



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Suprijadi

**KOMPUTASI, SAINS
DAN PEMBELAJARAN BERBASIS RISET
UNTUK MENDUKUNG INOVASI**

10 Maret 2018
Aula Barat Institut Teknologi Bandung

**Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
10 Maret 2018

Profesor Suprijadi

**KOMPUTASI, SAINS
DAN PEMBELAJARAN BERBASIS RISET
UNTUK MENDUKUNG INOVASI**



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: KOMPUTASI, SAINS DAN PEMBELAJARAN BERBASIS RISET
UNTUK MENDUKUNG INOVASI
Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,
tanggal 10 Maret 2018.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja 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 **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis
Data katalog dalam terbitan

Suprijadi
KOMPUTASI, SAINS DAN PEMBELAJARAN BERBASIS RISET
UNTUK MENDUKUNG INOVASI
Disunting oleh Suprijadi

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2018
vi+46 h., 17,5 x 25 cm
ISBN 978-602-6624-14-7
1. Fisika 1. Suprijadi

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan naskah orasi ilmiah ini. Penghargaan dan rasa hormat serta terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada pimpinan dan anggota Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung (ITB) atas diperkenankannya penulis menyampaikan orasi ilmiah ini pada Sidang Terbuka Forum Guru Besar.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada kolega, mahasiswa, dan staf di lingkungan ITB yang telah membantu dan mendukung penulis dalam pelaksanaan Tri Darma Perguruan Tinggi sehingga penulis dapat memberikan kontribusi keilmuan melalui orasi ilmiah di Forum Guru Besar ITB. Naskah orasi ilmiah ini disusun berdasarkan rangkaian topik penelitian penulis dalam bidang pengembangan simulasi dan komputasi untuk menjawab tantangan globalisasi.

Semoga naskah ini dapat memberikan wawasan dan inspirasi yang bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 17 Februari 2018

Suprijadi

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
1. PENDAHULUAN	1
2. POLA PENDIDIKAN DAN RISET DI INDONESIA KHUSUSNYA DI PERGURUAN TINGGI	5
3. KOMPUTASI DALAM UPAYA MEMAHAMI ALAM DAN FENOMENANYA	9
4. KOMPUTASI DAN MODEL GRANULAR	10
5. KOMPUTASI DAN KARAKTERISASI DALAM MEMAHAMI MATERIAL	16
a) Karakterisasi Material dengan TEM	16
b) Studi komputasi dan eksperimen pada peleburan material ...	19
c) Studi komputasi sifat elektronik material	22
6. PENUTUP	29
7. UCAPAN TERIMA KASIH	30
8. DAFTAR PUSTAKA	33
CURRICULUM VITAE	37

KOMPUTASI, SAINS DAN PEMBELAJARAN BERBASIS RISET UNTUK Mendukung INOVASI

1. PENDAHULUAN

Perkembangan sains tidak terlepas dari zaman prasejarah. Sejarah mencatat perkembangan sains sangat diwarnai oleh beberapa mainstream, yaitu sains yang berasal dari tanah Yunani melalui Aristoteles, Archimedes yang berbasis pada pengamatan dan observasi, kemudian di tanah semenanjung Arab melalui budaya Islam seperti Ibnu Sina. Dibelahan dunia yang lain berkembang sains di China, India dan budaya Maya. Seiring perkembangan dan komunikasi antar budaya dan masyarakat, saat ini perkembangan sains sangat diwarnai oleh para ilmuwan dari negara-negara Eropa, yang dimulai sejak abad ke 15, revolusi industri yang merupakan mekanisasi serta pemanfaatan energi non organik (Industri 1.0), produksi secara massal (industri 2.0), pemanfaatan komputer serta otomatisasi (industri 3.0) dan hingga sekarang yang berada di era industri 4.0 yang merupakan industri yang berbasis cyber dan informasi.

Secara umum perkembangan sains saling terkait dengan tumbuh kembangnya teknologi. Diawal perkembangannya sains sangat tergantung pada hasil observasi yang kemudian dituangkan dalam bentuk tulisan (saat ini disebut teori) yang digunakan oleh banyak orang dalam memahami alam sekitarnya. Seiring waktu berjalan, tumbuh

kesadaran akan perlunya keakuratan pengamatan yang membutuhkan teknologi pengamatan yang lebih baik, untuk memahami lebih jauh para ilmuwan melakukan pengamatan yang dapat dikendalikan, mereka melakukan eksperimen-eksperimen yang diperlukan untuk menumbuhkan pemahaman-pemahaman baru dalam sains yang pada akhirnya menumbuhkan teknologi-teknologi baru.

Diawal abad 20, tumbuhnya sains berbasis pada ilmu-ilmu fisika khususnya ilmu Modern (kuantum) yang dipelopori oleh Einstein, Heisenberg, Bohr dan lain lain menumbuhkan akselerasi teknologi dan sains yang luar biasa. Diparuh abad 20, adanya teknologi berbasis komputasi mulai tumbuh, kalkulasi berbasis mesin dimulai. Tumbuhnya teknologi ini mengubah cara pandang pengembangan sains dan teknologi. Diawal tumbuhnya teknologi komputasi ini, pemahaman sains masih berbasis pada observasi-teori-eksperimen dengan komputasi sebagai penunjang, akan tetapi teknologi komputasi/informasi telah tumbuh secara eksponensial, saat ini komputasi sudah banyak digunakan untuk membantu dalam pemahaman sains disamping dalam pengembangan teknologi-teknologi baru.

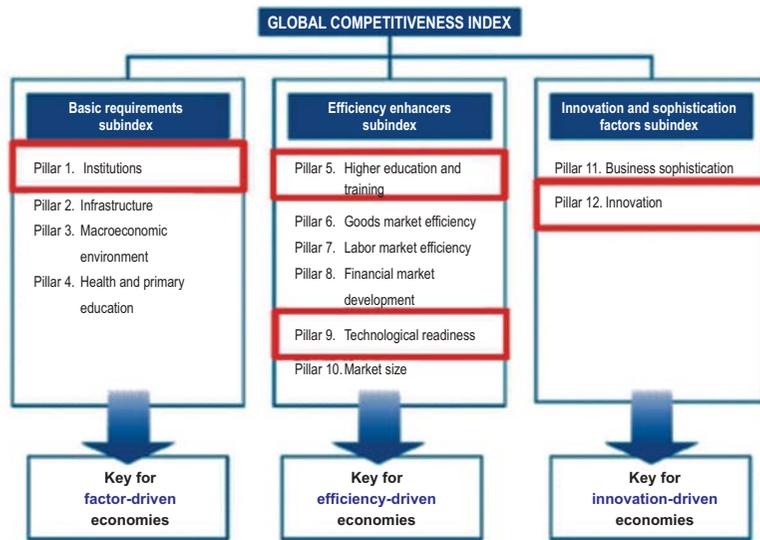
Meskipun sains dan teknologi berbasis komputasi ini tumbuh dengan pesat, akan tetapi pendidikan dan pemahaman sains sangat memainkan peranan penting dalam teknologi terapan yang dapat langsung dirasakan masyarakat. Posisi edukasi sains tingkat dasar dan menengah menjadi landasan utama dalam pengembangan pendidikan sains dan teknologi tahap lanjut.

Telah banyak contoh negara-negara yang mengalami lompatan tingkat kesejahteraan melalui peningkatan kemampuan penguasaan sains yang pada akhirnya memiliki ciri dalam pertumbuhan ekonomi yang berbasis tumbuhnya sains dan teknologi yang dicirikan oleh adanya perguruan-perguruan tinggi yang sangat baik dan diakui oleh dunia internasional.

Sebagai contoh, negara bagian California (USA) merupakan negara bagian yang memiliki nilai keekonomian tertinggi memiliki sekurangnya 4 perguruan tinggi kelas dunia di tahun 2017 seperti California Institute of Technology (Times Higher Education ranking/ THE#2), Stanford University (THE#3), UC Berkeley (THE#10) dan UCLA (THE#14), dibelahan dunia yang lain, Greater London sangat didukung oleh University of Oxford (THE#1) dan University of Cambridge (THE#4), dan Imperial College of London (THE#8) (ref.<https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2017/world-ranking#>).

Tumbuh kembangnya pendidikan sains tingkat fundamental dan pertumbuhan sains dan teknologi lanjut diyakini sangat berkaitan erat dengan tumbuhnya daya saing bangsa melalui inovasi-inovasi yang dilakukan. Tingkat kompetitif suatu negara (Global Competitiveness Index /GCI) (lihat Gb.1) diukur melalui banyak faktor, antara lain keberadaan institusi berbasis sains teknologi, perguruan tinggi (*higher education*), tingkat kesiapan teknologi serta inovasi-inovasi yang dihasilkan oleh negara tersebut. Yang mana ke empat faktor tersebut

sangat berkaitan erat dengan keberadaan perguruan tinggi berbasis sains dan teknologi.



Gambar 1. Global Competitiveness Index Criteria.

Berdasarkan pada data pengukuran GCI di tahun 2017 (ref,<http://reports.weforum.org>), Indonesia berada pada posisi ranking 36 yang masih cukup jauh dibandingkan negara negara maju lainnya, akan tetapi kalau kita perhatikan faktor kesiapan teknologi (technological readiness), Indonesia tergolong rendah (ranking #80), bahkan dibandingkan dengan negara-negara ASEAN lainnya, seperti Thailand #61, Malaysia #46 dan Vietnam #79, hal ini agak mengkhawatirkan mengingat pendidikan bidang matematika dan sains Indonesia (#40)

berada di atas Thailand (#83) dan Vietnam (#86). Diperlukan upaya proses pendidikan science dan teknologi yang inovasi dan berkelanjutan untuk mendukung tumbuhnya berpikir kreatif di lingkungan pemuda-pemudi Indonesia, yang tentunya adanya perubahan pola pendidikan berbasis pada penumbuhan inovasi yang didukung dengan kokoh pada kemampuan sains.

