



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Toto Winata

**DARI HAMBURAN ATOM HINGGA
MATERIAL SEMIKONDUKTOR**

7 Agustus 2010
Balai Pertemuan Ilmiah ITB

Hak cipta ada pada penulis

**Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
7 Agustus 2010

Profesor Toto Winata

**DARI HAMBURAN ATOM
HINGGA MATERIAL SEMIKONDUKTOR**



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: DARI HAMBURAN ATOM HINGGA MATERIAL SEMIKONDUKTOR
Disampaikan pada sidang terbuka Majelis Guru Besar ITB,
tanggal 7 Agustus 2010.

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

Toto Winata

DARI HAMBURAN ATOM HINGGA MATERIAL SEMIKONDUKTOR

Disunting oleh Toto Winata

Bandung: Majelis Guru Besar ITB, 2010

viii+50 h., 17,5 x 25 cm

ISBN 978-602-8468-23-7

1. Fisika Atom dan Material 1. Toto Winata

Hendaknya seseorang selalu meningkatkan pengetahuannya;

Dengan demikian Ia dapat menyingkirkan kebodohan.

--- Samyutta Nikaya I, 74 ---

Bukan kecaman karena berbeda pendapat dengan orang lain,

Bukan yang telah atau yang akan dikerjakan oleh orang lain;

Tapi seseorang hendaknya memperhatikan yang telah

dan yang belum dikerjakan oleh diri sendiri.

--- Dhammapada IV, 7 ---

KATA PENGANTAR

Terima kasih yang sebesar-besarnya Penulis sampaikan kepada Majelis Guru Besar Institut Teknologi Bandung yang telah memberi kesempatan untuk menyampaikan Pidato Ilmiah ini dalam Sidang Pleno Terbuka.

Pidato Ilmiah berjudul **“Dari Hamburan Atom hingga Material Semikonduktor”** ini merupakan pertanggungjawaban akademik Penulis sebagai seorang Profesor dalam bidang Fisika Atom dan Material Elektronik, di Prodi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung. Pidato Ilmiah ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu Hamburan Atom dan Material Semikonduktor dan Sel Surya.

Sejak Niels Bohr mengungkapkan teori atom nya, pemahaman tentang atom dan struktur elektroniknya masih terus menjadi topik yang menarik, terutama untuk atom-atom berelektron lebih dari satu yang tidak memiliki solusi eksak. Sehingga penelitian untuk atom-atom ini memberikan suatu kontribusi yang sangat penting dalam proses penumbuhan material, khususnya material elektronik semikonduktor, dimana atom merupakan salah satu penyusun yang terkecil. Dengan konsekuensi ini, kemudian penerapan material semikonduktor dalam divais sel surya beserta sistem fabrikasinya juga menjadi perhatian penelitian Penulis.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vii
1. PENDAHULUAN	1
2. HAMBURAN ATOM	4
3. MATERIAL SEMIKONDUKTOR DAN SEL SURYA	8
PENUTUP	17
UCAPAN TERIMA KASIH	18
REFERENSI	21
CURRICULUM VITAE	29

Pidato Ilmiah ini juga dipersembahkan untuk masyarakat ilmiah yang menggeluti bidang terkait khususnya, dan masyarakat Indonesia umumnya. Semoga apa yang dipaparkan, yang merupakan hasil pemikiran dan kontribusi Peneliti dapat memberikan manfaat untuk kesejahteraan dan kemuliaan masyarakat Indonesia dan seluruh umat manusia.

Akhir kata, dengan meminjam pepatah tiada gading yang tak retak, jika terdapat kesalahan maupun kekurangan mohon kiranya disampaikan ke Penulis untuk menjadi bahan introspeksi ke depannya.

Mettacittena,

Bandung, 7 Agustus 2010,

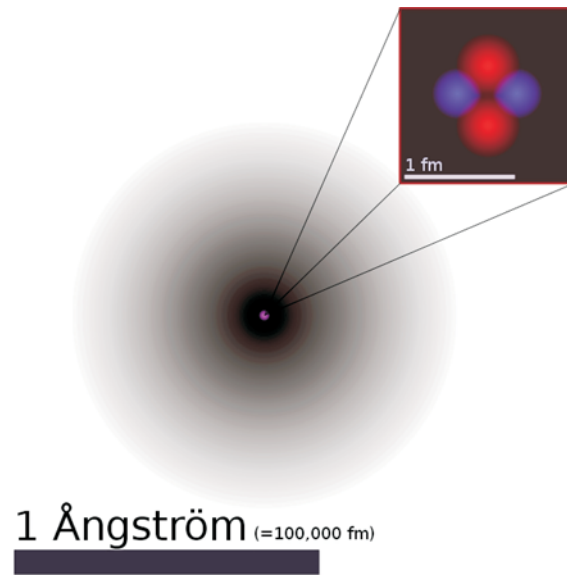
Toto Winata

DARI HAMBURAN ATOM HINGGA MATERIAL SEMIKONDUKTOR

1. PENDAHULUAN

Dalam era komunikasi global tanpa batas sekarang ini, ilmu pengetahuan dan teknologi material, khususnya material semikonduktor berkembang dengan pesat. Penelitian-penelitian yang terkait dengan hal itu juga terus dan banyak dilakukan. Sebagai konsekuensinya, pemahaman teori dan eksperimen yang mendukung harus diupayakan dan dikembangkan.

Sebagai penyusun terkecil material, atom memiliki inti di pusat atom dan satu hingga banyak elektron yang mengelilinginya. Sehingga pemahaman tentang atom dan interaksi selama proses penumbuhan material merupakan suatu hal yang perlu, baik secara teori dan eksperimen.^[1-18] Dalam hal teori, baik secara analitik maupun komputasi numerik, pemahaman dilakukan melalui proses dasar hamburan atom dan elektron,^[1-10] dan proses lanjutan dalam penumbuhan material serta divais yang berbasis material ini.^[11-18] Sedangkan secara eksperimen melalui penumbuhan material semikonduktor^[11] dengan metode *Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition* (PECVD)^[22-23] dan fabrikasi berbagai divais seperti sensor, fotoreseptor, transistor film tipis dan sel surya (fotovoltaik).^[11]



Gambar 1.: Atom Helium, menurut model Bohr.

Dengan pertimbangan ini, penelitian hamburan atom dan material semikonduktor telah dilakukan di Laboratorium PECVD, Kelompok Keahlian (KK) Fisika Material Elektronik (FISMATEL), Program Studi Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Bandung. Diawali dengan hamburan atom hidrogen dengan elektron, pemahaman teori dasar ini kemudian dikembangkan ke atom helium^[19] dengan struktur elektronik yang lebih kompleks. Perhitungan secara numerik juga telah dilakukan untuk melihat kecocokannya dengan hasil eksperimen.^[20-22] Pengembangan lebih jauh juga telah dimulai dengan memanfaatkan komputasi aljabar untuk menyelesaikan persamaan Schroedinger atom Helium secara eksak, yang secara analitik dan numerik tidak mungkin dilakukan.^[23]

Penelitian lanjutan dalam rangka aplikasinya dalam material semikonduktor berbasis silikon juga dilakukan melalui simulasi FEMLAB (Finite Element Method) dan eksperimen dengan metode PECVD. Hasil simulasi penumbuhan material silikon^[24] yang kemudian dibuktikan secara eksperimen dengan diperolehnya material silikon amorf, mikrokrystal, dan polikrystal^[25-38] juga telah dilakukan. Aplikasinya dalam



Gambar 2. Aplikasi sel surya pada atap rumah^[41]

berbagai divais optoelektronik terutama solar sel^[39-40] telah menghasilkan efisiensi tertinggi 12,13%. Secara paralel kemampuan membangun sistem penumbuhan material PECVD secara mandiri juga berhasil dikembangkan. Sehingga sistem PECVD, Very High Frequency (VHF) PECVD, Hot Wire (HW) PECVD, Hot Wire Cell (HWC) PECVD, HW-VHF-PECVD, dan HWC-VHF-PECVD telah dimiliki oleh Lab PECVD, KK FISMATEL, Prodi

Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Bandung. Dalam kaitan ini telah dihasilkan juga satu paten tentang sistem dual chamber PECVD.



Gambar 3.: Sistem PECVD yang dibangun di Lab PECVD, KK FISMATEL, Prodi Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Bandung

2. HAMBURAN ATOM

Metode basis L^2 yang menggunakan fungsi basis yang bersifat *square-integrable* telah menjadi pokok perhatian untuk mempelajari masalah solusi di dalam mekanika hamburan kuantum antara atom dan elektron. Ide penggunaan fungsi basis L^2 yang bersifat *square-integrable* untuk

menyelesaikan solusi aproksimasi persamaan hamburan Schrödinger merupakan topik yang menarik untuk diteliti, terutama untuk atom target yang mempunyai konfigurasi elektron lebih dari satu. Ini disebabkan atom target yang mempunyai konfigurasi elektron lebih dari satu tidak mempunyai solusi eksak. Di dalam fisika atom, salah satu metode yang sering digunakan untuk menggambarkan proses hamburan atom adalah *coupling* fungsi-fungsi keadaan atom target. Jumlah fungsi basis L^2 yang terhingga dapat digunakan pada metode ini untuk membangun ekspansi solusi aproksimasi fungsi atom target.

Proses diagonalisasi Hamiltonian atom target pada fungsi basis L^2 akan memberikan spektrum eigen energi negatif dan positif atom target yang lengkap. Fungsi basis L^2 yang biasa dipilih adalah fungsi basis yang dapat menggambarkan spektrum eigen energy diskrit (bound states) yang eksak dan energi kontinu (continuum states).

Metode fungsi basis L^2 bertipe Laguerre *non-orthogonal*, $(\lambda r)\exp(-\lambda r/2)L_m^1(\lambda r); m=0, 1, \dots, \infty$, untuk perhitungan hamburan atom oleh elektron digunakan pertama kali oleh Heller dan Yamani.^[1] Karena jumlah basis yang berhingga laju konvergensi dari ekspansi tersebut perlu diperiksa.^[20] Stelbovics dan Winata^[20] melihat konvergensinya dalam perhitungan penampang hamburan proses ionisasi atom hidrogen oleh elektron dengan memakai aproksimasi Born. Dari hasil perhitungan diperlihatkan bahwa laju konvergensi cepat dengan bertambahnya jumlah basis tersebut.

Dengan hasil ini, metode L^2 ini kemudian dikembangkan oleh Winata dan Kartono^[21] untuk diaplikasikan dalam hamburan atom helium (yang merupakan atom berelektron banyak paling sederhana) dan elektron. Mereka berhasil memperoleh spektrum elektronik lengkap atom helium, seperti pada tabel 1, dengan menyelesaikan persamaan Schroedinger untuk keadaan dasar dan eksitasi berikut:

Tabel 1. Spektrum eigen lengkap energi atom helium dalam a.u.(=atomic unit, 1 a.u. = 27,2 eV) pada keadaan 1S (singlet) dan 3S (triplet) untuk jumlah L^2 basis 20.

