

# Membangun Kerangka Kolaborasi Riset Material Maju Berbasis Nanoteknologi di Indonesia



oleh.

Prof. Ir. Bambang Sunendar Purwasasmita, M.Eng., Ph.D.

Sidang Senat Akademik ITB  
Jumat, 4 Januari 2019

## 1. Latar belakang

Pertumbuhan populasi penduduk Indonesia maupun perkembangan teknologi dengan cepat merupakan suatu potensi evolusi teknologi. Indonesia mempunyai kekayaan lokal yang sangat tinggi, jika dieksplorasi sedemikian rupa memanfaatkan teknologi maju dan potensial di masa depan maka potensi ini dapat memberikan manfaat secara luas baik dari segi sosial maupun ekonomi. Selain itu adanya *gap* antara hasil riset dan industri bisa dihindari, juga tidak akan terjadi dispersi maupun fragmentasi. Lebih jauh lagi, tidak ada *gap* teknologi yang akan menghilangkan kesempatan pengembangan dalam bidang ekonomi dan sosial. secara luas.

Supaya Indonesia mampu bersaing dalam perkembangan teknologi ini, harus dilakukan suatu pendekatan *cross-sectional* yang merupakan kolaborasi antara *stakeholder* yang relevan. Dalam rangka penyediaan sarana dan prasarana untuk pengembangan nanoteknologi di Indonesia, diperlukan adanya *steering committee* yang mampu menganalisis kelompok-kelompok kerja horizontal dan membangun platform teknologi Indonesia secara representatif. Untuk itu diperlukan suatu aktivitas pengembangan kemampuan dan edukasi, *networking*, standardisasi, regulasi, riset dan teknologi, industrialisasi, komunikasi, penelitian yang aman, industri yang aman, dan transfer teknologi, serta inovasi dalam bidang keuangan sebagai pendukung pengembangan ini.

Tantangan dan permasalahan nasional di Indonesia, di antaranya adanya ketersediaan pangan yang cukup dan sustain, teknologi air bersih, kesehatan dan ketersediaan obat, energi bersih, efisiensi sumber daya alam dan bahan baku, transportasi, informasi, dan hankam. Sementara potensi yang dimiliki Indonesia sekarang di antaranya sumber daya manusia, sumber daya alam, kekayaan biologi flora dan fauna, dan sumber energi, seperti energi surya, angin, dan panas bumi. Tantangan dan permasalahan sudah barang tentu dapat diselesaikan dengan pengembangan dan penerapan teknologi nano, sebagai contoh di dalam pengembangan teknologi masa kini dan masa depan di Indonesia. Di mana sekarang dunia tengah masuk ke era *Industri 4.0*.

Terdapat 4 tahapan proyeksi nanosain dan nanoteknologi dunia. Tahap 1 : teknologi yang bersifat *passive nanostructure* (*coating*, nanopartikel, juga nanostruktur logam, polimer, dan keramik). Tahap 2 : *active nanostructure* (*amplifier*, *targeted drugs*, aktuator, dan struktur adaptif). Tahap 3 : *integrated nanostructure* (*guided assembling*, *3D networking and new hierarchial architecture*, *robotic*, dan *evolutionary*). Serta tahap 4 : *molecular nanosystem* (*nano-bio-info* dari skala nano, teknologi kognitif, sistem kompleks besar dari skala nano). Di masa yang akan datang, gabungan teknologi pada masing-masing tahap tersebut akan membentuk konvergensi teknologi. Adapun proyeksi nanosain dan nanoteknologi dunia kini sudah masuk dalam tahap keempat. Oleh karena itu diperlukan peningkatan kompleksitas, dinamik dan *transdisciplinary* / multidisiplin di Indonesia untuk menghadapi kemajuan teknologi dunia. Bagaimanapun, pengembangan teknologi yang berbasis nano memiliki

ketidakpastian dan risiko yang relatif lebih tinggi dibanding teknologi konvensional. Oleh karena itu, ITB mesti mengambil inisiatif sebagai pelopor untuk mempersiapkan Indonesia dalam menghadapi ini.