Tumbuhnya karya-karya inovasi yang berdaya guna serta memperhatikan kearifan dan sumberdaya lokal akan memberikan dampak yang tinggi untuk persaingan global kedepannya. Persaingan pertumbuhan ekonomi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat disamping akan meningkatkan daya saing bangsa. Meskipun kekayaan alam Indonesia sangat besar dalam hal jenis dan jumlahnya, akan tetapi masih banyak ke khasan yang belum diungkapkan. Hal ini menjadi tantangan tersendiri dalam mengaplikasikan sumberdaya lokal dan kearifan lokal dalam kegiatan-kegiatan atau produk-produk inovasi.

Tantangan globalisasi dengan melalui mudahnya akses sentra-sentra produk tradisional serta produk inovasi melalui teknologi informasi, pergeseran budaya dan tingkah laku masyarakat membuat perubahan paradigma dan orientasi peningkatan kesejahteraan serta daya saing bangsa. Untuk menjawab tantangan globalisasi, tumbuhnya industri 4.0 serta kemudahan akses informasi yang semakin mudah dan murah perlu disikapi dengan perubahan pola pendidikan dan proses pembelajaran sains dan teknologi yang perlu dilandasi dengan kearifan budaya dan agama.

2. POLA PENDIDIKAN DAN RISET DI INDONESIA KHUSUSNYA DI PERGURUAN TINGGI

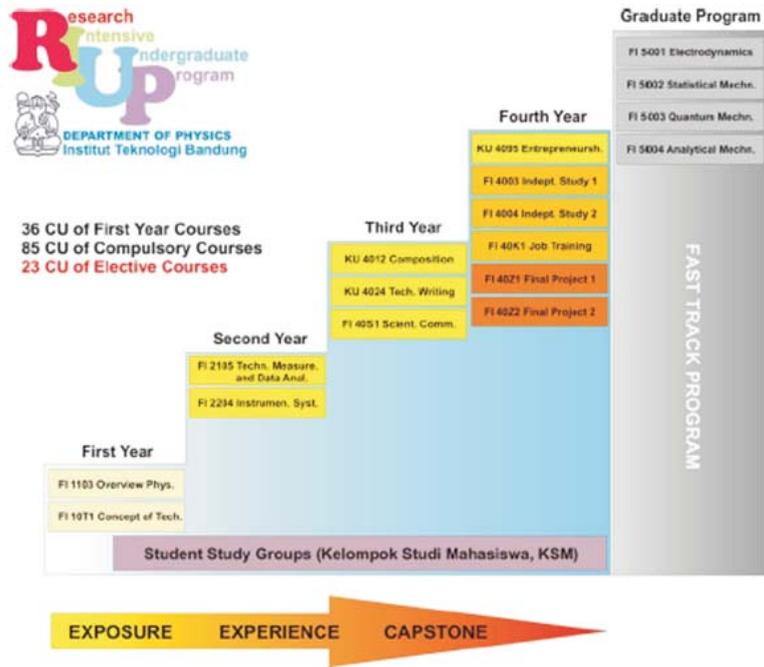
Dalam dekade terakhir, dengan tumbuhnya perkembangan teknologi informasi. Kemudahan untuk mendapatkan informasi sudah semakin murah dan sangat beragam, membawa konsekuensi perlu adanya perubahan pola pendidikan di Indonesia, termasuk untuk pendidikan dalam bidang sains di semua jenjang pendidikan.

Secara umum pendidikan sains di Indonesia dimulai sejak sekolah tingkat dasar hingga sekolah menengah atas yang bersifat satu arah (*teaching based education*), yang kemudian berlanjut dan mulai terapkan di perguruan tinggi. Tumbuhnya teknologi informasi di dekade terakhir perlu disikapi dengan cepat dan bijak, proses pendidikan sains perlu dikembangkan dan disesuaikan dengan melibatkan lebih aktifnya peserta didik dalam menggali informasi khususnya dalam pendidikan sains.

Proses pendidikan saat ini harus dapat memberikan kebebasan, bersifat personal atau group, dan didukung oleh tutor dapat memfasilitasi keinginan belajar peserta didik tidak hanya secara berbasis teori tetapi juga pengalamannya yang cukup. Beberapa model pembelajaran untuk meningkatkan keaktifan peserta didik dalam pemahaman sains antara lain *problem based learning* dan *research based learning* (RBL) yang dikembangkan di Fisika ITB.

Dengan metoda pembelajaran RBL, mahasiswa dapat dikenalkan

kepada penelitian yang merupakan penajaman-penajaman keilmuan dalam tahapan yang lebih mengajak mahasiswa untuk belajar secara mandiri dan aktif. Dengan pendekatan metoda ini, proses pembelajaran dan riset dapat menjadi satu kesatuan dan akan saling melengkapi. Proses RBL sendiri haruslah dirancang sebagai satu kesatuan yang utuh kerangka kurikulum sehingga dapat diserap dan diimplementasikan oleh mahasiswa maupun dosennya. Dalam pelaksanaannya, RBL memiliki tahapan-tahapan, mulai dari tahap *nurturing* (pengenalan), *experience* (pengalaman), *involvement* (keterlibatan) dan *capstone* (integrasi). Tahap *nurturing* diperuntukan untuk yang baru memasuki jenjang pendidikan tinggi, pada tahap ini mahasiswa dikuatkan pengetahuan dasar dan dikenalkan tentang riset dan kemandirian, dilanjutkan dengan *experience* yang mana mahasiswa melakukan percobaan dan penelitian sederhana yang dapat menguatkan kemampuan pengetahuannya, setelah itu tahap *involvement*, dimana mahasiswa terlibat dalam penelitian-penelitian atau melakukan eksplorasi secara terstruktur dengan pembinaan dosen, dibagian akhir RBL ini, mahasiswa dapat merancang penelitian-atau project secara mandiri dengan yang dapat merupakan bagian dari tugas akhir atau *final project*-nya.



Gambar 2. Model pembelajaran berbasis riset yang dikembangkan.

Dengan RBL ini, pola berpikir secara runut dan memiliki konsep serta landasan yang kokoh yang pada akhirnya dapat menjadi pola berpikir mahasiswa dalam menghadapi suatu masalah.

Manfaat dari adanya RBL ini terasa pada dua arah. Untuk Dosen pengampu matakuliah, menjadi tantangan sendiri dalam menyusun agenda perkuliahan agar menjadi lebih efektif dan senantiasa mencari keterbaruan topik-topik aplikatif dari materi yang disampaikan. Untuk mahasiswa, disamping pemahaman yang meningkat, juga memberikan

pengalaman riset yang terbimbing, juga mendapat pengalaman dalam menyusun laporan atau karya ilmiah baik secara lisan maupun tulisan. Peningkatan pemahaman dan pengetahuan mahasiswa memberikan hasil pembelajaran yang lebih baik. Suatu studi yang dilakukan pada tahun 2006 (Suprijadi, et.al), memberikan hasil peningkatan yang cukup signifikan dalam pemahaman materi perkuliahan, serta peningkatan kemampuan *softskill* mahasiswa.

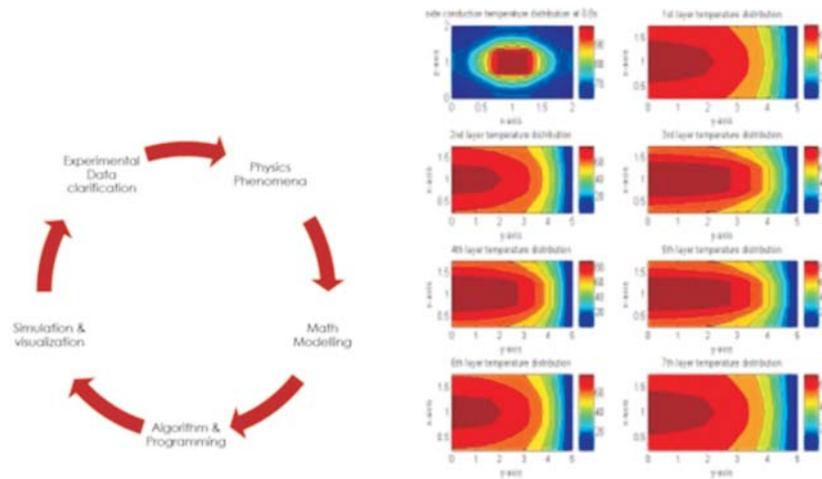
Untuk mendukung RBL ini, seiring dengan perkembangan teknologi komputasi yang menjadi lebih terjangkau dan lebih baik, memungkinkan pengenalan riset dan terlibat didalamnya untuk menunjang pembelajaran. Pada bagian berikut ini, akan dideskripsikan beberapa penelitian terkait dengan aktivitas riset terkait dengan komputasi dan karakterisasi material yang dilakukan.

3. KOMPUTASI DALAM UPAYA MEMAHAMI ALAM DAN FENOMENANYA

Dalam pengembangan teori dan aplikasi komputasi numerik untuk menyelesaikan masalah-masalah sains, khususnya fisika, secara umum dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu komputasi berbasis grid/mesh dan komputasi berbasis mesh free (atau biasa disebut sistem granular).

Salah satu aplikasi yang berkembang pesat dalam komputasi adalah Computation Fluid Dynamic (CFD) untuk memodelkan aliran fluida seperti benda cair dan gas. CFD menggunakan matematika, ilmu Fisika dan perangkat komputasi untuk memodelkan dan memvisualisasi fluida

bergerak. Secara umum model aliran fluida ini digunakan untuk menyelesaikan persamaan Navier Stokes, dengan menggambarkan bagaimana *pressure* (tekanan), *velocity* (kecepatan), temperatur, dan kerapatan fluida yang bergerak.



Gambar 3. Peran komputasi untuk memahami fenomena alam. (a) Model pengembangan komputasi dalam fisika, (b) Pola distribusi *temperature* dalam *cavity* 3D, (Naa, C.F & Suprijadi, 2009).