20	1	-2.145	-2.175
	2	-2.060	-2.068
	3	-2.033	-2.036
	4	-2.021	-2.024
	5	-2.014	-2.016
	6	-2.010	-2.011
	7	-2.004	-2.004
	8	-1.995	-1.995
	9	-1.983	-1.982
	10	-1.967	-1.963
	11	-1.946	-1.937
	12	-1.916	-1.900
	13	-1.873	-1.845
	14	-1.809	-1.759
	15	-1.710	-1.612
	16	-1.543	-1.334
	17	-1.231	-0.713
	18	-0.543	1.156
	19	1.480	12.146
	20	12.975	13.250

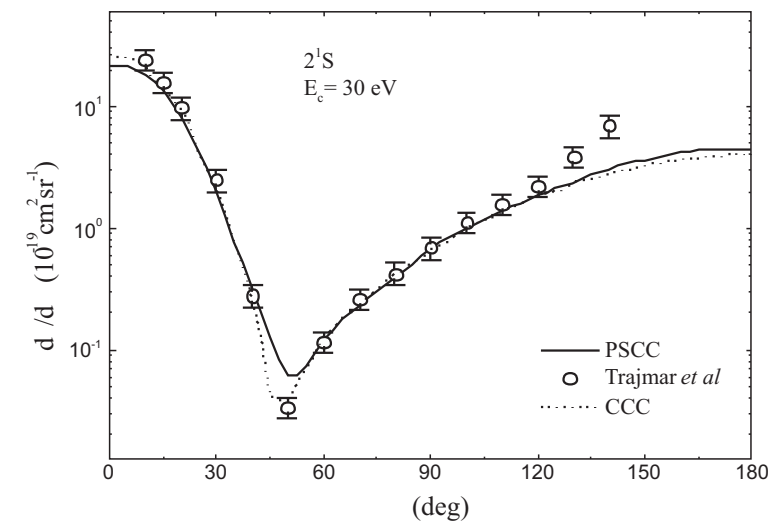
$$\langle \Phi_m | \frac{1}{2} \frac{Z}{r_1} | \Phi_n \rangle = 0 \quad (1)$$

$$\langle \Phi_m | \frac{1}{2} \frac{Z}{r_2} | \Phi_n \rangle = 0 \quad (2)$$

Hasil ini kemudian diterapkan untuk menghitung penampang hamburan atom helium dan elektron dengan menggunakan persamaan (3) (seperti pada gambar 4).

$$\frac{d}{d\Omega} = 2 \frac{k_f}{k_i} \frac{\hat{S}^2}{\hat{l}^2} \left| \sum_{m, L_i, L_f, J} \langle L_f k_f, n_f | T_S^{IN} | L_i k_i, n_i \rangle \right|^2 \quad (3)$$

Matriks T merupakan matriks transisi dan Φ fungsi keadaan atom helium yang diperoleh dari kombinasi linier fungsi basis L^2 . Terlihat hasil perhitungan Winata dan Kartono (PSCC)^[21] hampir fit (sesuai) dengan eksperimen yang ditunjukkan dengan lingkaran dengan *error bars* (Trajmar *et.al.*^[42]) dan hasil perhitungan peneliti lain yang sudah teruji



Gambar 4. Penampang hamburan diferensial inelastik atom helium pada keadaan 2^1S dan elektron, untuk energi elektron penumbuk 30 eV.

keakuratannya.^[43] Dalam perhitungan ini konvergensi numerik tercapai dengan 37 basis L^2 , dibandingkan 60 basis oleh Bray et.al.^[43]

Keberhasilan ini kemudian memicu pengembangan ke arah pencarian solusi eksak atom berelektron banyak.^[23] Winata et.al.^[23] mengusulkan metode komputasi aljabar, yang telah diuji dengan sukses untuk partikel dalam kotak 1 dimensi, seperti pada persamaan (4) yang persis sama seperti solusi eksak analitik.^[48]

$$(x) \quad \begin{aligned} & \frac{1}{\sqrt{a}} \cos \frac{n x}{2a}, n = 1,3,5,7,\dots \\ & \frac{1}{\sqrt{a}} \sin \frac{n x}{2a}, n = 2,3,6,8,\dots \end{aligned} \quad (4)$$

3. MATERIAL SEMIKONDUKTOR DAN SEL SURYA

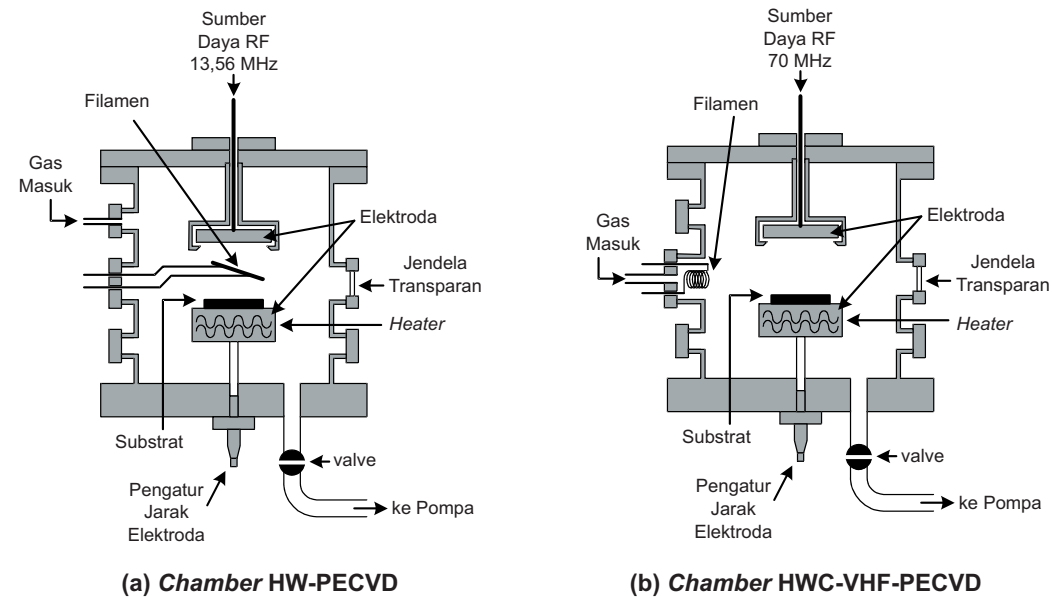
Lapisan tipis silikon amorf terhidrogenasi (a-Si:H) dan mikrokristalin silikon terhidrogenasi ($\mu\text{c-Si:H}$) hingga saat ini menarik perhatian banyak peneliti, terutama yang memfokuskan kajiannya pada pengembangan divais sel surya lapisan tipis.^[13] Energi yang rendah untuk proses penumbuhannya serta kemudahannya untuk ditumbuhkan pada berbagai jenis substrat menjadikan kedua material tersebut sangat menjanjikan untuk aplikasi teknologi sel surya biaya murah.^[11] Bahkan sel surya lapisan tipis berbasis a-Si:H sudah dapat dijumpai dalam bentuk modul dengan harga yang jauh lebih murah dibanding sel surya berbasis silikon kristal. Meskipun demikian, salah satu permasalahan penting yang

masih terus dikaji hingga saat ini adalah mekanisme degradasi efisiensi konversi sel surya berbasis a-Si:H setelah disinari dengan intensitas tinggi dalam waktu yang lama, yang biasa dikenal dengan efek Staebler-Wronski (*Staebler-Wronski Effect, SWE*). Kontaminasi hidrogen serta kandungan cacat yang masih tinggi dalam material a-Si:H diketahui sebagai penyebab mekanisme SWE tersebut. Sejumlah peneliti kemudian memfokuskan kajiannya pada pengembangan sel surya berbasis $\mu\text{c-Si:H}$. Lapisan tipis $\mu\text{c-Si:H}$ diketahui memiliki konduktivitas yang lebih tinggi dan kandungan hidrogen yang lebih rendah dibanding a-Si:H. Dilaporkan bahwa sel surya berbasis $\mu\text{c-Si:H}$ memperlihatkan efisiensi konversi yang cukup baik hingga 7,7% dengan stabilitas yang tinggi.^[11,13]

Lapisan tipis $\mu\text{c-Si:H}$ dengan homogenitas yang tinggi pada dasarnya dapat ditumbuhkan dengan teknik PECVD (*Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition*), yang populer digunakan untuk penumbuhan lapisan tipis a-Si:H. Berdasarkan pertimbangan ini, telah dibangun sistem penumbuhan material elektronik berbasis a-Si:H secara mandiri di Lab. PECVD, KK FISMATEL, FMIPA, ITB pada tahun 1995.^[24] Rancang bangun ini didahului dengan simulasi proses dengan menggunakan FEMLAB^[24] yang didasarkan pada persamaan transport reaksi dan kontinuitas dan telah juga menghasilkan satu paten dari sistem reaktornya.

Namun demikian, teknik PECVD konvensional yang menggunakan pembangkit daya dalam frekuensi radio (*radio frequency, rf*) 13,56 MHz harus memerlukan tiga kondisi empiris untuk penumbuhan lapisan tipis

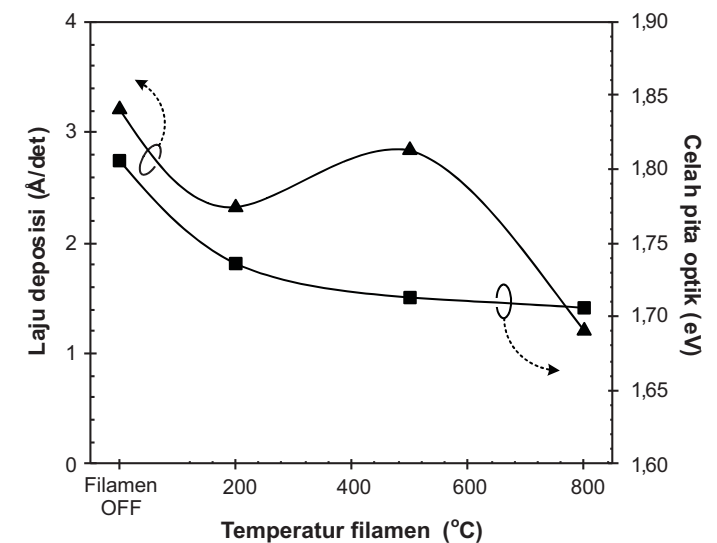
$\mu\text{c-Si:H}$ yaitu temperatur penumbuhan yang tinggi, daya rf yang tinggi, dan larutan silan (SiH_4) yang tinggi dalam hidrogen, [13] sebagaimana dilaporkan pula oleh Ambrosone *et al.* bahwa lapisan tipis $\mu\text{c-Si:H}$ dapat ditumbuhkan melalui teknik PECVD konvensional pada daya rf 150 watt [30]. Kondisi ini tentu akan bertentangan dengan upaya pengembangan teknologi biaya murah. Sejumlah peneliti kemudian mengembangkan teknik VHF-PECVD (*Very High Frequency PECVD*) dengan meningkatkan frekuensi eksitasi plasma pada rf 70 MHz. Teknik VHF-PECVD memperlihatkan laju deposisi yang lebih tinggi dan kandungan hidrogen yang lebih rendah dibandingkan dengan teknik PECVD konvensional, [11] bahkan saat ini telah lazim digunakan untuk menumbuhkan lapisan tipis



Gambar 5. Skema posisi penempatan filamen pada teknik HW-PECVD dan teknik HWC-VHF-PECVD. [39]

$\mu\text{c-Si:H}$. [13] Meskipun demikian, salah satu kelemahan teknik VHF-PECVD adalah ketidakhomogenan tegangan antar elektroda untuk kasus penumbuhan lapisan pada area yang luas. [18]

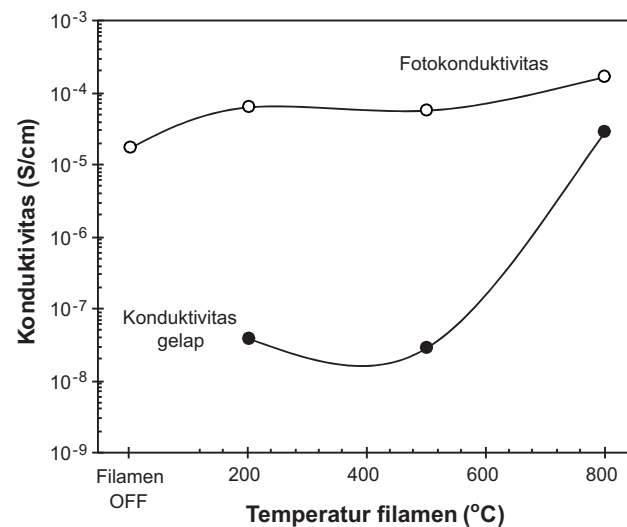
Teknik lain yang dapat digunakan untuk menumbuhkan lapisan tipis $\mu\text{c-Si:H}$ adalah teknik HW-PECVD (*Hot Wire PECVD*). Dalam teknik ini, gas didekomposisi oleh filamen panas dan daya rf yang secara efektif akan meningkatkan laju dekomposisi gas reaktan. [35] Meskipun demikian, kehadiran filamen panas secara langsung mempengaruhi temperatur substrat sehingga kestabilan temperatur substrat sulit dipertahankan. Oleh karena itu, kemudian sistem VHF-PECVD yang ada berhasil dikembangkan menjadi *Hot Wire Cell VHF-PECVD* (HWC-VHF-PECVD). [39] Teknik HWC-VHF-PECVD ini diharapkan dapat menanggulangi



