEBAGAI KOMPONEN PENDUKUNG KETAHANAN DAN KEDAULATAN NEGARA KESATUAN REPUBLIK INDONESIA, <i>Indah Emilia Wijayanti</i> .....	91



MODEL INOVASI GEOGRAFI ARCHIPOLIS: ARCHIPOLIS UNTUK PEMBANGUNAN NKRI BERKELANJUTAN, <i>Suratman</i> .....	104
JATI DIRI MANUSIA INDONESIA DALAM PERSPEKTIF PEMBENTUKAN KARAKTER BANGSA MENUJU INDONESIA MAJU 2045, <i>Totok Gunawan</i> .....	121
PARADIGMA ARCHIPELAGO DALAM MEWUJUDKAN TUJUAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN DI WILAYAH NEGARA KEPULAUAN INDONESIA, <i>M. Baiquni</i> .....	136
PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR DALAM UPAYA PENGEMBANGAN PULAU KECIL, <i>Ig.L. Setyawan Purnama</i> .....	154
PENGELOLAAN WILAYAH PINGGIRAN KOTA MENUJU PEMBANGUNAN WILAYAH BERKELANJUTAN, <i>Sri Rum Giyarsih</i> .....	168
LITERASI GEOGRAFI DAN KECERDASAN SPASIAL UNTUK PEMBANGUNAN BANGSA, <i>R. Rijanta</i> .....	186
MEMBANGUN EKOSISTEM INOVASI INDUSTRI YANG EFEKTIF UNTUK PENGUATAN KEDAULATAN INDUSTRI INDONESIA, <i>Alva E. Tontowi</i> .....	204
MENGUBAH MASALAH MENJADI BERKAH, <i>Sunarno</i> .....	220
PERAN PENTING KEARIFAN BUDAYA ( <i>CULTURE WISDOM</i> ) DALAM MEWUJUDKAN DAN MEMPERKUAT INDONESIA YANG BERDAULAT SEBAGAI NEGARA ADI DAYA BUDAYA PADA 2045, <i>T. Yoyok Wahyu Subroto</i> .....	236
PANDEMI COVID-19 DAN PEMETAAN KONSEP-KONSEP PERENCANAAN DAN PENATAAN RUANG KOTA DI INDONESIA, <i>Bambang Hari Wibisono</i> .....	251