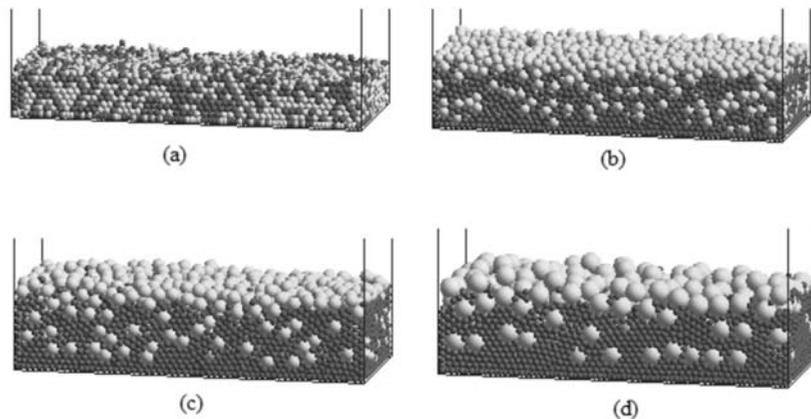
Aplikasi CFD telah banyak digunakan dalam membantu pengembangan teknologi otomotif dan penerbangan, misalnya untuk memodelkan jaket pendingin mesin (*Engine coolant jackets*), pengelolaan panas bawah atap (*Under-hood thermal management*), kenyamanan pada kompartemen penumpang (*Passenger compartment comfort*), model spesifik aliran turbulensi pesawat luar angkasa seperti Baldwin-Lomax, efisiensi penggunaan energi pada sistem, dan lain sebagainya.

4. KOMPUTASI DAN MODEL GRANULAR

Seperti telah disinggung sebelumnya, komputasi model granular mulai banyak dilakukan peneliti disebabkan beberapa faktor antara lain kemudahan membuat modifikasi sistem, lebih leluasa dalam memasukan parameter fisis dan alasan-alasan lainnya, meskipun ada kendala dalam melakukan studi komputasi granular, karena perlu melakukan perhitungan pengaruh seluruh partikel terhadap satu partikel tertentu yang akan membutuhkan banyak kalkulasi sehingga membutuhkan waktu yang tidak sebentar untuk menyelesaikan keseluruhan model fisis.

Banyak metoda dalam pengembangan komputasi sistem granular antara lain (1) model dinamika molekuler (Molecular dynamic (MD)) yang mempelajari gerakan atom dan molekul berbasis persamaan mekanika klasik (Newton), dipopulerkan pada era 50 an (Alder dan Wainwright, 1959) yang diawalnya untuk fisika teori dan saat ini banyak digunakan untuk memodelkan sistem keterkaitan antara partikel dan banyak digunakan untuk memodelkan pengembangan material, fisika kimia dan memodelkan biomolekul, misalnya penelitian yang dilakukan oleh Ju, J., Welch, P.M., Rasmussen, K.Ø. et al. (2017) dalam penentuan ukuran efektif partikel koloid yang tersuspensi dalam cairan di sekitar dinding yang kaku, studi tentang efek tingkat porositas partikel terhadap proses deposisi partikel dan efek kacang brazil juga telah dilakukan oleh penulis (Septian R. R. et al 2016, Kesuma et al 2016) yang dapat dilihat di Gambar 4 dan 5, dan juga penelitian yang dilakukan oleh V Sudarkodi et al 2018 dalam menghitung respon mekanik polimer untuk menguji apakah

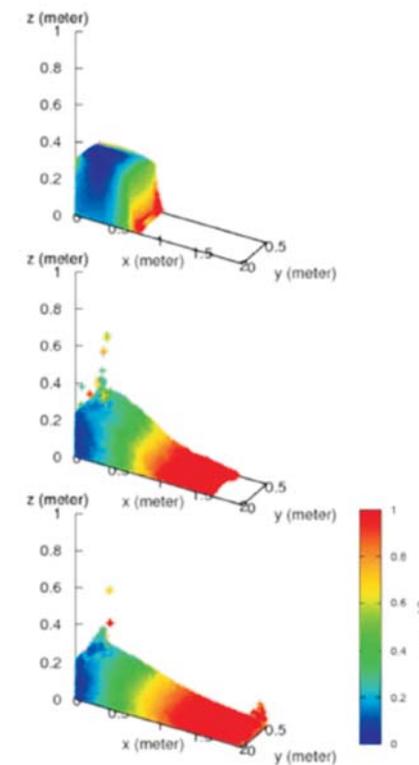
perbedaan dalam respon uniaxial stress-strain yang dihasilkan oleh eksperimen dapat diproduksi ulang melalui model MD, (2) model smoothed particle hydrodynamic (SPH) yang berbasis pada interaksi partikel serta pendekatan dinamika fluida, model ini dipopulerkan oleh Gingold dan Monaghan (1977) serta Lucy (1977) yang dimanfaatkan untuk menjelaskan problem astrofisika, dan secara mendetail oleh Monagan (1992), beberapa aplikasi awal yang berbasis pada SPH antara lain (3) Moving Particle Semi Implicit (MPS) yang merupakan pengembangan dari SPH, pertama kali dikembangkan pada tahun 1996 oleh Koshizuka and Oka untuk memodelkan aliran permukaan bebas yang tidak dapat dikompresi.



Gambar 4. Snapshot dari beberapa simulasi dengan rasio ukuran partikel yang berbeda (a) 1:1, (b) 1:1.5, (c) 1:2, dan (d) 1:3, (Septian R. R. et al 2016).

Model Dam-break

Dam-break adalah pemodelan yang digunakan untuk memahami fenomena tsunami. Seperti yang kita ketahui tsunami merupakan fenomena meningkatnya ukuran gelombang yang datang menyapu daratan sebagai akibat adanya aktivitas gempa sebagai sumber energi pembangkit gelombang.

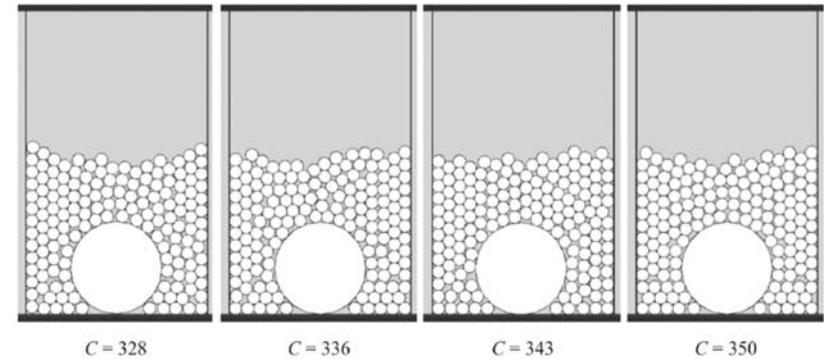


Gambar 5. Distribusi kecepatan yang dinormalisasi untuk kasus dam-break 3D untuk tiga waktu yang berbeda (jumlah partikel = 30976), (Srigutomo et al 2017).

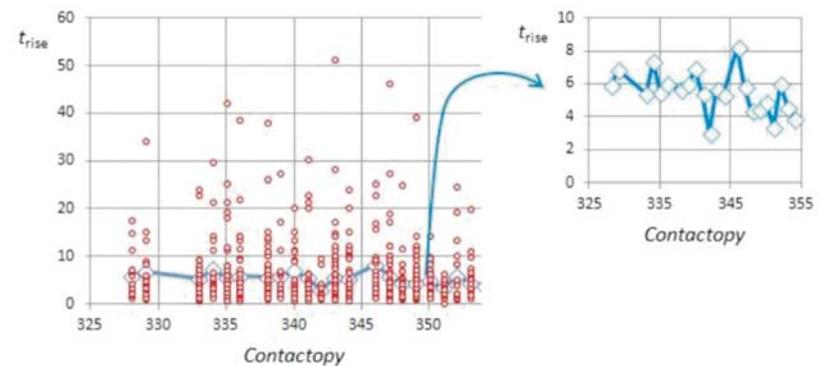
Dengan menggunakan metoda SPH (Srigutomo et al 2017) kami melakukan simulasi pengaruh kecepatan komputasi *parallel programming Compute Unified Device Architecture's* (CUDA) sebagai fungsi dari jumlah partikel, skema *double* dan *single precision* pada percepatan komputasi, dan keakuratan perhitungan berdasarkan jumlah partikel. Kemudian kasus yang ditinjau adalah dam-break, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Model pada kacang Brazil

Pada penelitian ini kami melakukan simulasi dua dimensi Brazilian-Nut Effect (BNE) dengan menggunakan skema tumbukan keras pada bola dan simulasi metode dinamika molekuler. Konfigurasi awal BNE dibuat secara artifisial untuk mendapatkan jumlah kontak antara butir, yang disebut sebagai *contactopy*. Dari hasil simulasi, diperoleh bahwa kondisi awal sampai akhir pengamatan BNE, pusat masa pada arah vertikal cenderung menurun, sementara *contactopy* cenderung meningkat. Konfigurasi awal yang juga bergantung pada *contactopy* memengaruhi kelebihan waktu (*rise time*) karena dapat mengesampingkan pengaruh kerapatanrasio yang pada akhirnya mempengaruhi kelebihan waktu. Melalui pemodelan ini, penyusup (*intruder*) dengan ukuran partikel yang sangat besar dapat naik ke permukaan meskipun jumlah kontak antar butiran meningkat. Contoh kontak antar butiran (157 butir) dengan intruder dapat dilihat di Gambar 6 dan pengaruh *contactopy* terhadap kelebihan waktu dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Beberapa contoh *contactopy* dari system BNE 157 butir.



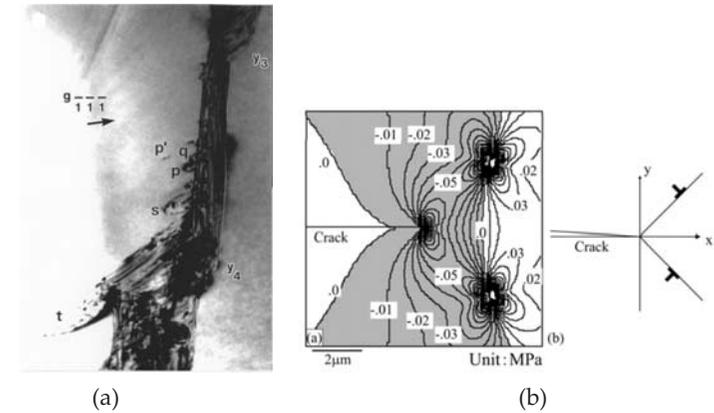
Gambar 7. *Contactopy* memengaruhi rata-rata kelebihan waktu, $\langle trise \rangle$.