Melihat latar belakang tersebut, diperlukan suatu tinjauan mengenai kebutuhan dan tantangan riset material maju berbasis nanoteknologi di Indonesia. Perlu adanya suatu pola pikir yang dapat membangun kerangka kolaborasi dan kerjasama riset berbasis nanoteknologi di Indonesia. Oleh karena itu perlu dibuat visi dan objektif, pendekatan peta jalan, tinjauan peta jalan, dan suatu rekomendasi, dalam rangka mempersiapkan pemanfaatan nanoteknologi di Indonesia.

## 2. Visi dan Objektif

### 2.1 Visi

- Pada tahun 2015, pasar dunia dengan berbasis nanoteknologi mencapai 1,1 triliun USD dengan sektor manufaktur yang cukup tinggi pasarnya ialah manufaktur kimia, medis, farmasi, *aerospace*, elektronik dan bahan-bahan.
- Sepuluh tahun kedepan, 2025, nanoteknologi akan menjadi industri dewasa dan terus berkembang secara berkesinambungan, dengan produk-produk yang tak terhitung jumlahnya di semua bidang.
- Indonesia mesti mampu memainkan peran dan posisi sebagai pemimpin pasar.
- Pertumbuhan dan pemasaran nanoteknologi harus diwujudkan dengan memperhatikan aspek sosial dan keberlangsungan.

### 2.2 Objektif

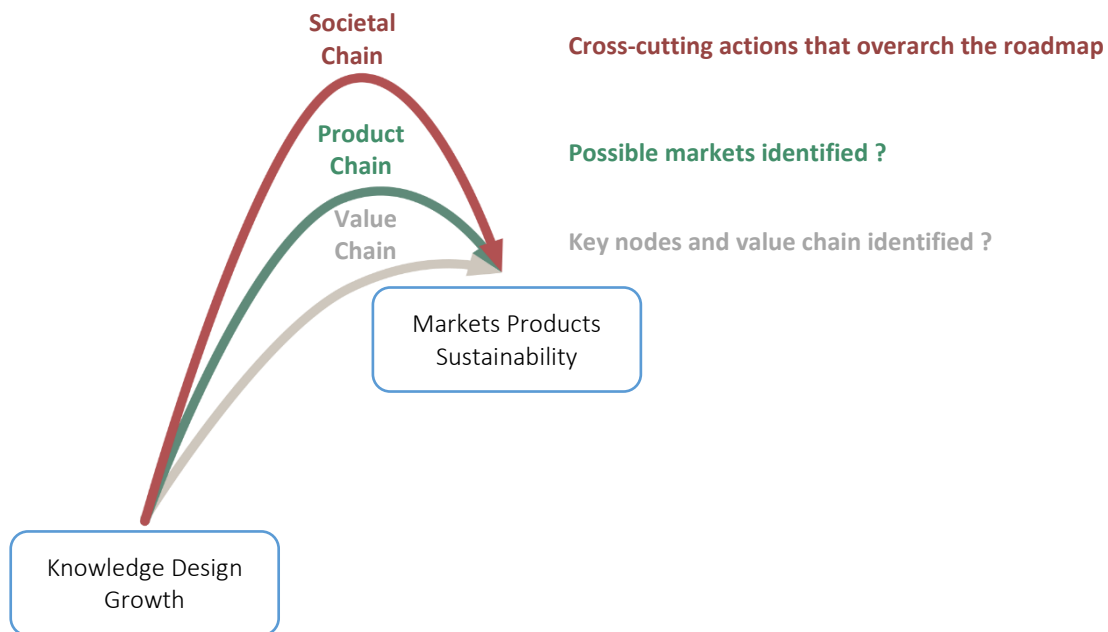
Peta Jalan Industri dan Penelitian Terpadu Nano Indonesia bertujuan untuk:

- Mengatasi permasalahan Indonesia, **key nodes** dalam isu penelitian **cross-sectorial**, serta teknologi dan inovasi
- Mencakup tantangan sosio-ekonomi yang luas terhadap implementasi dan komersialisasi solusi nanoteknologi yang aman dan berkelanjutan.
- Memiliki capaian **market-driven value chain** dengan serangkaian tindakan **teknologi dan non-teknologi** di sepanjang rantai nilai yang teridentifikasi.
- Memiliki **long term horizon** (>2024) sambil menyertakan **rencana pelaksanaan terperinci dari masing-masing stakeholder yang ada di Indonesia (pemerintah, industri, perguruan tinggi, dan masyarakat)**.