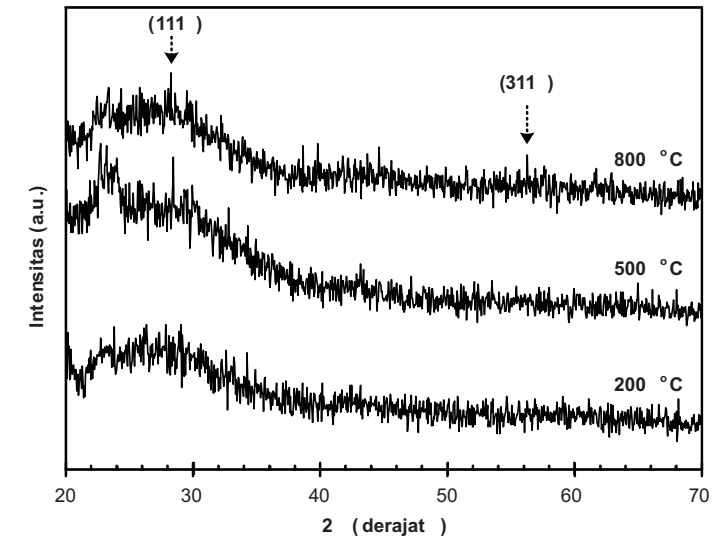
Gambar 6. Laju deposisi dan celah pita optik lapisan tipis silikon terhidrogenasi yang dihasilkan dari teknik HWC-VHF-PECVD pada variasi temperatur filamen

keterbatasan teknik VHF-PECVD dan HW-PECVD sebagaimana disebutkan di atas. Studi tentang penggunaan teknik HWC-VHF-PECVD untuk penumbuhan lapisan tipis telah dilakukan pada penumbuhan lapisan tipis a-Si:H dengan laju deposisi mencapai 3,21 Å/det dan telah diaplikasikan pada divais sel surya berbasis a-Si:H dengan efisiensi mencapai 9,39%.^[39]

Dengan sistem yang baru ini peningkatan nilai konduktivitas terjadi seiring dengan perbaikan struktur lapisan yang terbentuk. Bahkan konduktivitas gelap lapisan yang diperoleh pada temperatur filamen 800 °C telah mencapai $2,83 \times 10^{-5}$ S/cm (lihat gambar 7). Konduktivitas gelap seperti ini lazim dimiliki oleh lapisan silikon terhidrogenasi yang berstruktur mikrokristalin (lihat gambar 8).

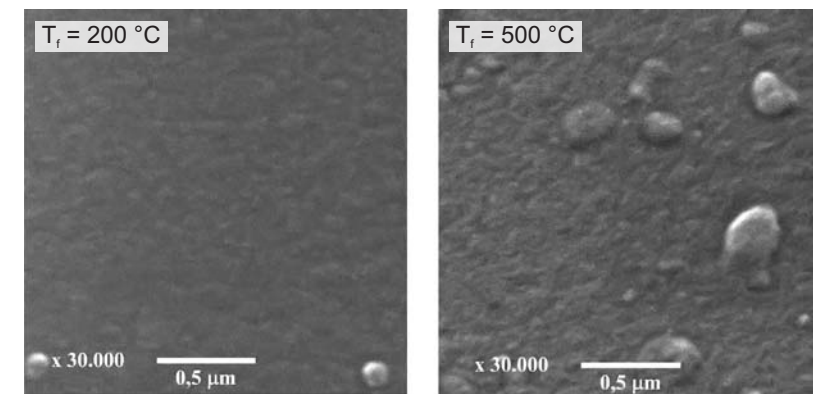


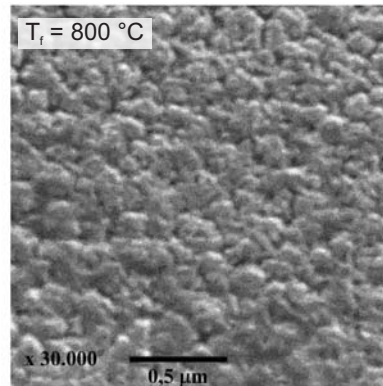
Gambar 7. Konduktivitas lapisan tipis silikon terhidrogenasi yang dihasilkan dari teknik HWC-VHF-PECVD.^[39]



Gambar 8. Spektrum XRD lapisan tipis silikon terhidrogenasi yang dihasilkan dari teknik HWC-VHF-PECVD pada variasi temperatur filament.^[39]

Hal ini dapat pula dilihat dari foto SEM permukaan lapisan-lapisan tersebut seperti diperlihatkan pada gambar 9 dimana ukuran butir (*grain size*) maupun batas butir (*grain boundary*) mulai terlihat, terutama pada temperatur filamen 800 °C.





Gambar 9. Foto SEM permukaan lapisan tipis silikon terhidrogenasi yang dihasilkan dari teknik HWC-VHF-PECVD. ^[39]



Pengukuran tegangan *output* divais sel surya (sumber cahaya: lampu ruangan)



Pengukuran karakteristik *output* divais sel surya (sumber cahaya: lampu halogen)

Gambar 10. Sel surya tandem yang dihasilkan dari sistem HWC-VHF-PECVD ^[45]



(1) Substrat: Gelas Corning berlapis TCO

(2) Sel surya *single-cell* berbasis a-Si:H sebelum dimetalisasi

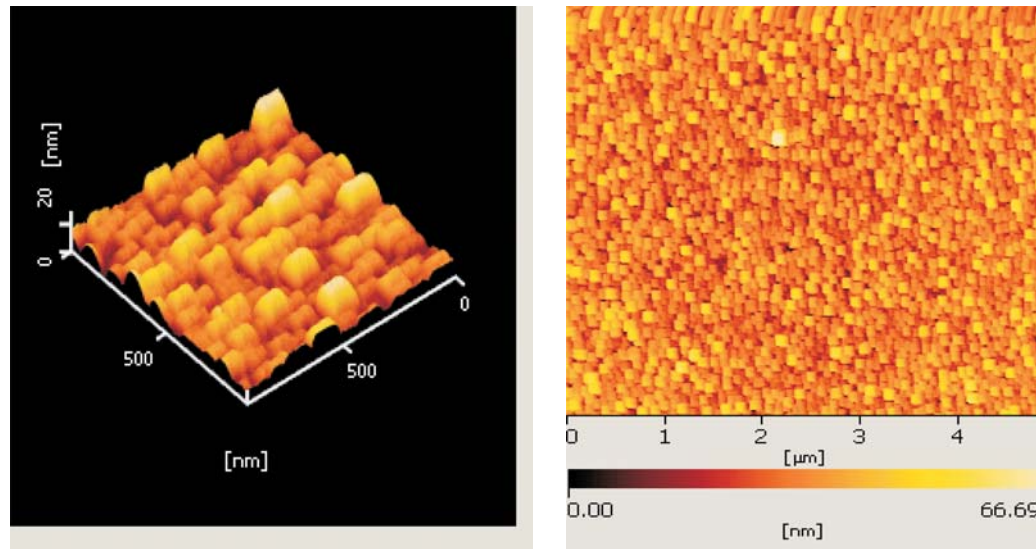
(3) Sel surya *single-cell* berbasis $\mu\text{c-Si:H}$ sebelum dimetalisasi

(3) Sel surya *single-cell* berbasis a-Si:H setelah dimetalisasi dengan aluminium

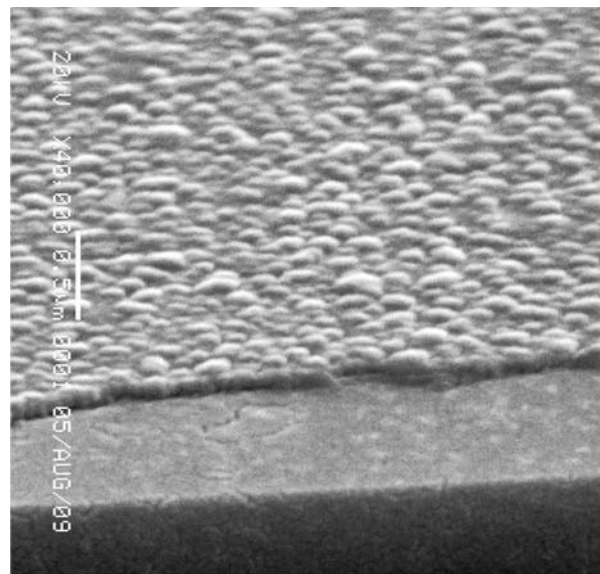
(5) Sel surya *tandem-cell* berbasis a-Si:H/ $\mu\text{c-Si:H}$ dengan variasi ketebalan lapisan-i pada *top-cell* setelah dimetalisasi dengan aluminium

Aplikasi dari lapisan $\mu\text{c-Si:H}$ dalam sel surya berstruktur tandem dengan lapisan tengah a-SiGe:H menghasilkan efisiensi 12,13%. ^[44,45]

Pengembangan luasan sel surya dari $2 \times 2 \text{ cm}^2$ ke $5 \times 5 \text{ cm}^2$ juga diteliti untukantisipasi komersialisasinya. ^[46] Demikian juga pengembangan ke arah struktur nano telah dilakukan melalui penumbuhan CNT^[47]. Dari Foto SEM dan AFM terlihat fase struktur nano sudah berhasil ditumbuhkan, seperti pada gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Foto AFM CNT yang dihasilkan^[47].



Gambar 12. Foto SEM CNT yang dihasilkan^[47].

PENUTUP

Upaya pemahaman proses dasar dalam hamburan atom dengan elektron telah memberikan arah dan manfaat dalam mempelajari proses penumbuhan material elektronik berbasis silikon dan sifat-sifat fisis serta penerapannya dalam divais optoelektronik, khususnya sel surya. Berbagai metode, baik teori maupun eksperimen juga ikut berkembang.

Secara analitik, metode L^2 yang dikembangkan menghasilkan spektrum energi elektronik yang lengkap, hanya dengan mengikut sertakan jumlah basis yang terbatas. Metode numerik yang mengikutinya juga mengarahkan kepada cara efektif dalam mencari penyelesaian persamaan polinom dan tes konvergensi dari fungsi keadaan dan penampang hamburannya (hanya memerlukan jumlah basis ~ 60 dan waktu komputasi yang cukup singkat). Selanjutnya metode komputasi aljabar juga mulai dikembangkan untuk menyelesaikan masalah hamburan atom berelektron banyak secara eksak.

Metode eskperimen dalam penumbuhan material elektronik juga mengarahkan pada kemandirian dalam mendesain dan merancang bangun sistem PECVD dan berhasil dikembangkan lebih jauh sehingga bisa dihasilkan material silikon amorf, mikrokristal, polikristal dan nanokristal.

Aplikasinya pada sel surya memberikan efisiensi yang tinggi $\sim 12\%$ dan kestabilan efisiensi yang cukup baik setelah mengalami penyinaran yang cukup baik ($\sim 10\%$). Berbagai usaha untuk scaling-up juga sudah

dilakukan, dimana sel surya berukuran ~ 5 x 5 cm telah dihasilkan. Ini diharapkan bisa mendorong lebih jauh usaha-usaha dalam membangun pabrik sel surya secara mandiri di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, ucapan terima kasih yang tulus ingin disampaikan kepada pimpinan dan seluruh anggota Majelis Guru Besar ITB atas kesempatan yang diberikan untuk menyampaikan pidato ilmiah dalam sidang yang terhormat ini.