5. KOMPUTASI DAN KARAKTERISASI DALAM MEMAHAMI MATERIAL

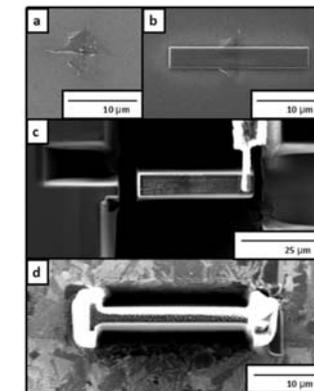
a) Karakterisasi Material dengan TEM

Telah dipahami bahwa, setiap material memiliki sifat mekanik yang diuji dengan menggunakan metoda stress-strain. Perubahan yang dialami oleh material tidak hanya yang tampak secara kasat mata, namun perubahan material dapat terjadi juga karena kecacatan struktur kristal yang memiliki sifat permanen jika diberikan temperatur tertentu, dislokasi atau cacat kristal karena pengaruh stress pada Ductile-Brittle Temperature Transition (DBTT) misalnya pada bahan semikonduktor seperti Silicon (Si) di sekitar ujung-ujung retakan (Suprijadi and Saka. H, 1998). Mekanisme timbulnya dislokasi ini memberi pengetahuan terhadap mekanisme sifat perubahan permanen pada material. Pada Gambar 8 berikut ini, terlihat bagaimana retakan menimbulkan munculnya medan tekanan dan dislokasi disekitar ujung-ujung retakannya tanpa adanya pengaruh tekanan eksternal.

Dari hasil pengamatan terbaru (2017), kami bekerjasama dengan Kyushu University, untuk mengamati penyebab timbulnya dislokasi di sekitar crack tip (Suprijadi et.al, 2018), diperoleh munculnya kerusakan-kerusakan di sekitar crack tip karena adanya tumbukan dengan elektron yang memiliki energi besar. Sampel TEM yang diamati adalah kristal tunggal silikon dengan orientasi normal permukaan (011). Inisiasi crack dilakukan menggunakan Vickers Indenter yang ada di Fisika ITB. Sampel TEM dibuat menggunakan teknik mikrosampling menggunakan FIB



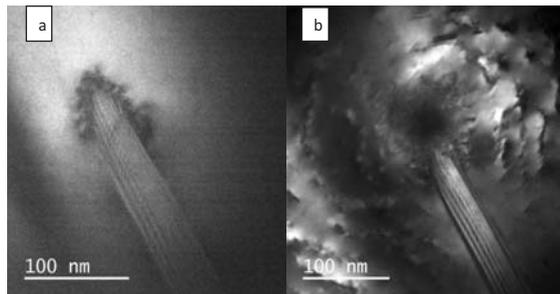
Gambar 8. (a) Dislokasi sekitar crack pada DBTT, pengamatan dengan TEM (Suprijadi & Saka, 1998), (b) Medan tekanan di sekitar crack tip dengan dua edge dislocation di depan kristal, tanpa diberi tekanan eksternal, (Narita et.al,1989; Adhika et.al, 2015)



Gambar 9. (a) Hasil inisiasi crack menggunakan Vickers Indenter. Crack dengan arah propagasi berlawanan arah normal permukaan bulk sample diambil menggunakan teknik mikrosampling FIB yang terdiri atas: (b) perlindungan permukaan sampel menggunakan Tungsten (W) deposisi, (c) Penggalian dan pengangkatan sampel, (d) Menempelkan sampel pada TEM Grid dan menipiskan sampel hingga ketebalan 2-3 μm .

FB2200 yang ada di Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi (PPNN) ITB. Proses fabrikasi sampel menggunakan FIB dapat dilihat pada Gambar 9.

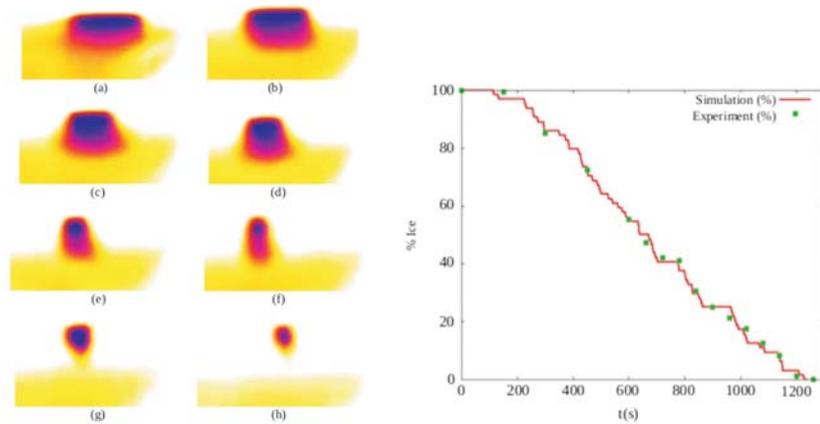
Pengamatan pengaruh radiasi berkas elektron terhadap emisi dislokasi di ujung retakan dilakukan menggunakan High Voltage Electron Microscope (HVEM) dengan energi percepatan elektron 1250kV yang ada di Kyushu University. Keunggulan HVEM ini adalah dengan energi percepatan elektron yang tinggi, penetrasi berkas elektron pada sampel juga akan semakin tinggi sehingga sampel dengan ketebalan beberapa mikrometer masih dapat diamati dengan HVEM. Oleh karena itu, pengamatan emisi dan propagasi garis dislokasi dapat dilakukan dengan baik menggunakan HVEM. Gambar 10 berikut menunjukkan munculnya emisi dislokasi yang ditimbulkan oleh adanya pengaruh tekanan pada temperatur tinggi yang diakibatkan oleh radiasi berkas elektron.



Gambar 10. Emisi dislokasi pada permukaan crack tip diakibatkan oleh stress akibat radiasi berkas elektron pada kristal tunggal silikon yang diamati dengan HVEM. (a) Gambar TEM dari ujung kristal yang diambil pertama kali sebelum sampel banyak terkena berkas elektron. (b) Gambar TEM dari ujung kristal yang sama setelah sampel diberi radiasi berkas elektron selama 5 menit.

b) Studi komputasi dan eksperimen pada peleburan material

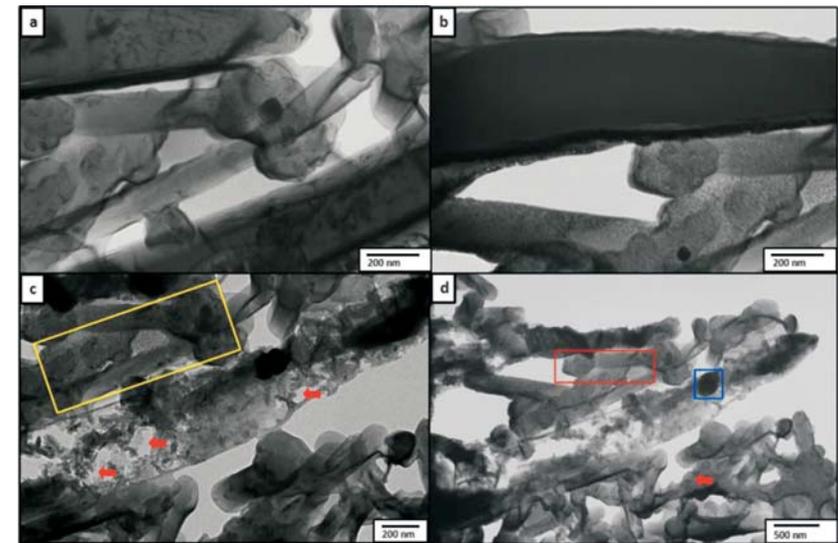
Dalam pengembangan material banyak tantangan untuk mengontrol perubahan fasa dari material. Misalnya solidifikasi fluida ataupun proses pelelehan fluida. Untuk membantu pemahaman proses ini, kami melakukan pengamatan peleburan es dengan menggunakan kamera infra merah, serta memodelkannya dengan menggunakan metoda SPH (Suprijadi et.al, 2014) dimana fenomena ini merupakan perubahan wujud material solid (es) menjadi cair sebagai pengaruh dari adanya temperatur lingkungan yang lebih tinggi. Pada penelitian yang telah dilakukan ini dibahas urutan proses pencairan sebagai fungsi dari perbedaan temperatur, pada Gambar 11 ditampilkan hasil eksperimen, serta hasil model komputasi. Hasil studi eksperimen dan komputasi memberikan pemahaman tentang pentingnya validasi data hasil simulasi sehingga kedepannya dapat membantu peneliti dalam melakukan eksperimen yang membutuhkan biaya tinggi yaitu melalui studi awal simulasi dan pemodelan. Disamping itu, studi komputasi terhadap proses perubahan struktur material dalam kondisi yang berbeda dapat mendukung analisis dari fenomena lainnya yang ditinjau secara makro.



Gambar 11. Proses peleburan dari sebuah es berbentuk kubus di permukaan air dengan suhu 10C. (a) t = 0, (b) t=3 menit, (c) t=7 menit, (d) t=10 menit, (e) t= 13 menit, (f) t=15 menit, (g) t=17 menit dan (h) t=20 menit. Kurva menunjukkan proses peleburan es sebagai fungsi waktu. Garis tegas hasil dari simulasi dengan SPH, sedangkan titik hijau (points) adalah hasil eksperimen.

Pengamatan terhadap perubahan fasa di temperatur tinggi dalam skala atom, yang merupakan temperatur leleh, telah kami lakukan juga dengan menggunakan Transmission Electron Microscope (TEM) di PPNN ITB. Adanya pergerakan dislokasi di aluminium dapat kita amati dalam skala mikro saat Al mendekati titik leburnya (Adhika et.al,2018), sebelum akhirnya dislokasi menghilang dari kristal Al pada *recrystallization temperature* yaitu pada suhu sekitar 300°C. Hasil pengamatan secara *in-situ* heating menggunakan TEM H-9500 yang ada di PPNN ITB pada beberapa nilai suhu dapat dilihat pada Gambar 12. Diatas suhu 300°C partikel aluminium mulai bergerak bebas, namun tanpa disertai perubahan

struktur yang signifikan. Ketika suhu telah mencapai sekitar 600°C, yaitu mendekati suhu lebur aluminium, terjadi perubahan yang signifikan pada struktur kristal aluminium, yang menunjukkan bahwa partikel aluminium bergerak secara serentak pada suhu tersebut sehingga menyebabkan perubahan struktur yang signifikan. Pada suhu diatas 600°C, partikel aluminium dapat bergerak dengan mudah namun tidak ada deformasi secara signifikan. Pemanasan dilakukan hingga suhu mencapai 800°C karena tidak ada lagi perubahan struktur yang signifikan, hanya terlihat partikel aluminium secara perlahan cenderung berkumpul di suatu lokasi.