## 3. Pendekatan Peta Jalan

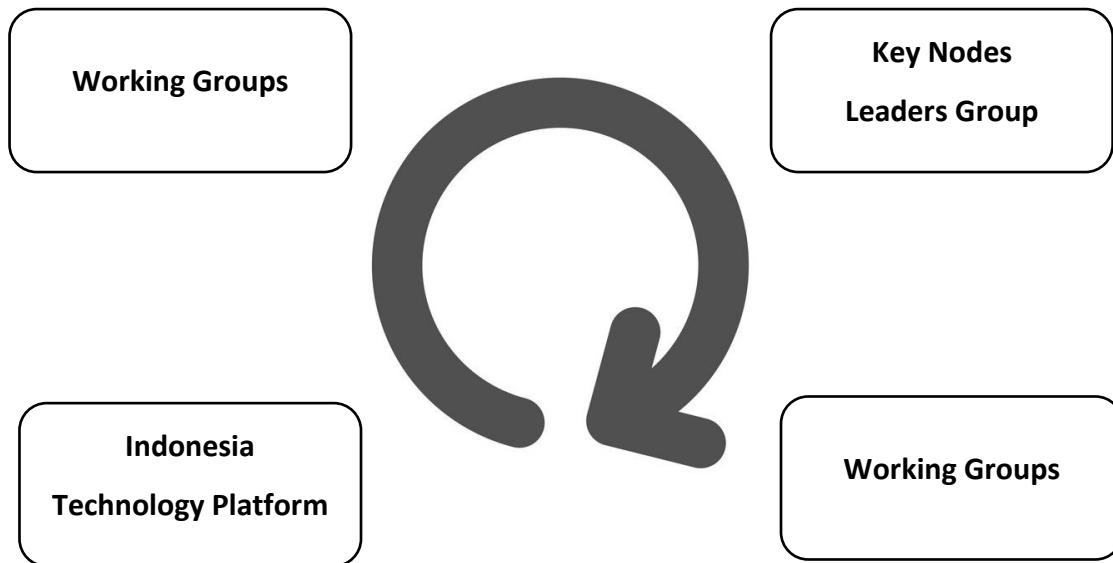
Di dalam pendekatan peta jalan, desain pengembangan pengetahuan untuk menuju produk-produk market yang *sustainable* memerlukan beberapa peningkatan rantai-rantai penting. Rantai yang

dimaksud mencakup *value chain* yang berperan sebagai tulang punggung keberlangsungan peta jalan; *product chain* yang berperan membawa peta jalan menuju bidang yang aplikatif dan terukur; serta *societal chains* yang berperan menjamin keberlanjutan peta jalan, dengan skema antarrantai sebagaimana tercantum pada **Bagan 1** berikut.



**Bagan 1** Rantai nilai dan peta jalan

Dalam rangka mewujudkan NanoIndonesia di masa depan, dibutuhkan peta jalan nanoteknologi Indonesia yang mencakup *working group* dan simpul-simpul kunci yang dibangun berdasarkan platform teknologi Indonesia. Platform Teknologi Indonesia mendeskripsikan kebutuhan untuk pertumbuhan ekonomi nasional. Kebutuhan dari platform tersebut nantinya akan digunakan sebagai masukan bagi *working group* untuk mengidentifikasi simpul-simpul kunci yang relevan berdasarkan isu horizontal umum, dari industri ke keselamatan, dari penelitian hingga komunikasi. Untuk masing-masing *working group* dan platform, ditunjuk sekelompok pakar untuk menerjemahkan simpul-simpul kunci ke dalam tindakan dan pasar sebagai pedoman khusus untuk pengembangan nanoteknologi. Adapun setelah dilakukan pengelompokan kebutuhan tersebut, dapat dihasilkan rantai-rantai nilai yang berguna untuk mengatasi tantangan-tantangan ekonomi dan sosial di Indonesia. *Stakeholder* yang tergabung dalam peta jalan ini kemudian mesti mampu menganalisis pasar untuk mengembangkan dan menelusuri peta jalan nanoteknologi di Indonesia. Alur peta jalan Nano Indonesia ini tergambar pada **Bagan 2**.