Terima kasih dari lubuk hati yang dalam juga disampaikan kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Almarhum Winata dan Ibunda Tjitjih Suwardi, kepada Ayahanda mertua Almarhum Jap Tjoen dan Ibunda mertua Almarhumah Tjaw Kampeng yang telah melimpahkan kasih sayang yang tak terhingga dan dukungan yang tak pernah henti dalam mendorong saya untuk meraih jenjang pendidikan dan pencapaian akademik tertinggi. Perasaan gembira dan syukur juga ingin dibagi kepada Istri tercinta Monita dan anak-anak terkasih Radite Viriya dan Ariadne Prawita, atas dukungan, perhatian, kesabaran dan keceriahan yang tak pernah lekang sepanjang waktu. Kepada kakak tersayang Tobing Winata dan keluarga (Yianny dan Abi), adik-adik yang baik Suminar Winata dan keluarga (Rudi, Dennisa, Jessica dan Rosi), Herlina Winata, dan Bianawati Wijaya dan keluarga (Yudi dan Max) disampaikan terima

kasih atas dukungan, bantuan dan perhatian yang sangat luar biasa dan mengharukan. Kepada keluarga besar Jap dan Lim, Drs. Jonas Jahja, Apt. dan Istri (Amalia Jonas) beserta anak-anaknya, Irena Jonas dan keluarga (Yirhan, Ichang, Sike, Sierlin dan Ren), Henry Jahja dan keluarga (Yolanda, Anggie dan Amelia), Melina Jonas dan keluarga (Achen, Gerry dan Rachel), Elvina Jonas dan keluarga (Arief, Chiachia dan Livi); Peter Yan dan keluarga (Tresna, Feli dan Alvin), Arun dan keluarga (Imei, Tony, Weni, Feni dan Ferdian), Yendiawan Toyib dan keluarga (Lita, Dylon, Ike dan Chicko), Yonathan Toyib dan keluarga (Ali, Wina, Winson, Wilton, dan Wiliam), dan yang tidak bisa disebutkan satu persatu disini, terima kasih atas dukungan finansial dan moral yang sangat berharga selama ini. Semoga Tuhan Yang Maha Tahu senantiasa melindungi mereka.

Terima kasih juga disampaikan kepada para Guru dan Pendidik yang telah mengenalkan ilmu pengetahuan yang sangat berharga sejak SD Tarakanita IV Jakarta. SMP Tarakanita IV Jakarta, SMAN 2 Jakarta (Bapak Sembiring dan Bapak Silitonga yang mengenalkan nikmatnya Matematika), Institut Teknologi Bandung (Prof. Barmawi yang mengenalkan bermanfaatnya Fisika Material Semikonduktor, Prof. Tjia May On yang mengenalkan indahnya Mekanika Kuantum, Prof. Lilik Hendradjaja atas kesempatan yang diberikan untuk melanjutkan studi S3 di Australia), dan Murdoch University, Australia (Prof. Andris T. Stelbovics yang menyempurnakan pemahaman tentang Fisika melalui simulasi dan perhitungan numerik dalam masalah-masalah Fisika).

Semoga mereka diberi kesehatan dan kegembiraan.

Dukungan dari teman-teman kolega, khususnya di KK FISMATEL (Prof. M. Barmawi, Almarhum Prof. Sukirno, Dr. Wilson W. Wenas, Dr. Euis Sustini, Dr.Eng. Khairurrijal, Dr. Maman Budiman, Dr. Yudi Darma dan Dr.Eng. Mikrajuddin Abdullah) dan di Prodi Fisika, FMIPA, ITB juga sangat membantu dalam pencapaian akademik ini. Dorongan dan dukungan dari Prof. Akhmaloka, Prof. Pudji Astuti, Dr. Idam Arif, Prof. Irawati, Prof. Freddy P. Zen, Prof. Mitra Djamal, Prof. Doddy Sutarno, Prof. Suprihanto Notodarmodjo, dan rekan-rekan di Tim PAKK, FMIPA juga sangat luar biasa selama proses usulan jabatan Guru Besar ini. Semoga Yang Maha Kuasa memberikan kesehatan dan kemuliaan.

Terima kasih juga diucapkan untuk mahasiswa/i bimbingan S3, S2, S1 baik yang sudah lulus (Dr. R.A. Sani, Prof. Dr. Jasruddin D.M., Dr. Togar S., Dr. Amiruddin S., Dr. Agus Kartono, Dr. Ida Usman, Dr. Mursal, Dra. Syakhbania, M.Si., dan lainnya yang tidak disebutkan bisa disebutkan disini) maupun masih dalam bimbingan (Dra. Altje Latununuwe, M.Si., Drs. Andhy Setiawan, M.Si., Dra. Endah, Irvan) atas kerjasama sehingga suasana penelitian di Lab. PECVD terjaga dan kondusif. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mahasiswa/i yang telah membantu sebagai asisten kuliah/praktikum dalam perkuliahan di Prodi Fisika, FMIPA, ITB. Kepada teman-teman Fisika Angkatan '81 ITB terima kasih atas kebersamaan yang tetap terjaga hingga kini melalui milis FI'81.

Tidak kalah pentingnya, saya ucapkan terima kasih yang tak

terhingga kepada Yang Ariya Bhante Dharmasurya Bhumi, Dr. Parwati Supangat dan Almarhumah Ibu Pandita Suktadharmi atas bimbingan spiritual yang diberikan selama menempuh pendidikan di SMAN 2 dan Institut Teknologi Bandung. Juga kepada para senior dan teman dalam Dhamma, di Vihara Vimala Dharma, terima kasih atas pengalaman berorganisasi dan kebersamaannya selama Penulis menimba ilmu di S1 Institut Teknologi Bandung hingga kini. Semoga kebajikan mereka berbuah dalam kehidupan yang mulia.

Akhirnya ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada teman, para Senior, dan semuanya yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas bantuan, kerjasama dan bimbingannya selama ini.

REFERENSI

- [1] Heller, E. J., H. A. Yamani (1974), "New L^2 approach to quantum scattering theory", *Phys. Rev. A* 9, 1209-1214.
- [2] Heller, E. J., H. A. Yamani (1974), "J-matrix method : application to s-wave electron-hydrogen scattering", *Phys. Rev. A* 9, 1209-1214.
- [3] Yamani H.A., W.P. Reinhardt (1975), " L^2 discretization of the continuum : radial kinetic energy and Coulomb Hamiltonian", *Phys. Rev. A* 11, 1144-1156.
- [4] Bray, I. (2000), "Low-energy electron-impact ionization of atomic hydrogen with equal energy outgoing electrons", *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 33, 581.

- [5] Schulz, M. and Madison, D. H. (2006), "Studies of the few-body problem in atomic break-up processes", *Int. J. of Mod. Phys. A*, 21(18), 3649–3672.
- [6] D`urr, M., Najjari, B., Schulz, M., et al. (2007), "Analysis of experimental data for ion-impact single ionization of helium with Monte Carlo event generators based on quantum theory", *Phys. Rev. A*, 75(6).
- [7] Belkić, D., Mančev, I., and Hanssen, J. (2008), "Four-body methods for high-energy ion-atom collisions", *Rev. of Mod. Phys.*, 80(1), 249–341.
- [8] Ciappina, M. F., Schulz, M., Kirchner, T., Fischer, D., Moshhammer, R., and Ullrich, J. (2008), "Double ionization of helium by ion impact analyzed using four-body Dalitz plots", *Phys. Rev. A*, 77(6).
- [9] Fischer, D., Schulz, M., Schneider, K., et al., (2009), "Systematic analysis of double-ionization dynamics based on four-body Dalitz plots", *Phys. Rev. A*, 80(6).
- [10] Ciappina, M. F., Kirchner, T., Schulz, M., Fischer, D., Moshhammer, R., and Ullrich, J. (2010), "Distorted Wave Theories Applied to Double Ionization by Ion Impact: Simulation of Higher-Order Processes", *J. At. Mol. Opt. Phys.*, 2010, 1.
- [11] Meier, J., Spitznagel, J., Kroll, U., Bucher, C., Fay, S., Moriarty, T., and Shah, A. (2004), "Potential of Amorphous and Microcrystalline Silicon Solar Cells", *Thin Solid Films*, 451-452, 518-524.
- [12] Matsuda, A. (2004), "Thin Film Growth Process and Solar Cell Application", *Jpn. J. Appl. Phys.*, 43(12), 7909-7920.
- [13] Kondo, M. and Matsuda, A. (2004), " Novel Aspects in Thin Film Silicon Solar Cell – Amorphous, Microcrystalline and Nanocrystalline

Silicon", *Thin Solid Films*, 457, 97-102.

- [14] Dharmadasa, I. M. (2005), "Third Generation Multi-layer Tandem Solar Cells for Achieving High Conversion Efficiencies", *Sol. Energy Mat. & Solar Cells*, 85, 293-300.
- [15] Springer, J., Poruba, A., and Vanecek, M. (2004), "Improved Three-dimensional Optical Model for Thin Film Silicon Solar Cells", *J. Appl. Phys.*, 96(9), 5329-5337.
- [16] Garnett, E. C. and Yang, P. (2008), "Silicon Nanowire Radial p-n Junction Solar Cells", *J. Am. Chem. Soc.*, 130 (29), 9224–9225.
- [17] Sastry, O. S., Kamala Devi, V., Pant, P. C., Prasad, G., Rajesh Kumar, Bibek Bandyopadhyay (2010), "Development of White LED based PV Lighting System", *Sol. Energy mat. & Solar Cells*, 94, 1430-1433.
- [18] Soni, S. K., Phatak, A. and Dusane, D. O. (2010), "High deposition rate device quality a-Si:H films at low substrate temperature by HWCVD technique", *Sol. Energy mat. & Solar Cells*, 94, 1512-1515.
- [19] Bray, I. (1996), "Calculation of electron scattering on atoms and ions Source", *Austr. J. of Phys.*, 49(2), 201 – 217.
- [20] Stelbovics, A. T. and Winata, T. (2000), "Study of L2 Approximation in Atomic Scattering", *Aust. J. Phys.*, 43, 485-97.
- [21] Winata, T. and Kartono, A. (2004), "Study of non-orthogonal Laguerre-L2 method for helium atom", *Eur. Phys. J. D*, 28, 307-315.
- [22] Kartono, A., Winata, T., and Sukirno, (2005), "Applications of Orthogonal Laguerre Functions Basis in Helium Atom", *Applied Mathematics and Computation*, 163, 879.
- [23] Winata, T., Abdullah, M., Kartono, A., dan Rosyid, M. M., (2010), "Hamburan Atom Helium oleh Elektron : Solusi Analitik dengan

Metode Komputasi Aljabar”, *Proposal Program Doktor Unggulan, IMHERE-DIKTI*.