Gambar 12. Hasil pengamatan in-situ heating dengan TEM untuk sampel Al-MWCNT. (a) T=2000C, (b) T=3000C, (c) T=6000C, (d) T=8000C.

c) Studi komputasi sifat elektronik material

Penelitian terkait sifat elektronik material melalui pendekatan simulasi berskala atomik dengan metode Density Functional Theory (DFT) telah kami lakukan sebagai upaya untuk memprediksi sifat material terhadap interaksinya dengan material/unsur lainnya. Beberapa penerapan metode DFT pada simulasi material berbasis karbon, silikon, germanium, lempung, dan borontelah kami lakukan untuk menjawab permasalahan baik itu di bidang energi, lingkungan, sensor gas, dan kesehatan.

Penemuan material berbasis karbon, semisal graphene, menarik perhatian para peneliti karena sifat yang dimilikinya. Hingga kini graphene telah diaplikasikan untuk berbagai kepentingan. Berdasarkan hal tersebut, kajian mengenai material sejenis dengan atom penyusun yang berbeda menjadi suatu topik baru yang menarik. Mengambil unsur dalam satu golongan yang sama, kami mengkaji material seperti graphene dengan silikon (silicene) dan germanium (germanene) sebagai atom penyusunnya. Pertama, kami melakukan kajian mengenai struktur geometri dan sifat elektronik dari silicene dan germanene yang diterminasi oleh hydrogen. Hasilnya, tidak seperti graphene yang cenderung datar, silicene [Saputra et al 2014] dan germanene [Wella et al 2015] cenderung melengkung (buckling). Setelah itu, kami mencoba melihat pengaruh kehadiran gas H₂S dan CO ketika terserap di atas silicene [Wella et al 2016]. Struktur dan sifat elektronik dari sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 13.

Walaupun H₂S dan CO tidak terikat dengan kuat pada silicene, akan tetapi silicene yang semula tidak memiliki *energy gap*, kini memiliki gap sebesar 56 dan 81 meV masing-masing untuk H₂S dan CO. Hal ini kemudian membawa penelitian kami melangkah ke arah bagaimana cara memodifikasi sifat elektronik dari silicene. Kami mengkaji pengaruh dari keberadaan medan listrik dan juga ketidak simetrian struktur (Stone-Wales defect, strain effect) terhadap sifat elektronik silicene [Saputra 2015 & Wella 2016]. Hasilnya, keduanya bisa membuka gap energy dari silicene, walaupun pengaruh medan listrik lebih signifikan dibandingkan pengaruh dari ketidaksimetrian struktur. Hasil dengan trend yang sama diperoleh ketika kami mengkaji mengenai pengaruh konsentrasi hidrogen dan juga medan magnet pada sifat elektronik germanene [Wella 2014]. Keduanya dapat digunakan untuk membuka energy band gap.

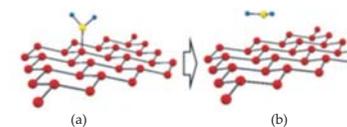


FIGURE 3. H₂S/silicene structure. (a) The initial design of a H₂S molecule structure is like a V letter where the H₂S plane is perpendicular to the silicene surface. (b) The plane of H₂S structure is parallel to the silicene surface after optimization.

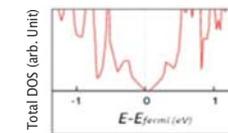


FIGURE 4. The total DOS of H₂S/silicene structure. The band gap energy is 56 meV

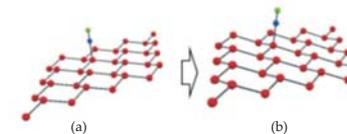


FIGURE 5. The CO/silicene structure. (a) The initial structure of CO/silicene; A CO molecule was initially located on top of the silicene surface. (b) The final structure of CO/silicene.

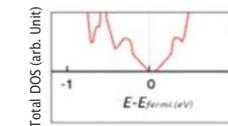
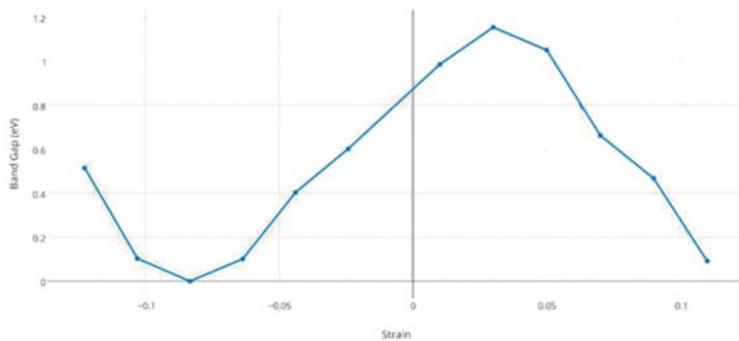


FIGURE 6. The total DOS of CO/silicene structure. The band gap energy is 81 meV.

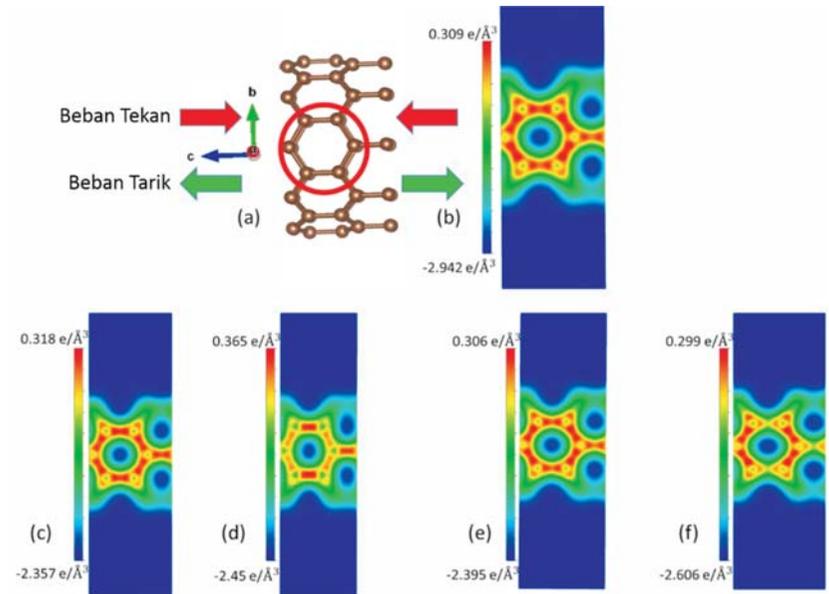
Gambar 13 Hasil simulasi interaksi gas CO pada permukaan Silicene dengan metode DFT.

Penelitian terkait deformasi pada material berbasis karbon lainnya yaitu carbon nanotube (CNT), telah kami pelajari dengan memberikan tekanan dan regangan pada zigzag carbon nanotubes (10,0) (Aditya, I. D 2016). Dari hasil perhitungan diperoleh adanya perubahan *band gap* dengan profil yang berbeda apabila CNT mengalami deformasi tertekan dan teregang seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik band gap sebagai fungsi dari regangan (strain).

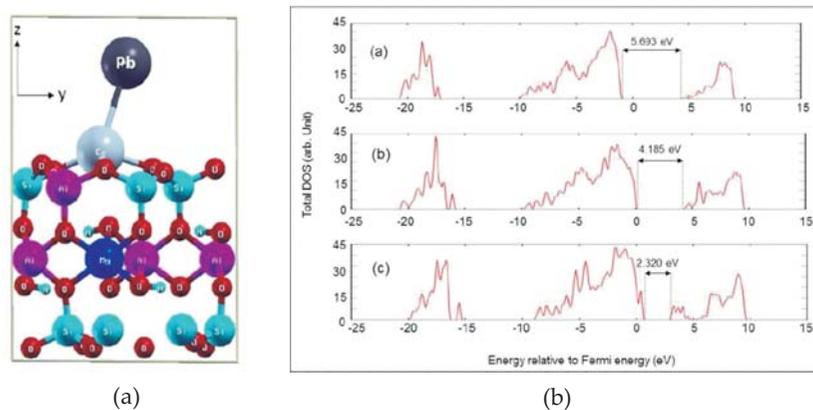
Profil rapat muatan juga berbeda untuk kedua jenis deformasi tersebut. Rapat muatan pada deformasi tertekan terkonsentrasi di sumbu z dari ikatan C-C, sedangkan rapat muatan pada saat CNT teregang terkonsentrasi pada ikatan C-C yang diagonal. Sedangkan dari analisa ρ -COHP diketahui bahwa kekuatan ikatan kovalen C-C menurun drastis dari saat CNT mengalami regangan seperti ditunjukkan oleh Gambar 15.



Gambar 15 (a) Area yang menjadi fokus analisa rapat muatan. Rapat muatan (10,0) CNT dengan beban tekan (b) 2% (c) 10% dan beban tarikan (e) 1% (f) 10%.

Aplikasi lain dengan menggunakan metode DFT untuk simulasi material lempung dan boron nitride nanotubes (BNNT) juga telah kami teliti untuk dapat diaplikasikan di bidang kesehatan. Kajian terkait material lempung berbasis montmorillonite dapat dimanfaatkan sebagai *medicine* untuk pengobatan bagi penderita osteoporosis dimana penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana mekanisme terserapnya racun logam berat (Pb) dalam tubuh oleh montmorillonite, dan juga melihat bagaimana sifat struktur elektronik yang terbentuk. Gambar 16 adalah visualisasi pemodelan dari Pb/Ca-montmorillonite dan density of

states. Dari gambar 16(b) terjadi perubahan sifat elektronik dari sifat insulator menjadi lebih konduktif yang menandakan bahwa terjadi respon terhadap interaksi Pb dengan Ca-montmorillonite. Hal ini berkaitan dengan struktur yang telah teroptimasi (Gambar 16a) dimana atom Pb dapat menarik atom Ca keluar dari permukaan montmorillonite. Akan perubahan posisi atom Ca tidak terlihat secara signifikan, hal ini membutuhkan energi yang cukup tinggi dan lingkungan yang humid supaya Ca dapat lepas dari Montmorillonite. Dengan terlepasnya Ca dari montmorillonite serta terserapnya Pb pada permukaan montmorillonite maka Ca-montmorillonite dijadikan alternatif sebagai obat atau suplemen Ca bagi penderita osteoporosis.