Bagan 2 Peta jalan NanoIndonesia

Di antara komponen-komponen penting dalam kolaborasi ini sebagai berikut :

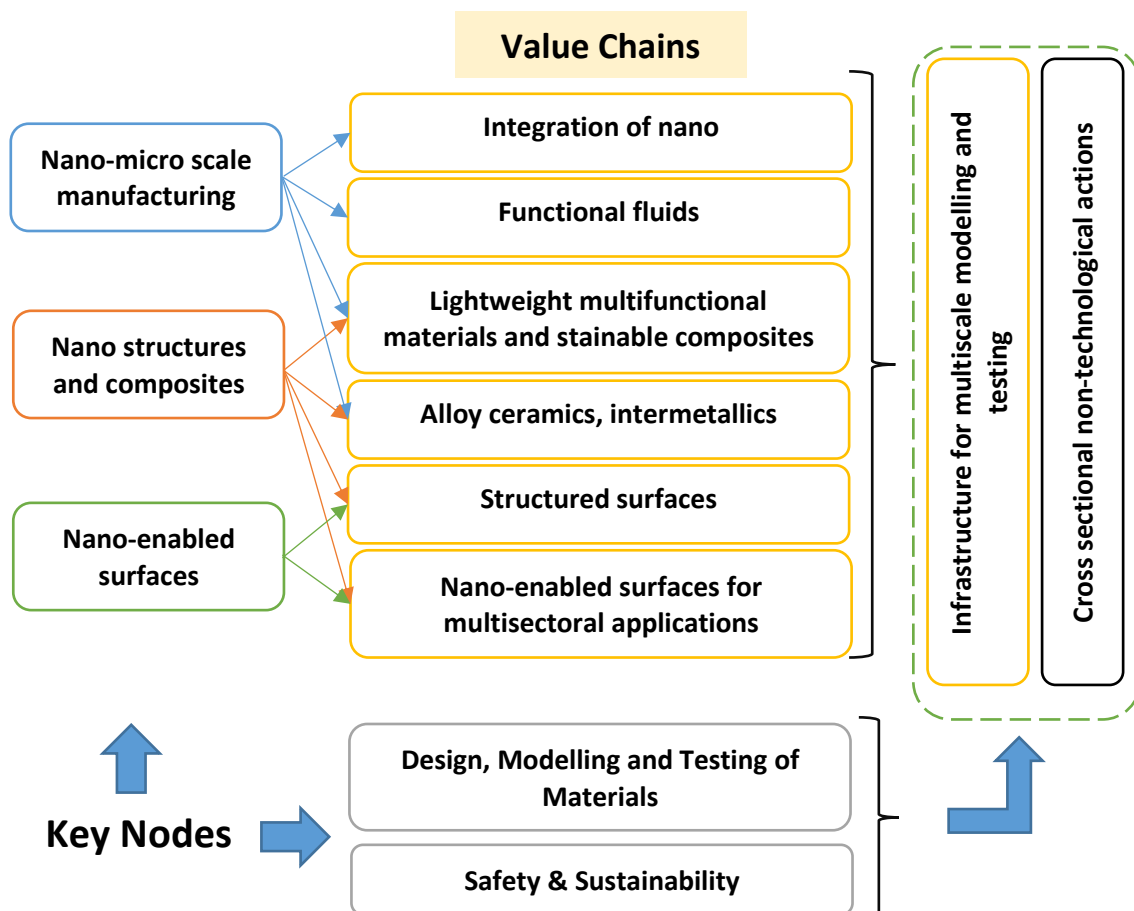
- **ITP (Indonesia Technology Platform)**, menyediakan kebutuhan untuk pertumbuhan ekonomi
- **Working groups**, mengalisis kebutuhan ITP berdasarkan masalah dasar dari industri ke keamanan, dari penelitian ke komunikasi
- **Key Nodes**, hasil pengelompokan kebutuhan ITP
- **Value Chains**, diidentifikasi oleh para ahli
- **Markets**, working group akan menganalisis kebutuhan pasar untuk memberikan pedoman khusus dalam pengembangan nanoteknologi