- [24] Winata, T. and Rosana, D. (1999), “Application of Finite Element Method for Solving Transport Equations in PECVD System”, *Proc. ITB* 31(2), 145.
- [25] Usman, I., Supu, A., Mursal, Sukirno, Winata, T., and Barmawi, M. (2004), “High Deposition Rate of a-Si:H by Using Home Made VHF-PECVD Method and Its Application to p-i-n Solar Cell”, *Asian J. of Energy and Environment*, 5(2), 151.
- [26] Wyrsh, N., Feitknecht, L., Droz, C., Torres, P., Shah, A., Poruba, A., and Vanecek, M. (2002), “Hydrogenated Microcrystalline Silicon: How to Correlate Layer Properties and Solar Cell Performance”, *J. of Non-Cryst. Solids*, 266-269, 099-1103.
- [27] Nasuno, Y., Kondo, M., and Matsuda, A. (2001), “Effect of Substrate Surface Morphology on Microcrystalline Silicon Solar Cells”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 40, L303-L305.
- [28] Shah, A., Meier, J., Vallat-Sauvain, E., Droz, C., Kroll, U., Wyrsh, N., Guillet, J., and Graf, U. (2002), “Microcrystalline Silicon and ‘Micromorph’ Tandem Solar Cells”, *Thin Solid Films*, 403-404, 179-187.
- [29] Kröll, U., Meier, J., Torres, P., Pohl, J., and Shah, A. (1998), “From Amorphous to Microcrystalline Silicon Films Prepared by Hydrogen Dilution Using the VHF-GD Technique”, *J. Non-Cryst. Solids*, 227-230, 68-71.
- [30] Ambrosone, G., Coscia, U., Lettieri, S., Maddalena, P., Ambrico, M., Perna, G., and Minarini, C. (2006), “Microcrystalline silicon thin films grown at high deposition rate by PECVD”, *Thin Solid Films*, 511-512 ,

280-284.

- [31] Van Sark, W.G.J.H.M., Bezemer, J., and Van der Weg, W.F. (1998), “VHF a-Si:H Solar Cell: A Systematic Material and Cell Study”, *J. Mater. Res.*, 13(1), 45-52.
- [32] Fukawa, M., Suzuki, S., Guo, L., Kondo, M., and Matsuda, A. (2001), “High Rate Growth of Microcrystalline Silicon Using a High Pressure Depletion Method with VHF Plasma”, *Sol. Energy Mater. & Solar Cells*, 66, 217-223.
- [33] Zhang, X., Zhao, Y., Zhu, F., Wei, C., Wu, C., Gao, Y., Sun, J., Hou, G., Geng, X., and Xiong, S. (2005), “A combinatorial analysis of deposition parameters and substrates on performance of μ c-Si:H thin films by VHF-PECVD”, *Appl. Surface Sci.*, 245(1-4), 1-5.
- [34] Takatsuka, H., Noda, M., Yonekura, Y., Takeuchi, Y., and Yamauchi, Y. (2004), “Development of high efficiency large area silicon thin film Modules using VHF-PECVD”, *Solar Energy*, 77, 951-954.
- [35] Kumbhar, A.A. and Kshirsagar, S.T. (1996), “Comparative Study of Properties of a-Si:H Films Produced by Hot-filament CVD, Glow Discharge CVD and Their Hybrid Version”, *Thin Solid Films*, 283, 49-56.
- [36] Usman, I., Supu, A., Mursal, Sukirno, Winata, T., and Barmawi, M. (2004), “High Deposition Rate of a-Si:H by using Home Made VHF-PECVD Method and its Application to p-i-n Solar Cell”, *Asian J. Energy and Environ.*, 5(2), 151.
- [37] Malago, J.D. (2002), “Pengembangan Lapisan Tipis Silikon Amorfo dan Paduannya untuk Aplikasi Divais Elektronik dengan Teknik Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition”, *Disertasi Doktor*, Institut

Teknologi Bandung.

- [38] Usman, I. (2001): Fabrikasi Divais Sel Surya Berbasis μ c-Si:H dengan Teknik VHF-PECVD, *Tesis Magister*, Institut Teknologi.
- [39] Usman, I., Winata, T., and Sukirno, (2007), "Application of Hydrogenated Microcrystalline Silicon Prepared by HWC-VHF-PECVD Method for Bottom Cell of Micromorph Tandem Solar Cell", *Asian Physics Symposium*, November 29-30.
- [40] Winata, T., Sukirno, Usman, I., Setiawan, A., Latunuwe, A. (2007), "Deposition of Hydrogenated Microcrystalline Silicon Germanium using HWC-VHF-PECVD Method", *Asian Physics Symposium*, November 29-30.
- [41] www.istockphoto.com/stock-photo-...roof.php.
- [42] S. Trajmar, D.F. Register, D.C. Cartwright and G.J Csanak, (1992), *J.Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 25, 4889-4910.
- [43] I. Bray and A.T. Stelbovics, (1992), *Phys. Rev. A*, 46, 6995-7011.
- [44] T.Winata, I. Usman, J.D. Malago, S. Amiruddin, Mursal, Sukirno, M. Barmawi, (2006), "Growth of Hydrogenated Amorphous Silicon Germanium (a-SiGe:H) Thin Films by Hot Wire Cell PECVD for Solar Cell Application", *Research Finding Seminar-Asahi Glass Foundation*, July 27.
- [45] T.Winata, I.Usman, (2008), "The Influence of Silane Gas Flow Rate on Optoelectronic Properties of μ c-Si:H Prepared by HWC-VHF-PECVD Technique", *ITB Journal of Science*, 40A.2, 130-137.
- [46] T.Winata, I.Usman, and Sukirno, (2009), "The optimization of discharge power for are scale-up fabrication of μ c-Si:H based solar cell using home-made HWC-VHF PECVD Technique", *Proceedings of*

Asian Physics Symposium, pp.69-71.

- [47] Altje Latunuwe, Patricia Lubis, Andhy Setiawanm Ramdlan M. Kirom, Toto Winata, Sukirno, dan Mikrajuddin Abdullah, (2009), "Studi Awal Penumbuhan Material CNT di atas Nanokristal Ni", Seminar Nasional Magnet, 26 Oktober.
- [48] Bransden B H, C J Joachain. (1986). "Physics of Atoms and Molecules", London: Longman

CURRICULUM VITAE



Nama : **TOTO WINATA**

Tmpt. & tgl. lahir: Jakarta, 10 Desember 1963

Alamat Kantor : Gedung Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam,
Institut Teknologi Bandung,
Jalan Ganesha 10, Bandung 40132

Pekerjaan : Staf pengajar Prodi Fisika, FMIPA, ITB

Bidang keahlian : Fisika Atom dan Material Elektronik

Nama Isteri : Monita, SH

Nama Anak : 1. Radite Viriya
2. Ariadne Prawita

I. RIWAYAT PENDIDIKAN:

- SD Tarakanita IV, Jakarta, 1974
- SMP Tarakanita IV, Jakarta 1977
- SMA Negeri 2, Jakarta 1981
- Sarjana Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Bandung, 1985
- Doctor of Philosophy, Physics Section, School of Mathematical and Physical Sciences, Murdoch University, Australia, 1991

2. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL:

- Asisten Ahli Madya 1986
- Assiten Ahli 1993

- Lektor Muda 1995
- Lektor Madya 1997
- Lektor 2000
- Lektor Kepala 2001
- Guru Besar 2010

3. RIWAYAT PENUGASAN DI ITB:

- Anggota Tim Verifikasi Usulan Penetapan Angka Kredit Untuk Kenaikan Jabatan, FMIPA-ITB, 2003-sekarang
- Anggota Panitia Pemilihan Calon Ketua dan Calon Sekretaris Departemen, FMIPA-ITB, 2004
- Kepala Panitia Penetapan Angka Kredit Departemen Fisika, FMIPA, ITB, 2004
- Anggota Majelis Departemen Fisika, FMIPA, ITB, 2004-2005
- Anggota Panitia Open House, FMIPA-ITB, 2007
- Ketua KK Fisika Material Elektronik, FMIPA, ITB, 2007-2008
- Koordinator kuliah Konsep Pengembangan Ilmu Pengetahuan (KPIP) dan Sistem Alam Semesta (SAS), 2010

4. PENGHARGAAN:

- Piagam Tanda Kehormatan Presiden Republik Indonesia Satya Lencana Karya Satya 10 Tahun, 2003

5. PUBLIKASI ILMIAH:

1. Andhy Setiawan, Altje Latununuwe, Euis Sustini, and **Toto Winata**, "Sintesis Lapisan Tipis Au sebagai Katalis untuk Deposisi Silicon Nanowire", Seminar Nasional Fisika 2010, 11-12 Mei, 2010.

2. **T. Winata**, "The Deposition of $\mu\text{c-Si:H}$ based thin films for the 25 cm^2 area scale-up solar cell fabrication", Seminar Nasional Fisika 2010, 11-12 Mei, 2010.
3. Andhy Setiawan, Altje Latununuwe, Euis Sustini, and **Toto Winata**, "Simple Method for Synthesizing Pt Nano-Droplets as Metal Catalyst in SiNW Deposition", AIP Proceedings of 3rd Nanoscience and Nanotechnology Symposium, 2010.
4. Altje Latununuwe, Nikmans Hattu, Andhy Setiawan, **Toto Winata**, Mikrajuddin Abdullah, and Yudi Darma, "Transparent Conductive Coating Based on Carbon Nanotubes Using Electric Field Deposition Method", AIP Proceedings of 3rd Nanoscience and Nanotechnology Symposium, 2010.
5. E.J.Sobirin, S.Sidopekso, and **T. Winata**, "Preparasi penumbuhan lapisan tipis a-Si:H dengan metode HWC-VHF-PECVD pada variasi daya rf", Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 5 (2), h.090206-1 - 4 (2009).
6. **T.Winata**, I.Usman, and Sukirno, "The optimization of discharge power for are scale-up fabrication of $\mu\text{c-Si:H}$ based solar cell using home-made HWC-VHF PECVD Technique", Proceedings of Asian Physics Symposium, pp.69-71 (2009).
7. Altje Latununuwe, Patricia Lubis, Andhy Setiawanm Ramdlan M. Kirom, **Toto Winata**, Sukirno, dan Mikrajuddin Abdullah, "Studi Awal Penumbuhan Material CNT di atas Nanokristal Ni", Seminar Nasional Magnet, 26 Oktober 2009.
8. Lilik Hasanah, Mikrajuddin Abdullah, Sukirno, **T. Winata** Khairurrijal, "Model of a tunneling current in an anisotropic Si/Si_{1-x}Gex/Si heterostructure with a nanometer-thick barrier

including the effect of parallel-perpendicular kinetic energy coupling", *Semicond. Sci. Technol.* 23 (2008)

9. **T. Winata**, I. Usman, "The Influence of Silane Gas Flow Rate on Optoelectronic Properties of $\mu\text{c-Si:H}$ Prepared by HWC-VHF-PECVD Technique", *ITB Journal of Science* 40A.2, 130-137 (2008)
10. Altje Latununuwe, Andhy Setiawan, **Toto Winata**, Sukirno, Efek Aharonov-Bohm terhadap Sifat Elektronik Carbon Nanotube, Prosiding Seminar Nasional Fisika 2008, HFI Bandung, 5-6 Februari 2008.
11. Altje Latununuwe, Andhy Setiawan, Patricia Lubis, Yulkifli, **Toto Winata**, Sukirno, Penumbuhan Nano-Katalis Co-Fe dengan Metode Sputtering, Seminar Nasional Kecenderungan Baru Fisika dan Kependidikannya, Universitas Negeri Malang, 7 Agustus 2008.
12. Andhy Setiawan, Altje Latununuwe, **Toto Winata**, Sukirno, Karakteristik Morfologi Permukaan Katalis Pt untuk Deposisi Silicon Nanowire, Seminar Nasional Kecenderungan Baru Fisika dan Kependidikannya, Universitas Negeri Malang, 7 Agustus 2008.
13. Altje Latununuwe, Andhy Setiawan, Patricia Lubis, Yulkifli, **Toto Winata**, Sukirno, Penumbuhan Nano-Katalis Co-Fe dengan Metode Sputtering, Seminar Nasional Kecenderungan Baru Fisika dan Kependidikannya, Universitas Negeri Malang, 7 Agustus 2008.
14. **T. Winata**, and A. Kartono, "Application of the Non-orthogonal Laguerre- L^2 Basis to the Calculation of Electron-Helium Scattering at Intermediate Energy", *ICMNS* October 28th-30th, 2008.