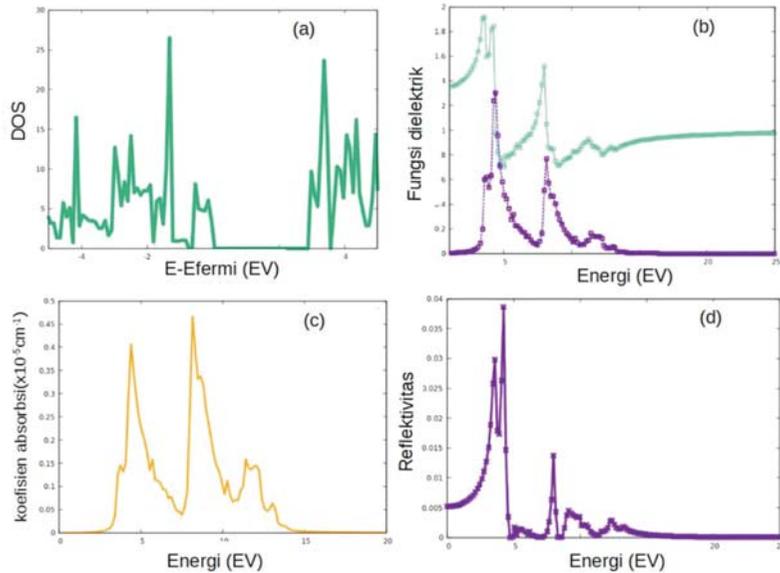


Gambar 16. (a) Satu unit sel dari Pb/Ca-montmorillonite yang telah teroptimasi. (b) Total density of states (DOS) dari montmorillonite (atas), Ca-montmorillonite (tengah), and Pb/Ca-montmorillonite (bawah). (Wungu et al 2016).

Contoh pemodelan lain di bidang kesehatan yaitu pemanfaatan boron nitride (BN) sebagai bahan aktif dari tabir surya [Jonuarti et al, 2018]. Tabir surya (sunscreen) mengandung bahan aktif yang dapat menyerap dan merefleksikan radiasi UV sehingga mampu memberikan proteksi pada kulit. Di sini, kami mengusulkan boron nitride (BN) sebagai bahan aktif dari tabir surya. Alasan kami menggunakan BN dilatarbelakangi karena material ini tidak beracun (aman), transparan, dispersif dan stabil secara kimia. Material ini juga bersifat tidak fotoreaktif, sehingga saat elektron-elektron pada material ini tereksitasi oleh sinar UV dari matahari, tidak akan menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS). Kelemahan yang perlu diperbaiki pada material ini adalah band gap nya yang terlalu lebar hingga mencapai 5 eV. Band gap yang terlalu lebar tidak terlalu menguntungkan jika material ini dipakai untuk tabir surya. Hal ini dikarenakan material akan bersifat transparan pada rentang energi yang sangat lebar. Material yang bersifat transparan tidak akan memberikan proteksi terhadap radiasi yang datang.

BN sendiri dikenal memiliki 3 polytypes, yaitu cubic phase (c-BN), wurtzite (w-BN) dan hexagonal (h-BN). Semua geometri ini memiliki lebar celah pita energi mencapai 5 eV yang dikatakan terlalu lebar untuk sebuah material tabir surya. Untuk penelitian ini, kami mengusulkan BN tersebut diubah ke dalam struktur nanotube yang dinamakan dengan boron nitride nanotube (BNNT). Kami memakai nanotube dengan ukuran diameter tabung kurang dari 0,9 nm. Jika diameter tabung nanotube terlalu besar, maka sifat yang dimilikinya akan mendekati sifat material ini

dalam struktur bulk nya. Untuk mengetahui bahwa BNNT dapat dijadikan sebagai kandidat material baru untuk tabir surya, kami melakukan studi komputasi awal mengenai sifat elektronik dan optik dari material ini.



Gambar 17. (a); Density of state (DOS) , (b); fungsi dielektrik (hijau:komponen ril, ungu:komponen imajiner dari fungsi dielektrik), (c); Koefisien absorpsi-energi, (d); reflektivitas material-energi dari BNNT dengan vektor kiral (2,2).

Gambar 17 menggambarkan hubungan antara energi sistem dan DOS total dari sistem (BNNT dengan kiral (2,2)). Elektron menempati pita valensi dan konduksi yang dipisahkan dengan gap. Untuk (2,2) BNNT

didapati band gap sebesar 2,838 eV. Band gap ini lebih sempit dibandingkan dengan band gap dari BN dalam keadaan bulk. Gambar 17b - d menggambarkan sifat optik dari (2,2) BNNT. Dari ke-3 gambar, dapat disimpulkan secara singkat bahwa (2,2) BNNT akan bersifat transparan pada daerah energi 0-3 eV (dari wilayah infrared sampai wilayah cahaya tampak). Ketika material ini bersifat transparan maka pada kondisi ini tidak ada absorpsi. Cahaya atau gelombang dalam rentang energi seperti ini akan diloloskan. Puncak tertinggi pada gambar 17c dan 17d menggambarkan bahwa absorpsi dan reflektivitas maksimum dari material terhadap sinar yang datang berada disekitar 5 eV. Artinya, absorpsi dan reflektivitas terjadi pada wilayah energi ultraviolet (UV). Hal ini menjadikan BNNT memiliki peluang untuk dijadikan bahan aktif tabir surya karena disinyalir mampu memberikan perlindungan untuk kulit terhadap radiasi UV.

6. PENUTUP

Naskah ini merangkai beberapa hasil karya yang dilakukan penulis dalam pengembangan proses pendidikan serta penelitian yang dilakukan dan sedang dilakukan sampai saat ini. Pengalaman mengaitkan kegiatan pembelajaran dan riset yang sedang dilakukan, dapat memberi bekal tambahan pada mahasiswa dalam beradaptasi terhadap perubahan-perubahan teknologi yang dihadapi.

Rahasia dan fenomena alam sangat luas, manusia tidak akan mungkin dapat memahami semuanya. Salah satu fenomena alam tersebut adalah

mengenai sifat-sifat fisika material, dengan memahami sifat material tersebut dapat dimanfaatkan untuk banyak hal yang dapat meningkatkan kesejahteraan manusia. Proses karakterisasi memberikan pemahaman sifat material tersebut, akan tetapi peralatan untuk mendukung hal tersebut sangat mahal. Komputasi adalah teknik lainnya dalam memahami sifat material tersebut, berbekal pada teknik karakterisasi dan komputasi ini, pemahaman akan fenomena alam dapat di pelajari dan dimanfaatkan untuk keperluan yang lebih luas, untuk bangsa, untuk Negara dan untuk ilmu itu sendiri.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya yang telah dilimpahkan hingga saat ini. Ucapan terima kasih sebesar-besarnya ingin disampaikan penulis kepada yang terhormat Rektor dan Pimpinan ITB, Pimpinan dan seluruh Anggota Forum Guru Besar ITB, atas kesempatan yang diberikan untuk menyampaikan orasi ilmiah di hadapan para hadirin sekalian pada forum yang terhormat ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi ingin disampaikan juga kepada:

- Dr. Sutrisno yang telah banyak memberi inspirasi dan membimbing penulis pada awalnya untuk belajar dan berkisah di Fisika ITB. Dukungan serta semangat yang tinggi telah diberikan kepada penulis untuk menjadi staf pengajar di Institut

Teknologi Bandung dan serta mendorong untuk menggali ilmu lebih dalam dalam rangka meraih karier yang setinggi-tingginya.

- Prof. Hideaki Kasai, Osaka University- Japan, Prof. Seirro Omata, Kanazawa University-Japan, Prof. Mitra Djamal - ITB, Prof. Bambang Sunendar-ITB yang telah mempromosikan dan memberi dukungan dalam proses pengusulan penulis ke jenjang jabatan fungsional Guru Besar.
- Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada saat pengusulan Prof. Umar Fauzie dan Prof. Edi Tri Baskoro serta jajarannya, juga Senat FMIPA Prof. Mikrajuddin yang memberikan dukungan dan semangat yang tinggi dalam proses pengusulan ini.
- Komunitas staff dosen Fisika ITB atas dukungan dan kebersamaan yang penuh kekeluargaan dalam menjalankan tugas-tugas akademik dan non akademik, serta berbagi pengalaman dan kerjasamanya. Secara khusus pada teman-teman di Kelompok Keahlian Fisika Teoritik Energi Tinggi dan Instrumentasi.
- Staff Kependidikan di Fisika ITB, khususnya kepada Alm. Bpk Sudiono yang telah memberi semangat dan bantuan yang luar biasa pada proses pengurusan ini.
- Kepada seluruh mahasiswa S1, S2 dan S3 yang dibimbing oleh penulis, banyak memberikan inspirasi dan bantuan yang luar biasa.

- Civitas Akademika ITB, khususnya di Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi yang banyak memberikan kegembiraan dan semangat untuk terus maju dan berkembang di tengah keterbatasan.
- Dr. Sparisoma Viridi, Dr. Triati Dewi Kencana Wungu dan Dr. Damar Rastri Adhika yang telah memberikan kontribusi terhadap penulisan naskah orasi ini.

Ucapan terima kasih ingin disampaikan atas segala pengertian, dukungan, doa dan kesabaran yang telah diberikan oleh istri tercinta Erni Rosniawaty dan anak tersayang Fauzan P. Bhagaskara yang memberi banyak keceriaan sejak meniti karir sebagai staff pengajar di ITB hingga memperoleh jabatan Guru Besar.