NanoIndonesia disusun sebagai acuan untuk pengembangan nanoteknologi dan kegiatan pemetaan jalan mencerminkan struktur ini. Titik awal pemetaan jalan didasarkan pada kontribusi dari **ITP** dan pihak-pihak yang terlibat dalam NanoIndonesia (pemerintah, industri, universitas/lembaga penelitian dan masyarakat) yang dibagi dalam **Horizontal Working Groups**. Lingkungan kolaboratif NanoIndonesia memiliki potensi besar karena merupakan pusat yang diperlukan semua pihak untuk menyelesaikan jembatan dari pengetahuan menuju pasar, mencakup sains, teknologi, produk, serta produksi. Faktor penarik *value chain* ini antara lain fasilitas teknologi, garis pilot (acuan), dan fasilitas manufaktur yang kompetitif secara global. Adapun faktor pendorongnya antara lain riset teknologi, konsorsia industri, dan manufaktur yang kompetitif. Untuk mewujudkan *value chain* ini, diperlukan rantai pendukung yakni *production chain* dan *societal chain*. *Production chain* merupakan hal yang sangat penting dalam *value chain*, terdiri atas beberapa tahap yang menghubungkan desain hingga produk, yaitu pemodelan, bahan-bahan, peralatan, metrologi, komponen, penyusunan, hingga

tercipta produk akhir. Sementara itu, *societal chain* sangat penting untuk mengatasi berbagai tantangan sosial dalam rangka menjaga pertumbuhan dan keberlangsungan *value chain*, terdiri atas beberapa aspek yaitu keamanan, komunikasi, pendidikan dan pelatihan, lingkungan, standarisasi, serta regulasi. Dengan demikian, diharapkan serangkaian rantai ini mampu menjembatani pengetahuan, desain, serta pertumbuhan, kepada pasar, produk, serta keberlangsungannya kehidupan.

#### 4. Tinjauan Peta Jalan

Sebagaimana disebutkan pada pendekatan peta jalan di atas, simpul-simpul kunci merupakan hasil pengelompokan terhadap kebutuhan-kebutuhan platform teknologi Indonesia. Adapun kebutuhan-kebutuhan tersebut dibagi dalam beberapa kelompok, di antaranya manufaktur skala nano-mikro, nanostruktur dan komposit, *nano-enabled surfaces*, serta keamanan dan . Adapun rantai-rantai nilai yang relevan terhadap simpul-simpul kunci tersebut di antaranya integrasi nano, fluida fungsional, material multifungsional ringan dan komposit *sustain*, paduan keramik dan intermetallics, permukaan terstruktur, serta *nano-enabled surfaces* untuk aplikasi multisektoral. Skema hubungan antara simpul kunci dan rantai nilai ini ditunjukkan pada Bagan 3 berikut.