15. Altje Latununuwe, Andhy Setiawan, **Toto Winata**, Sukirno, Mechanical Deformation Effect to the Band Gap of Semiconducting Carbon Nanotube, The 2nd Asian Physics Symposium Proceeding, 29-30 November 2007.
16. Andhy Setiawan, Altje Latununuwe, **Toto Winata**, Sukirno, Catalytic Growth of Si Thin Film using Very High Frequency Enhanced Chemical Vapor Deposition, The 2nd Asian Physics Symposium Proceeding, 29-30 November 2007.
17. I. Usman, Sukirno, **T. Winata**, "Analysis of the Effect of Carrier Mobility to the Performance of a-Si:H Solar Cell by FEMLAB Simulation", *ICCS* December 3th-4th (2007)
18. **T. Winata**, I. Usman, Sukirno, "FEMLAB Modeling of Optical Bandgap Variation on the a-Si:H Solar Cell", *ICCS* December 3th-4th (2007)
19. I. Usman, **T. Winata**, Sukirno, "Application of Hydrogenated Microcrystalline Silicon Prepared by HWC-VHF-PECVD Method for Bottom Cell of Micromorph Tandem Solar Cell", *Asian Physics Symposium* November 29th-30th (2007)
20. **T. Winata**, Sukirno, I. Usman, A. Setiawan, A. Latunuwe, "Deposition of Hydrogenated Microcrystalline Silicon Germanium using HWC-VHF-PECVD Method", *Asian Physics Symposium* November 29th-30th (2007)
21. A. Kartono, **T. Winata**, "The Application of Non-orthogonal Laguerre L^2 Basis to the Calculation of the Differential and Integrated Cross Sections for the Electron Impact Elastic and Excitation of the 21S, 21P, 23S, 23P, States of Helium at Intermediate Energy", *Jurnal Matematika dan Sains* Vol. 12

No.1,24-31 (2007)

22. Mursal, I. Usman, **T. Winata**, Sukirno, M. Barmawi, 'Optimization of Deposition Parameters for high Quality a-SiGe:H Thin Films', *Jurnal Matematika dan Sains* Vol. 11 No.2,70-75 (2006)
23. Lilik Hasanah, Fatimah A. Noor, Khairurrijal, Mikrajuddin, **T. Winata**, Sukirno, "Transmission Coefficient of an electron through a Heterostructure with Nanometer-Thick Trapezoidal Barrier Grown on an Anisotropic Material", *PROC. ITB Sains & Tek.* Vol. 38 A, No.1, 41-50 (2006)
24. Lilik Hasanah, Khairurrijal, Mikrajuddin Abdullah, **T. Winata**, Sukirno, "An Improved Analytic Method Based on Airy Function Approach to Calculate Electron Direct Transmittance in Anisotropic Heterostructure with Bias Voltage", *Indonesian Journal of Physics* Vol.17 No.3, 77-81 (2006)
25. **T. Winata**, I. Usman, J.D. Malago, S. Amiruddin, Mursal, Sukirno, dan M. Barmawi: *Studi Pengembangan Teknik HWC-VHF-PECVD untuk Penumbuhan Lapisan Tipis μ c-Si:H*, Simposium Fisika Nasional XXI, Makassar-Indonesia, September 2006.
26. I. Usman, A. Suhandi, D. Rusdiana, J.D. Malago, Sukirno, **T. Winata**, dan M. Barmawi: *Simulasi Divais Sel Surya Berbasis a-Si:H dengan FEMLAB*, Simposium Fisika Nasional XXI, Makassar-Indonesia, September 2006.
27. **T. Winata**, I. Usman, J.D. Malago, S. Amiruddin, Mursal, Sukirno, M. Barmawi, "Growth of Hydrogenated Amorphous Silicon Germanium (a-SiGe:H) Thin Films by Hot Wire Cell PECVD for Solar Cell Application", *Research Finding Seminar-Asahi Glass Foundation*, July 27, 2006.

28. A. Kartono, **T. Winata** and Sukirno: *Applications of Orthogonal Laguerre Functions Basis in Helium Atom*, *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 163, 2005, p. 879.
29. S. Amiruddin, I. Usman, Mursal, **T. Winata**, and Sukirno: *Studi optimasi parameter daya rf untuk penumbuhan lapisan tipis mikrokristal silicon dengan metode hot wire cell PECVD*, *Proceeding ITB Sains & Teknologi* Vol. 37 A No.1, 2005, p.13.
30. S. Amiruddin, I. Usman, Mursal, **T. Winata**, dan Sukirno: *Optimasi parameter tekanan deposisi pada penumbuhan lapisan tipis polikristal silicon dengan metode hot wire cell PECVD*, *Jurnal Matematika dan Sains* Vol. 10 No.1, 2005, p.27.
31. I. Usman, S. Amiruddin, Mursal, Sukirno, **T. Winata**, dan M. Barmawi: Analisis sifat-sifat optoelektronik lapisan tipis silicon amorf terhidrogenasi yang ditumbuhkan dengan teknik VHF-PECVD pada variasi daya rf, *Jurnal Matematika dan Sains* Vol. 10 No. 2, 2005, p.63.
32. A. Kartono, **T. Winata**, "Study of Pseudostate Expansion in a Simplified Model of Elastic Electron Scattering from Helium", *Jurnal Matematika dan Sains* Vol. 10 No.2, 53-58, 2005.
33. L. Hasanah, Khairurrijal, Mikrajuddin, **T. Winata** and Sukirno: *Tunneling time and Transmission Coefficient of An electron tunnelling a Nanometer-Thick Square Barrier in an Unisotropic Heterostucture*, *Intl. Conference on Applied Mathematics*, Bandung, Agustus 2005.
34. I. Usman, S. Amiruddin, Mursal, Sukirno, **T. Winata**, dan M. Barmawi: Preliminary Study of Two-dimensional Simulation of a-Si:H p-i-n Solar Cell Devices, *Asian Physics Symposium 2005*, Bandung-Indonesia.

35. Mursal, A. Supu, I. Usman, **T. Winata**, Sukirno, "The Dependence of rf Power on the Properties of SiGe:H Alloys Deposited by Hot Wire Cell PECVD", Proceedings of Asian Physics Symposium, December 7-8, 192-195, 2005.
36. Mursal, A. Supu, I. Usman, **T. Winata**, and Sukirno: *Growth of a-SiGe:H thin films by hot wire cell PECVD*, 3rd Ketingan Physics Forum, Solo, September 2005.
37. A. Kartono, **T. Winata**, "Study of the pseudostate-close-coupling method using a non-orthogonal Laguerre-L2 basis for electron helium scattering", Eur. Phys. J. D. 33,3-13, 2005.
38. **T. Winata**, A.Kartono, "Study of non-orthogonal Laguerre-L2 method for helium atom", Eur.Phys.J.D 28, 307-315, 2004.
39. S. Amiruddin, I. Usman, Mursal, **T. Winata**, Sukirno, and M. Barmawi: *Growth Study of a-Si:H by Hot Wire Cell PECVD Method*, Asian Journal of Energy and Environment Vol.5 No.1, 2004, p.47.
40. I. Usman, A. Supu, Mursal, Sukirno, **T. Winata**, and M. Barmawi: *High Deposition Rate of a-Si:H by Using Home Made VHF-PECVD Method and Its Application to p-i-n Solar Cell*, Asian Journal of Energy and Environment Vol.5 No.2, 2004, p.151.
41. Mursal, I. Usman, A. Supu, Sukirno, **T. Winata**, and M. Barmawi: *Substrate Temperature Control of Narrow Band Gap Hydrogenated Amorphous Silicon Germanium for Solar Cells*, Asian Journal of Energy and Environment Vol.5 No.3, 2004, p.211.
42. I. Usman, A. Supu, Mursal, Sukirno, **T. Winata**, and M. Barmawi: *Application of a-Si:H in p-i-n solar cell by VHF-PECVD method*, Indonesian Journal of Physics Vol. 15 No. 2, 2004, p.31.

43. Mursal, A. Supu, I. Usman, **T. Winata**, Sukirno, and M. Barmawi: *Growth of amorphous silicon germanium alloys thin film by PECVD*, Indonesian Journal of Physics Vol. 15 No. 2, 2004, p.39.
44. Sukirno, Mursal, A Supu, I. Usman, **T. Winata** and M. Barmawi: *Preliminary Studies of Hydrogenated Amorphous Silicon by Modulated RF PECVD Method*, Intl. PVSEC-14, Bangkok-Thailand, 2004.
45. I. Usman, A. Supu, Mursal, Sukirno, **T. Winata**, M. Barmawi: *High Deposition Rate of a-Si:H by using Home Made VHF PECVD Method and Its Application to p-i-n Solar Cell*, Intl. PVSEC-14, Bangkok-Thailand, 2004.
46. S. Amiruddin, I. Usman, Mursal, **T. Winata**, Sukirno and M. Barmawi: *Growth Study of a-Si:H Thin Films by Hot Wire Cell PECVD Method*, Intl. PVSEC-14, Bangkok-Thailand, 2004.
47. Mursal, A. Supu, I. Usman, **T. Winata**, Sukirno, M. Barmawi: *Substrate Temperature Control of Narrow Bandgap a-SiGe:H for Solar Cells*, Intl. PVSEC-14, Bangkok-Thailand, 2004.
48. Mursal, S. Amiruddin, I. Usman, **T. Winata**, Sukirno: *Pengaruh Rasio Laju Aliran GeH_4/SiH_4 terhadap Karakteristik Lapisan Tipis Silikon Germanium Amorfi Terhidrogenasi (a-SiGe:H)*, Prosiding Seminar MIPA IV, Bandung, Oktober 2004.
49. A.Kartono, **T. Winata**, "Calculation of electron-helium scattering at 40 eV using non-orthogonal Laguerre L2 basis", Prosiding Seminar MIPA IV, 6-7 Okt., 2004.
50. Jasruddin, Abdul Haris, Helmi, **T. Winata**, "Penumbuhan Lapisan Tipis $\mu C-Si:H$ Tipe-i Dengan Teknik Hot-Wire PECVD Untuk Aplikasi Sel Surya", Prosiding Seminar MIPA IV, 6-7Okt, 2004.

51. I. Usman, S. Amiruddin, Mursal, Sukirno, M. Barmawi, and **T. Winata**: *The Study of Stability of Hydrogenated Amorphous Silicon Solar Cell Fabricated by Using VHF-PECVD Method Under Light Illumination*, The First Jogja Regional Physics Conference, Yogyakarta, September 2004.
52. Mursal, A. Supu, I. Usman, **T. Winata**, and Sukirno: *The Influence of Deposition Rate Control on the Characteristics of a-SiGe:H Thin Films*, The First Jogja Regional Physics Conference, Yogyakarta, September 2004.
53. A. Kartono, **T. Winata**, "Electron-impact excitation to the 21P level of helium at intermediate energy, using non-orthogonal Laguerre-L2 basis", Proceedings of the First Jogja Regional Physics Conference, Section A, 10-22, 2004.
54. I. Usman, A. Supu, Mursal, Sukirno, **T. Winata**: *Effect of Active Layer Thickness on Hydrogenated Microcrystalline Si p-i-n Solar Cells Performance by VHF PECVD Method*, 2nd Kentingan Physics Forum, Intl. Conference on Applied Physics and Environmental Aspects, Surakarta, 2003.
55. S. Amiruddin, Jhonny, I. Usman, Mursal, Sukirno, **T. Winata**: *Growth of a-Si:H Thin Film by Hot Wire Cell PECVD Method for Thin Film Transistor Application*, 2nd Kentingan Physics Forum, Intl. Conference on Applied Physics and Environmental Aspects, Surakarta, 2003.
56. Mursal, A. Supu, I. Usman, **T. Winata**, Sukirno, M. Barmawi: *Optical Properties of Hydrogenated a-SiGe Alloys grown by PECVD Method*, 2nd Kentingan Physics Forum, Intl. Conference on Applied Physics and Environmental Aspects, Surakarta, 2003.