Khusus kepada ibunda tercinta Subandyah Haryono, ucapan terima kasih yang tak terhingga ingin penulis sampaikan atas didikannya, dukungan dan kesabaran yang luarbiasa untuk anaknya sejak kecil hingga saat ini, juga keluarga besar Haryono yang terus memberi semangat pantang menyerah. Ucapan terima kasih juga ingin disampaikan kepada ibu mertua Iin Ruintawaty dan keluarga besar Sukatma atas perhatian dan dukungannya selama ini.

Akhir kata, do'a dan dukungan penulis harapkan kepada semua handai taulan agar penulis dapat melaksanakan amanahnya sebagai Guru Besar di Institut Teknologi Bandung dengan sebaik-baiknya dan dapat memberikan kontribusi yang positif bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, bagi kemajuan bangsa dan Negara serta ITB khususnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhika D. R dan Suprijadi, 2018, *Insitu observation of Al during melting using TEM*, (in preparation).
- Aditya, I. D., Wella, S. A., Widayani, Suprijadi, 2016, "Electrical Properties of Single-Walled Carbon Nanotubes due to Compressive Load", *Key Engineering Materials*, 675-676, pp.109.
- Alder, B. J.; Wainwright, T. E., 1959. *Studies in Molecular Dynamics*. I. General Method. *J. Chem. Phys.* 31(2): 459.
- J. J. Monaghan, 1992, *Smoothed Particle Hydrodynamics*, *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* Vol. 30:543-574.
- Ju, J., Welch, P.M., Rasmussen, K.Ø. et al. *Theor. Comput. Fluid Dyn.* (2017). <https://doi.org/10.1007/s00162-017-0450-0>
- Kesuma, T., Aji, D.P.P., Viridi, S., Suprijadi, 2016, "Influence of Contactopy on Two-Dimensional Brazil-Nut Effect", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 31(1), 012001.
- L.B. Lucy, 1977, *A numerical approach to the testing of the fission hypothesis*, *Astron. J.*, Vol 82, pp.1013–1024.
- R.A. Gingold and J.J. Monaghan, 1977, *Smoothed particle hydrodynamics: theory and application to non-spherical stars*, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, Vol 181, pp. 375–389.
- Jonuarti, R, Wungu, TDK, Suprijadi, 2018, *Computational Study of Boron Nitride Nanotube (BNNT) as an Active Material of Sunscreen*, (in preparation).

Naa, C.F, and Suprijadi, 2009, *Simulation of temperature distribution in a rectangular cavity using finite element methods*, Proc. 3rd Asian Physics Symposium, 22-23 July 2009, Bandung, p.453-459

Septiawan, R.R., Viridi, S., Suprijadi, 2016, "The effect of particle size ratio on porosity of a particles deposition process", Key Engineering Materials 675-676, pp. 647-650.

Suprijadi and Saka, H., (1998), *On The Nature of a Dislocation Wake Along a Crack Introduced in Si at the Ductile-Brittle Transition Temperature*, Phil. Mag. Lett., 78 (6), 435–443

Suprijadi, Su'ud, Z., Arifin, P. (2006), *developing a research culture in the class room*, Proc. 6th Southeast Asian Association for Institutional Research (SEAAIR), p.593–597, Langkawi-Malaysia.

Suprijadi, F. Faizal dan R.R Septiawan, 2014, "Computational Study on Melting Process Using Smoothed Particle Hydrodynamics", Journal of Modern Physics, vol.4(5), p. 112-116.

Suprijadi, Adhika, D.R, and Tanaka, M, (2018), *Dislocation wake around crack tip and crystal damage by high energy electron beam*, (in preparation).

Syaputra, M.,Wella, S.A., Wungu, T.D.K., Purqon, A., Suprijadi. (2014). Study of hydrogenated silicene: The initialization model of hydrogenation on planar, low buckled and high buckled structures of silicene. 1677.10.1063/1.4930737.

Syaputra, M., Wella, S., Purqon, A., Suprijadi. (2015). *External and Internal Influences in Silicene Monolayer*. Advanced Materials Research. 1112.

133-138. 10.4028/www.scientific.net/AMR.1112.133.

Syaputra, M., Wella, S. Wungu, TDK, Purqon, A & Suprijadi, (2015). *Study on transport properties of silicene monolayer under external field using NEGF method*. 1677.080012. 10.1063/1.4930743.

V Sudarkodi, K Sooraj, Nisanth N Nair, Sumit Basu, Priya V Parandekar, Nishant K Sinha, Om Prakash and Tom Tsotsis, 2018, *Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering*, 26(2), pp 025013.

Srigutomo,, W., Kurnia,R., Suprijadi, 2017, *Improvement of fluid simulation runtime of smoothed particle hydrodynamics by using graphics processing unit (GPU)*, Journal of ICT Research and Applications, 11(3), pp. 230-252.

Wungu, T. D. K., Fauzan, M. R. A, Widayani, Suprijadi, 2016, "A Density Functional Theory Study of a Calcium-Montmorillonite: A First Investigation for Medicine Application", Journal of Physics: Conference Series, 739 (1)

Wella, S.A. and Suprijadi. (2015). *First principle calculation on electronic and magnetic properties of hydrogenated germanene*. Journal of Engineering and Applied Sciences. 10. 8250.

Wella, Sasfan & Syaputra, Marhamni & Wungu, TDK, Suprijadi. (2016). *The study of electronic structure and properties of silicene for gas sensor application*. AIP Conference Proceedings. 1719. 030039. 10.1063/1.4943734.

Wella, S, Aditya, I.D, Wungu, TDK, Suprijadi. (2016). *Density Functional*

Theory (DFT) Study: Electronic Properties of Silicene under Uniaxial Strain as H₂S Gas Sensor. Key Engineering Materials. 675-676. 15-18. 10.4028/www.scientific.net/KEM.675-676.15.

Wella, S., Syaputra, M., Wungu, TDK, Purqon, A., Suprijadi. (2014). *Hydrogen concentration and electric field dependent on electronic properties of germanene.* 1677. 10.1063/1.4930733.

CURRICULUM VITAE



Nama : **SUPIJADI**
Tmpt. & tgl. lhr. : Bandung, 11 Juli 1967
Kel. Keahlian : Fisika Teori Energi Tinggi dan Instrumentasi (FTETI)
Nama Istri : Erni Rosniawaty
Nama Anak : Fauzan Prasetya Bhagaskara

I. RIWAYAT PENDIDIKAN

- Doctor (Dr.) bidang Quantum Engineering in Characterization using Transmission electron microscopy (TEM), Nagoya University, Jepang, 2001
- Master of Engineering (M.Eng.), bidang Quantum Engineering, Nagoya University, Jepang, 1998
- Sarjana Fisika (Drs), Institut Teknologi Bandung (ITB), 1991

II. RIWAYAT KERJA DI ITB

A. Struktural

- Staf Pengajar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Fisika ITB, 1993-Sekarang
- Ketua Program Studi Magister dan Doktor Fisika ITB, (mulai 2018)
- Ketua KK Fisika Teori Energi Tinggi dan Instrumentasi (FTETI), (2015–Sekarang)

- Anggota Senat Fakultas FMIPA (2015 – 2018)
- Sekretaris Bidang Penjaminan Mutu Internal ITB, (2015 – 2018)
- Sekretaris Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi ITB, (2015–Sekarang)
- Anggota Majelis Keilmuan Fisika (2014 – sekarang)
- Ketua Gugus Kendali Mutu – FMIPA, (2011 – 2014)
- Kepala Pusat Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi – ITB, (2009 – 2016)
- Kepala Laboratorium Elektronika Fisika, (2005– 2011)
- Kepala Sub Direktorat Tahap Persiapan Bersama (2003-2005)
- Kepala Laboratorium Comlabs (2001 – 2004)

B. Satuan tugas khusus

- Tim Teknis dan Peralatan Proyek Pengembangan III – ITB (2016 – sekarang)
- Penanggung Jawab Pengembangan Center of Advance Sciences (program pengembangan ITB III) (2011 – 2016)
- Sekretaris Persiapan Program Studi S2 Sains Komputasi FMIPA (2006-2007)
- Anggota Tim Proyek ImHERE – FMIPA (2008 -2011)
- Sekretaris Program Hibah Kompetisi – (PHK-B) Fisika (2006-2008)
- Komisi Mutu – SPMITB (2005 – 2009)
- Anggota Tim Persiapan Unit Penjaminan Mutu ITB (2003 – 2004).

III. RIWAYAT KEPANGKATAN

- CPNS, III/A, 1 Maret 1993

- Penata Muda, III/A, 1 Maret 1993
- Penata, III/C, 1 April 2004
- Penata Tingkat 1, III/D, 1 April 2007
- Pembina, IV/A, 1 Oktober 2009
- Pembina Tingkat 1, IV/B, 1 Oktober 2011
- Pembina Utama Muda, IV/C, 1 Oktober 2017

IV. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

- Asisten Ahli Madya, 1 Desember 1998
- Asisten Ahli, 1 Januari 2001
- Lektor, 1 Maret 2004
- Lektor Kepala, 1 Juni 2009
- Profesor/Guru Besar, 1 Mei 2017

V. KEGIATAN PENELITIAN 5 TAHUN TERAKHIR (sebagai Peneliti Utama)

- Rancang Bangun Sistem Monitoring Aktivitas Fungsional Otak Berbasis EEG (Electroencephalography) Nirkabel, 2018.
- Study on Mechanical and Electronic Properties of Carbon Nanotubes by Defect Structure, 2015 – 2017.
- Studi Komputasi Pengembangan Germanene untuk Aplikasi Sensor Gas, 2016.
- Studi Sifat Fisis dari Silicene sebagai Pengaruh Ketidakhomogenan dan Cacat Struktur, 2016.
- Studi Komputasi Kuantum Karakteristik Elektronik Silicene

untuk Aplikasi Nanosensor Gas, 2014.

- Model dan Simulasi Aliran Fluida Non Isothermal Berbasis Metode Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) 3D, 2013.
- Robot Pengintai Berbasis Citra Stereovision, 2012.
- Computation and experimental study on combination of crack propagation and dislocation wake on cubic crystal system, 2011-2012.
- Sistem pemetaan dan deteksi 3 dimensi dengan menggunakan metoda stereo vision, 2010.