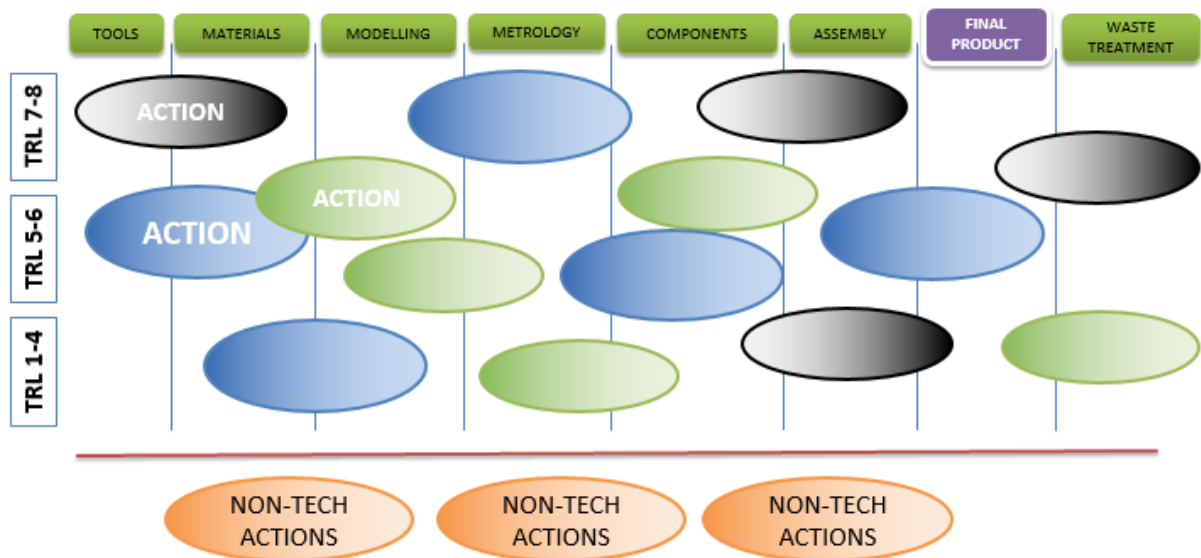


Bagan 3 Skema tinjauan peta jalan

Adapun aplikasi praktis dari masing-masing *value chains* di atas sebagai berikut :

- **VC 1** – *Lightweight multifunctional materials and stainable composites* : sektor tekstil dan olahraga, ICT, konstruksi dan bangunan, energi, *packaging*, serta transportasi.
- **VC 2** – *Nano-enabled surfaces for multisectoral applications* : plasma dan *vacuum engineered surfaces*, serta *wet engineered surfaces*.
- **VC 3** – *Structured surfaces* : ICT (nanoelektronik, fotonik, sensor), konstruksi dan bangunan, serta transportasi.
- **VC 4** – *Alloy ceramics, intermetallics* : pemanenan dan konversi energi, *ICT functional packaging*.
- **VC 5** – *Functional fluids* : ICT, konstruksi dan bangunan, serta transportasi, obat.
- **VC 6** – *Integration of nano : direct manufacturing, finished net shaped*, struktur 3D untuk nanoelektronik & fotonik, *catalysis and filtration*, serta *semi finished*.
- **VC 7** – *Infrastructure for multiscale modelling and testing : complex adaptive system for complete product design*.

Pasar yang dibangun atas berbagai *value chain* menghadapi banyak tantangan dari kehidupan sosial maupun platform teknologi Indonesia itu sendiri. Pasar mencakup kegiatan teknologi maupun non-teknologi. Kegiatan teknologi mulai dari aspek peralatan, bahan-bahan, pemodelan hingga pengelolaan sampah, terbagi sesuai *Technology Readiness Level* (TRL), sebagaimana ditunjukkan pada **Bagan 4** berikut. Adapun adanya kegiatan-kegiatan di luar aspek teknologi yang disebutkan dalam skema TRL turut pula melengkapi makna pasar.



**Bagan 4** Makna pasar : kegiatan teknologi - nonteknologi

## **5. Rekomendasi**

Berdasarkan uraian di atas, rekomendasi yang diberikan untuk dilakukan oleh ITB sebagai pelopor dalam rangka mewujudkan kemaslahatan nasional baik di bidang ekonomi maupun sosial melalui NanoIndonesia, sebagai berikut:

- Mengintensifkan implementasi kebijakan dan komitmen pendanaan pemerintah untuk penelitian dan pengembangan nanosains dan nanoteknologi.
- Menyiapkan fasilitas seperti laboratorium dan peralatan untuk aplikasi material maju yang berbasis nanoteknologi untuk meningkatkan nilai lokal (kearifan lokal).
- Mendorong mahasiswa dan peneliti dalam kolaborasi multidisiplin.
- Menjadi pemimpin di perbatasan bidang teknologi mutakhir berdasarkan nanosains dan nanoteknologi.
- Pusat penelitian nanosains dan nanoteknologi ITB harus menjadi model institusional untuk kolaborasi multidisiplin penelitian dalam nanosains dan nanoteknologi di Indonesia.