57. J. D. Malago, A. Supu, Ida Usman, **T. Winata**, W.W. Wenas, dan M. Barmawi, Studi Pengembangan Sel Surya Berbasis Silikon Amorf Terhidrogenasi Struktur Baru dengan Teknik Doping Delta, Jurnal Fisika HFI Suplemen Prosiding A5 (2002) 0594
58. A. Kartono and **T. Winata**, Study of Atomic Physics in Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD), ISTECS J. **VIII** (2002) 36-51.
59. **T. Winata**, A. Kartono and A.T. Stelbovics, "Study of L² Basis-Method Application in Many Electron Atom", *Phys. J.*, **C5(0202)** (2002) 1-4.
60. A. Kartono and **T. Winata**, "Convergent Energy States and Wave Functions of Helium Atom in an L2 Basis", *KFI* **13 (1)** (2002) 1-4.
61. A. Kartono and **T. Winata**, "The Close-Coupling Formalism using the L2 Basis to the Electron-Helium Functions", *Phys. J. IPS*, **C6(0524)** (2002) 1-5.
62. Togar Saragi, **T. Winata**, M. Barmawi and M.O. Tjia, Surface Resistance of YBa₂Cu₃O_{7- δ} Thin Films Superconductor by Means Dielectric Resonators, Physics Journal of the IPS Proceeding Supplement A6(2002) 0534.
63. T. Saragih, A. Fuad, Darsikin, D. Rusdiana, P. Arifin, **T. Winata**, and M. Barmawi, "Deposition of NdBa₂Cu₃O_{7- δ} Thin Films by Pulsed-Laser Ablation Method : Preliminary Study", *KFI* **13 (4)** (2002) 201-203.
64. I. Usman, J.D. Malago, A. Supu, **T. Winata** dan M. Barmawi, Penumbuhan Lapisan Tipis μ c-Si:H dengan Teknik VHF-PECVD untuk Aplikasi Sel Surya, Proc. Seminar Nasional Fisika dan

Aplikasinya 2002, Surabaya, 24-25 April 2002.

65. A. Supu, J.D. Malago, I. Usman, S. Ahda, Sukirno, **T. Winata** dan M. Barmawi, *Pengaruh Tekanan Terhadap Sifat Listrik dan Optik Lapisan Tipis a-Si:H yang Ditumbuhkan dengan Metode Baru Hot Wire Cell PECVD*, Proc. Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya 2002, Surabaya, 24-25 April 2002.
66. Ahda, S., Supu, A., Malago, J.D, **Winata, T.**, dan Sukirno, *Peningkatan Konduktivitas Listrik Lapisan Tipis a-Si:H dengan Metode HW-PECVD*, Proc. Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya 2002, Surabaya, 24-25 April 2002.
67. A. Supu, J.D. Malago, I. Usman, T. Simbolon, Anawati, **T. Winata** dan M. Barmawi, *Pengaruh Daya Terhadap Sifat Listrik dan Optik Lapisan Tipis a-Si:H yang Ditumbuhkan dengan Metode Baru Hot Wire Cell PECVD*, Proc. Simposium Fisika Nasional XIX, Universitas Udayana, Denpasar 30-31 Juli 2002.
68. A. Supu, J.D. Malago, I. Usman, Mursal, **T. Winata**, Sukirno dan M. Barmawi; *Pengaruh Laju Aliran Gas Terhadap Karakteristik Lapisan Tipis a-Si:H yang Ditumbuhkan dengan Metode Baru Hot Wire Cell PECVD*, Annual physics seminar, ITB, Bandung, 31 Oktober 2002.
69. R.A.Sani, Eko H.Sujiono **T.Winata**, M.Barmawi, Simulation of Direct Laser Writing of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}/\text{SrTiO}_3/\text{MgO}$ Structure for fabrication of Josephson Junction, Jurnal Matematika dan Sains, Vol6 No.1, 2001
70. Usman I., N. Andriani, J.D. Malago, A. Supu, **T. Winata**, and M. Barmawi, *Effect of Buffer Layer Insertion into the p/i Interface of a-Si:H*

p-i-n Solar Cell, Proceeding, The 2001 International conference on Electrical, Electronic, Communication and Information, Jakarta, Indonesia, March 7-8, 2001.

71. Kunlestiowati, J.D. Malago, A. Supu, Usman I., **T. Winata**, and M. Barmawi, *Preliminary Study of Hydrogenated Microcrystalline Silicon Thin Film Deposition by VHF-PECVD Method*, Proceeding, The 2001 International conference on Electrical, Electronic, Communication and Information, Jakarta, Indonesia, March 7-8, 2001.
72. Syamsu, Darsikin, Iqbal, Jusman, Jasruddin D.M., **T. Winata**, and M. Barmawi, *Growth of Polycrystalline Silicon Thin Film by Hot Wire – PECVD System For TFT Devices*, Proceeding, The 2001 International conference on Electrical, Electronic, Communication and Information, Jakarta, Indonesia, March 7-8, 2001.
73. Jasruddin D.M., W.W. Wenas, **T. Winata**, and M. Barmawi, *Growth Study of n-Type Delta-Doped Films For Amorphous Silicon and Its Alloy Based p-i-n Solar Cell Application*, Proceeding, The 2001 International conference on Electrical, Electronic, Communication and Information, Jakarta, Indonesia, March 7-8, 2001.
74. Darsikin, Malago J.D., K. Suardana, Syamsu, Sukirno, **T. Winata**, and M. Barmawi, *Application of a-Si:H and Its Alloy For Photoreceptor Devices*, Proceeding, The 2001 International conference on Electrical, Electronic, Communication and Information, Jakarta, Indonesia, March 7-8, 2001.
75. Amiruddin S., Dilla M., Jasruddin D.M., Fitri S.A., **T. Winata** dan M. Barmawi, *Pengaruh Annealing Terhadap Tingkat Kestabilan Efisiensi Sel Surya p-i-n a-Si:H Doping Delta*, Jurnal Kontribusi

Fisika Indonesia, Volume 12. No. 3, April 2001.

76. Amiruddin S., Jasruddin D.M., Sukirno, **T. Winata** dan M. Barmawi, *Studi Awal Penumbuhan Lapisan Tipis Silikon Amorf Terhidrogenasi dengan Metode Hot Wire Cell PECVD*, Seminar Tahunan Fisika II, ITB, Bandung, 9 Agustus 2001.
77. **T. Winata**, *Study of Very High Frequency Relation with Density of Localized States in a-Si:H Deposited using PECVD Reactor*, Phys. J. 3(1)(2000) 56
78. Amiruddin S., Jasruddin D.M., Syamsu, **T. Winata**, Sukirno, dan M. Barmawi, *Peningkatan Unjuk Kerja Sel Surya p-i-n Berbasis a-Si:H dengan Teknik Doping Delta*, Simposium Fisika Nasional XVIII, Puspitek, Serpong, Tangerang, Indonesia, 25-27 April 2000.
79. Malago J.D., F.S. Arsyad, W.W. Wenas, **T. Winata**, and M. Barmawi, *Fabrikasi Divais Thin Film Transistor Berbasis a-Si:H dan Paduannya dengan Metode PECVD*, Simposium Fisika Nasional XVIII, Puspitek, Serpong, Tangerang, Indonesia, 25-27 April 2000.
80. Gulvarendi, Syamsu, Jasruddin D.M., Amiruddin S., **T. Winata**, dan M. Barmawi, *Karakterisasi Sistem Hot Wire – Plasma Enhanced chemical Vapor Deposition (HW-PECVD) untuk Penumbuhan Lapisan Tipis Silikon Amorf Terhidrogenasi (a-Si:H)*, Simposium Fisika Nasional XVIII, Puspitek, Serpong, Tangerang, Indonesia, 25-27 April 2000.
81. F.S. Arsyad, Jasruddin D.M., Syamsu, Sukirno, **T. Winata**, dan M. Barmawi, *Optimasi Lapisan Tipis Silikon Amorf Nitrida Terhidrogenasi (a-Si_{1-x}N_x:H) Sebagai "Insulator Gate" Pada Transistor*

Film Tipis (TFT), Simposium Fisika Nasional XVIII, Puspitek, Serpong, Tangerang, Indonesia, 25-27 April 2000.

82. Syamsu, Jasruddin D.M., Amiruddin S., Darsikin, Gulvarendi, **T. Winata**, dan M. Barmawi, *Studi Awal Penumbuhan Lapisan Tipis Silikon Amorf Terhidrogenasi dengan Metode Hot Wire PECVD*, Simposium Fisika Nasional XVIII, Puspitek, Serpong, Tangerang, Indonesia, 25-27 April 2000.
83. Ida Usman, Jasruddin D.M., Amiruddin S., Dahlan T., Kunlestiowati H., Nelly A., Maryati P.S., Dilla M., **T. Winata** dan M. Barmawi, *Penumbuhan Lapisan Tipis a-Si:H dengan Teknik VHF-PECVD untuk Aplikasi Divais Elektronik*, Proceeding Electric, Control, Communication & information Seminar 2000 (ECCIS 2000), Widyaloka Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia, June 13-14, 2000.
84. Jasruddin D.M., Amiruddin S., W.W.Wenas, **T. Winata** dan M. Barmawi, *Pengembangan Divais Thin Film Transistor untuk Switching pada Active Matrix Liquid Crystal Display*, Proceeding Electric, Control, Communication & information Seminar 2000 (ECCIS 2000), Widyaloka Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia, June 13-14, 2000.
85. Dahlan T., Jasruddin D.M., Amiruddin S., Ida Usman, Kunlestiowati H., Nelly A., Maryati P.S., **T. Winata** dan M. Barmawi, *Penumbuhan Lapisan Tipis SiO₂ Di atas Kristal Silikon Menggunakan Metode Annealing untuk Insulator Gate Thin Film Transistor*, Proceeding Electric, Control, Communication & information Seminar 2000 (ECCIS 2000), Widyaloka Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia, June 13-14, 2000.

86. Syamsu, Jasruddin D.M., Amiruddin S., Fitri S. A., **T. Winata** dan M. Barmawi, *Aplikasi Sistem Hot Wire PECVD Untuk Penumbuhan Lapisan Tipis Silikon Amorf Terhidrogenasi*, Jurnal Kontribusi Fisika Indonesia, Volume 11, Nomor 4, Juli 2000.
87. Dahlan T., Jasruddin D.M., Amiruddin S., Ida Usman, Kunlestiowati, **T. Winata**, and M. Barmawi, *Penumbuhan Lapisan Tipis Polikristal Silikon Menggunakan Metode Hot Wire PECVD*, Seminar Tahunan Fisika ITB, Bandung, 11 Agustus 2000.
88. Jasruddin D.M., W.W. Wenas, **T. Winata**, and M. Barmawi, *Growth Study of Wide Bandgap a-Si:H and a-SiN:H by PECVD Method For Application in Thin Film Transistor*, Proceeding, 2000 International Conference on Semiconductor Electronics, Malaysia, November 13-15, 2000.
89. **T. Winata** and D.Rosana, "Application of Finite Element Method for Solving Transport Equations in PECVD System", *Proc. ITB* **31(2)** (1999) 145.
90. Amiruddin S., Jasruddin D.M., Ayi B., Sukirno, **T. Winata**, dan M. Barmawi, *Penumbuhan Lapisan Boron yang Sangat Tipis untuk Doping-Delta dalam Semikonduktor dengan Reaktor PECVD Ganda*, Proceeding Third Workshop on Electro Communication and information (WECI-III), Institut Teknologi Bandung, Indonesi, 1999.
91. Jasruddin D.M., Amiruddin S., W.W. Wenas, **T. Winata**, dan M. Barmawi, *Karakterisasi Sifat Optik dan Listrik Lapisan Tipis Silikon Amorf Karbida untuk Aplikasi Sel Surya*, Jurnal Kontribusi Fisika Indonesia, Volume. 10 No. 3, Juli 1999.
92. Malago J.D., K. Suardana, N. Rahmat, W.W. Wenas, **T. Winata**,