VI. PUBLIKASI 5 TAHUN TERAKHIR

Publikasi pada Jurnal Internasional

- 1) Widayani, T D K Wungu, S E Marsha, and **Suprijadi**, 2017, "Study of Target Recognition of MAA-based Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Using Density Functional Theory (DFT) Computation on the Interaction of Methacrylic Acid (MAA)-D-Glucose." *Journal of Polymer and Biopolymer Physics Chemistry*, 5(1),10-12.
- 2) Rusydi, F., Shukri, G., Saputro, A.G., Agusta, M.K., Dipojono, H.K., **Suprijadi**, 2017, "Dipole strength calculation based on two-level system approximation to study Q=B-band intensity ratio of ZnTBP in solvent", *Journal of the Physical Society of Japan* 86(4),044706.
- 3) Srigutomo, W., Kurnia, R., **Suprijadi**, 2017, "Improvement of fluid simulation runtime of smoothed particle hydrodynamics by using graphics processing unit (GPU)", *Journal of ICT Research and Applications* 11(3), pp. 230-252.
- 4) Rajagukguk, J., Kaewkhao, J., Djamal, M., Hidayat, R., **Suprijadi**, Ruangtawee, Y. , 2016, "Structural and optical characteristics of Eu³⁺ ions in sodium-lead-zinc-lithium-borate glass system", *Journal of Molecular Structure* 1121, pp. 180-187.
- 5) **Suprijadi**, Nugroho, B.A., 2016, "Car recognition on a static image using 2D basic shape geometry", *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* 11(21), pp. 12892-12896.
- 6) Septiawan, R.R., Viridi, S., **Suprijadi**, 2016, "The effect of particle size ratio on porosity of a particles deposition process", *Key Engineering Materials* 675-676, pp. 647-650.
- 7) **Suprijadi**, Muttaqien, F., Xaphakdy, S., 2016, "Low cost instrument to profiling surface roughness and its elevation", *International Journal of Applied Engineering Research* 11(13), pp. 8085-8089.
- 8) Aditya, I.D., Wella, S.A., Widayani, **Suprijadi**, 2016, "Electrical properties of single-walled carbon nanotubes due to compressive load", *Key Engineering Materials* 675-676, pp. 109-112.
- 9) Rajagukguk, J., Hidayat, R., **Suprijadi**, Djamal, M., Ruangtawee, Y., Horprathum, M., Kaewkhao, J., 2016, "Structural and optical properties of Nd³⁺ doped Na₂O-PbO-ZnO-Li₂O-B₂O₃ glasses system", *Key Engineering Materials* 675-676, pp. 424-429.
- 10) Wella, S.A., Aditya, I.D., Wungu, T.D.K., **Suprijadi**, 2016, "Density functional theory (DFT) study: Electronic properties of silicene under uniaxial strain as H₂S gas sensor", *Key Engineering Materials* 675-676, pp. 15-18.

- 11) Wella, S.A., **Suprijadi**, 2015, "First principle calculation on electronic and magnetic properties of hydrogenated germanene", *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* 10(18), pp. 8250-8253.
- 12) Ekawita, R., Widiatmoko, E., Nawir, H., **Suprijadi**, Khairurrijal, 2015, "Determination of Young's moduli of clays using image processing technique and stress-strain calculation", *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* 10(18), pp. 8283-8289.
- 13) **Suprijadi**, F. Faizal dan R.R Septiawan, 2014, "Computational Study on Melting Process Using Smoothed Particle Hydrodynamics", *Journal of Modern Physics*, vol.4 (5), p. 112-116
- 14) Naa, C.F., **Suprijadi**, Viridi, S., Djamal, M., 2014, "Novel giant magnetoresistance model using multiple barrier potential", *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* 9(2), pp. 135-139.

Publikasi pada Prosiding Konferensi Internasional

- 1) Putri Namari, N.A. and **Suprijadi**, 2017, "First Principle Calculation: Investigation on interaction of Pt/Graphene as Catalyst", *Journal of Physics: Conference Series* 877(1), 012045.
- 2) Wungu, T.D.K., Marsha, S.E., Widayani, and **Suprijadi**, 2017, "Density Functional Theory (DFT) Study of Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Methacrylic Acid (MAA) with D-Glucose", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 214(1), 012004.

- 3) Aminudin, A., Tjahyono, D.H., **Suprijadi**, Djamal, M., Zaen, R., Nandiyanto, A.B.D., 2017, "Solution concentration and flow rate of Fe³⁺-modified Porphyrin (Red Blood Model) on giant magnetoresistance (GMR) sensor efficiency", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 180(1), 012137.
- 4) Jonuarti, R., Fauzan, M.R.A., Wungu, T.D.K., **Suprijadi**, 2017, "Stability and electronic properties of defective single walled carbon nanotubes (CNTs)", *AIP Conference Proceedings* 1801, 020004.
- 5) Widayani, Yanti, Wungu, T.D.K., **Suprijadi**, 2017, "Preliminary Study of Molecularly Imprinted Polymer-based Potentiometric Sensor for Glucose", *Procedia Engineering* 170, pp. 84-87.
- 6) Wungu, T.D.K., Fauzan, M.R.A., Widayani, **Suprijadi**, 2016, "A Density Functional Theory Study of a Calcium- Montmorillonite: A First Investigation for Medicine Application", *Journal of Physics: Conference Series* 739(1), 012133.
- 7) Mardiansyah, Y., Yulia, Khotimah, S.N., **Suprijadi**, Viridi, S., 2016, "Effect of horizontal vibration on pile of cylinder avalanches as a pseudo-two dimensional granular system", *Journal of Physics: Conference Series* 739(1), 012145.
- 8) Yulia, Mardiansyah, Y., Khotimah, S.N., **Suprijadi**, Viridi, S., 2016, "Characterization of motion modes of pseudo-two dimensional granular materials in a vertical rotating drum", *Journal of Physics: Conference Series* 739(1), 012148.
- 9) Saputro, A.G., Agusta, M.K., Wungu, T.D.K., **Suprijadi**, Rusydi, F., Dipojono, H.K., 2016, "DFT study of adsorption of CO₂ on palladium cluster doped by transition metal", *Journal of Physics:*

Conference Series 739(1), 012083.

- 10) Kesuma, T., Aji, D.P.P., Viridi, S., **Suprijadi**, S., 2016, "Coefficient of restitution dependence of intruder rise time in two-dimensional Brazil-nut effect", AIP Conference Proceedings 1723, 030014.
- 11) Setiani, T.D., **Suprijadi**, Haryanto, F., 2016, "Study on efficiency of time computation in x-ray imaging simulation base on Monte Carlo algorithm using graphics processing unit", AIP Conference Proceedings 1719, 30007.
- 12) Wella, S.A., Syaputra, M., Wungu, T.D.K., **Suprijadi**, 2016, "The study of electronic structure and properties of silicene for gas sensor application", AIP Conference Proceedings 1719, 30039.
- 13) Sanjaya, E., Muslimin, A.N., Djamal, M., **Suprijadi**, Handayani, G., Ramli, 2016, "A comparative study of flat coil and coil sensor for landslide detection", AIP Conference Proceedings 1719, 30044
- 14) Kesuma, T., Aji, D.P.P., Viridi, S., **Suprijadi**, 2016, "Influence of Contactopy on Two-Dimensional Brazil-Nut Effect", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 31(1), 012001.
- 15) Djamal, M., Rajagukguk, J., Hidayat, R., **Suprijadi**, Kaewkhao, J., 2016, "Enhanced 1057 nm luminescence peak and radiative properties of laser pump Nd³⁺-doped sodium borate glasses", "Proceedings - 2015 4th International Conference on Instrumentation, Communications, Information Technology and Biomedical Engineering, ICICI-BME 2015 7401372, pp. 248-253.
- 16) Muliayati, D., Wella, S.A., Wungu, T.D.K., **Suprijadi**, 2015, "First-principles calculations on electronic properties of single-walled carbon nanotubes for H₂S gas sensor", AIP Conference

Proceedings 1677, 080009.

- 17) Syaputra, M., Wella, S.A., Wungu, T.D.K., Purqon, A., **Suprijadi**, 2015, "Study on transport properties of silicene monolayer under external field using NEGF method", AIP Conference Proceedings 1677, 080012.
- 18) Naa, C.F., **Suprijadi**, Viridi, S., Fasquelle, D., Djamal, M., 2015, "Monte Carlo study of double exchange interaction in manganese oxide", AIP Conference Proceedings 1677, 080003.
- 19) Wella, S.A., Syaputra, M., Wungu, T.D.K., Purqon, A., **Suprijadi**, 2015, "Hydrogen concentration and electric field dependent on electronic properties of germanene", AIP Conference Proceedings 1677, 080002.
- 20) Syaputra, M., Wella, S.A., Wungu, T.D.K., Purqon, A., **Suprijadi**, 2015, "Study of hydrogenated silicene: The initialization model of hydrogenation on planar, low buckled and high buckled structures of silicone", AIP Conference Proceedings 1677, 080006.
- 21) Ekawita, R., Nawir, H., **Suprijadi**, Khairurrijal, 2014, "A simple and inexpensive vertical deformation measurement system for soil compression tests", AIP Conference Proceedings 1589, pp. 104-107.
- 22) **Suprijadi**, Pratama, S.H., Haryanto, F., 2014, "Volume estimation of brain abnormalities in MRI data", AIP Conference Proceedings 1587, pp. 101-104.
- 23) **Suprijadi**, Sentosa, M.R.A., Subekti, P., Viridi, S., 2014, "Application of computational physics: Blood vessel constrictions and medical infuses", AIP Conference Proceedings 1587, pp. 3-6.

- 24) Rendi As, M., **Suprijadi**, Viridi, S., 2014, "Modeling of blood vessel constriction in 2-D case using molecular dynamics method", AIP Conference Proceedings 1589, pp. 404-406.
- 25) Ekawita, R., Khairurrijal, Munir, M.M., **Suprijadi**, Nawir, H., 2013, "A comprehensive characterization of a linear deformation sensor for applications in triaxial compression tests", Proceeding-2013 International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications: "Recent Challenges in Computer, Control and Informatics", IC3INA 2013 6819172, pp. 191-194.

VII. PENGHARGAAN

- Tanda Kehormatan Satyalancana Karya Satya XX Tahun

VIII. SERTIFIKASI

- Sertifikasi Dosen, 2010. Kementerian Pendidikan Nasional