- Sukirno and M. Barmawi, *Efek Penambahan Gas Metan Pada Gas Silan Terhadap Optical Bandgap Lapisan Tipis Silikon Amorf Karbida*, Prosiding, Pertemuan Ilmiah Pengetahuan dan Teknologi Bahan '99, Serpong, 19-20 Oktober 1999.
93. **T. Winata**, Amiruddin S., Jasruddin D.M., Sukirno and M. Barmawi, *High Efficiency a-Si:H Solar cell Grown By Using Dual Chamber Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD) Method*, Proceeding Industrial Electronic Seminar 1999 (IES'99), In Concurrent With 7th International Training Course on Electronic Engineering Education 1999, Graha ITS Surabaya, Indonesia, October 27-28, 1999.
94. Malago J.D., Syamsu, A. Suprianto, F.S. Arsyad, W.W. Wenas, **T. Winata**, and M. Barmawi, *Optimasi Celah Pita Optik Lapisan Silikon Amorf Terhidrogenasi dan Paduannya untuk Aplikasi Divais Optoelektronik*, Proceedings, Industrial Electronics Seminar 1999 (IES'99), In Concurrent With 7th International Training Course on Electronic Engineering Education 1999, Graha ITS Surabaya, Indonesia, October 27-28, 1999.
95. Rahmat N., Malago J.D., K. Suardana, F.S. Arsyad, Syamsu, A. Suprianto, **T. Winata**, and M. Barmawi, *Preliminary Studies of Application of p-type a-SiC:H Thin Films in p-i-n Solar Cell Devices*, Proceedings, Industrial Electronics Seminar 1999 (IES'99), In Concurrent With 7th International Training Course on Electronic Engineering Education 1999, Graha ITS Surabaya, Indonesia, October 27-28, 1999.
96. F.S. Arsyad, Malago J.D., A. Suprianto, K. Suardana, Syamsu, N. Rahmat, Sukirno, **T. Winata**, W.W. Wenas, and M. Barmawi, Studi

- Penumbuhan Lapisan Tipis Silikon Amorf Nitrida Terhidrogenasi ($a\text{-Si}_{1-x}\text{N}_x\text{:H}$) sebagai Insulator Gate Pada Thin Film Transistor*, Proceedings, Industrial Electronics Seminar 1999 (IES'99), In Concurrent With 7th International Training Course on Electronic Engineering Education 1999, Graha ITS Surabaya, Indonesia, October 27-28, 1999.
97. A. Suprianto, Malago J.D., N. Rahmat, Syamsu, K. Suardana, F.S. Arsyad, Sukirno, **T. Winata**, W.W. Wenas, and M. Barmawi, *Studi Awal Penumbuhan $a\text{-SiC:H}$ dengan Metode Plasma-CVD (PECVD) untuk Aplikasi divais Sensor Warna Tunggal*, Proceedings, Industrial Electronics Seminar 1999 (IES'99), In Concurrent With 7th International Training Course on Electronic Engineering Education 1999, Graha ITS Surabaya, Indonesia, October 27-28, 1999.
98. K. Suardana, Malago J.D., N. Rahmat, Syamsu, A. Suprianto, F.S. Arsyad, Sukirno, **T. Winata**, and M. Barmawi, *Fabrikasi Divais Fotoreseptor Berbasis $a\text{-Si:H}$ dan Paduannya dengan Reaktor PECVD Ganda*, Proceedings, Industrial Electronics Seminar 1999 (IES'99), In Concurrent With 7th International Training Course on Electronic Engineering Education 1999, Graha ITS Surabaya, Indonesia, October 27-28, 1999.
99. **T. Winata**, "Convergence of L^2 Wave Functions of Atomic Hydrogen in An Orthonormal Laguerre Function Basis", *Phys. J.*, **1(2)** (1998) 53.
100. Jasruddin D.M., Amiruddin S., A. Atmadi, C. Latif, Sukirno, **T. Winata**, dan M. Barmawi, *Sel Surya Silikon Amorf Terhidrogenasi ($a\text{-Si:H}$) Doping Delta dengan Reaktor Plasma Enhanced Chemical Vapor*

- Deposition (PECVD) Tunggal*, Simposium Fisika Nasional XVII dan AAPS Seminar on Physics of Material, Yogyakarta, Indonesia, 8-10 Desember 1998.
101. **T. Winata**, J.D. Malago, and M. Barmawi, *Study of Hot-Wire-PECVD for Growing High Quality $a\text{-Si:H}$ Thin Film Used in $p\text{-i-n}$ Solar Cell Devices*, Seminar Sehari MIPA-ITB, Bandung, Aula Barat, 14 November 1998.
102. **T. Winata**, Sukirno, W.W. Wenas, C. Latif, Jasruddin D.M., Ayi B., Johnson, and M. Barmawi, *Study of Optical Properties of Delta Doped $a\text{-Si:H}$ Solar Cell Deposited Using PECVD Reactor*, Proceeding, The Ninth International Conference On Microelectronics, Bandung, Indonesia, October 8-10, 1997.
103. **T. Winata**, "On Convergence of Free-Free Transition Matrices for Electron-Hydrogen System", *Proceedings of XVIth National Symposium on Physics and ASEANIP Regional Seminar on the Physics of Metals and Alloys*, Bandung (1996) 82-85.
104. A. Kartono dan **T. Winata**, "Konvergensi Harga Eigen Energi dan Fungsi Keadaan Atom hidrogen dalam Basis Integrelabel yang Berhingga", *Proceedings of XVIth National Symposium on Physics and ASEANIP Regional Seminar on the Physics of Metals and Alloys*, Bandung (1996) 92-97.
105. Sukirno, **T. Winata**, C. Latief, and M. Barmawi, "PECVD Reactor and Its Application to Amorphous Si Solar Cell", *Proceedings of XVIth National Symposium on Physics and ASEANIP Regional Seminar on the Physics of Metals and Alloys*, Bandung (1996) 222-227.
106. R.A. Sani, M. Barmawi, and **T. Winata**, "Simulation of Direct Laser

- Etching of $\text{Yba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ Thin Film", *Proceedings of XVIth National Symposium on Physics and ASEANIP Regional Seminar on the Physics of Metals and Alloys*, Bandung (1996) 293-296.
- 107.R.A. Sani, E.H. Sujiono, Sukirno, **T. Winata**, dan M. Barmawi, "Simulasi Etsa Laser untuk Lapisan Tipis Superkonduktor $\text{Yba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ dengan menggunakan Metode Elemen Hingga", *Prosiding Seminar Metode Elemen Hingga*, Bandung (1996) 216-219.
- 108.R.A.Sani, M.Barmawi, **T.Winata**, and Sukirno, "Aplikasi Metode Elemen Hingga dengan Algoritma Crank-Nicholson dalam Penyelesaian Persamaan Difusi Panas untuk Pembuatan Sel Surya Silikon Amorf (a:Si) terpadu", *Jurnal Matematika dan Sains (JMS)*, v.1 no.1 (1996) 24-37.
- 109.Sukirno, Malago, J.D, **Winata, T.**, Latief, C, dan M. Barmawi; *PECVD Reactor and Its Application to Amorphous Si Solar Cell*, Proc, the ASEAN Regional on the Physics of Metal and Alloys, Bandung, 1996
- 110.N. Yuningsih, **T. Winata**, R.A. Sani, M. Barmawi, dan Sukirno, "Simulasi Metode Pemolaan Sel Surya dengan LASER", *Prosiding Simposium Fisika Nasional XV*, Surabaya (1995) 234-253.
- 111.**T. Winata**, "Convergence of L^2 Wave Functions of Atomic Hydrogen in an Orthonormal Laguerre Function Basis", *Prosiding Simposium Fisika Nasional XV*, Surabaya (1995) 117-124.
- 112.A. Kartono, T. Winata, dan M.T. Siregar, "Pemodelan Potensial Penghalang dalam Struktur Majemuk $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{AsyP}_{1-y}$: Spektrum Resonansi akibat Efek Terobosan dalam kaitannya dengan Faktor Stoikhiometrik x dan y", *Prosiding Simposium Fisika Nasional XV*,

- Surabaya (1995) 179-198.
- 113.K. Hariotejo, **T. Winata**, dan Sekartedjo, "Simulasi Laju Pertumbuhan Film Tipis pada Reaktor MOCVD Horizontal dengan menggunakan Model Tranpor-Reaksi", *Prosiding Simposium Fisika Nasional XV*, Surabaya (1995) 498-513.
- 114.**T. Winata** and A.T. Stelbovics, "Analytical Evidence of Convergence of L^2 Approximations in Atomic Scattering", *Conference Abstract of The XIX International Conference on Physics of Electronics and Atomic Collisions*, Whistler, Canada (1995) p.842.
- 115.M. Barmawi, Alimin, **T. Winata**, dan Sukirno, "Karakterisasi Film Tipis Superkonduktor T_c Tinggi dengan Hall Probe", *Jurnal Matematika dan Sains (JMS)*, **1 Sup.F** (1994) 1-5.
- 116.R.A. Sani, M. Barmawi, **T. Winata**, and Sukirno, "The Application of Finite Element Methods in Solving the Reaction-Transport Model of Vertical MOCVD Reactor", *Proceedings of Finite Element Seminar*, Dept. of Mechanical Engineering, ITB, Bandung (1994).
- 117.R.A. Sani, M. Barmawi, **T. Winata**, and Sukirno, "Application of Finite Element Methods based on Crank-Nicholson Algorithm for Solving the Heat Diffusion Equation in Fabrication of Integrated a:Si Solar Cells", *Proceedings of Finite Element Seminar*, Dept. of Mechanical Engineering, ITB, Bandung (1993).
- 118.M. Barmawi, M. Budiman, V.M. Ratag, **T. Winata**, Sukirno, dan S. Jatno, "Karakterisasi Film Tipis Superkonduktor T_c Tinggi", *Jurnal Matematika dan Sains (JMS)*, **1 Sup.B** (1993) 22-27.
- 119.T.Winata, "Pseudostate Method in Atomic Scattering", *KFI* **3 (1)** (1992).

120. **T. Winata** and A.T. Stelbovics, "Test of Close Coupling in the Poet Model", Proceeding of 6th International Symposium on Corelation Polarization in Electronic and Atomic Collisions and (e,2e) Reactions" (1991) 259.
121. A.T. Stelbovics and **T. Winata**, "A Study of L^2 Approximation in Atomic Scattering", *Aust. J. Phys.* **43** (1990) 485-97.
122. **T. Winata** and A.T. Stelbovics, "First Born Approximation of L^2 Expansion to Ionization of Atomic Hydrogen", *KFI* **1 (2)** (1990) 3-12.

6. RESEARCH AWARD

1. **Toto Winata** (Ketua), *Fabrikasi dan Pengembangan Sel Surya Berbasis a-Si:H dengan Metode PECVD*, RUT IV, DIKTI, 1995-1998.
2. **Toto Winata** (Ketua), *Fabrikasi TFT Berbasis a-Si:H dengan Metode HW-PECVD*, RUT VIII, DIKTI, 2001-2003.
3. **Toto Winata** (Anggota), *Penumbuhan Struktur Hetero dan Quantum Well GaAs/GaAsSb dengan MOCVD*, RUT X, 2003-2004.
4. **Toto Winata** (Ketua), *Growth of Hydrogenated Amorphous Silicon Germanium (a-SiGe:H) thin films by Hot Wire PECVD for Solar Cells Applications*, Asahi Glass Foundation Research Grant, 2005-2006.
5. **Toto Winata** (Ketua), *Pengembangan Sistem HWC-VHF-PECVD untuk Penumbuhan Lapisan Tipis Silikon Mikrokrystal Terhidrogenasi serta Aplikasinya pada Divais Sel Surya*, RU-ITB, 2006.
6. **Toto Winata** (Ketua), *Fabrikasi Divais Sel Surya Berbasis Silikon Germanium Mikrokrystal Terhidrogenasi dengan Teknik HWC-VHF-*

PECVD, RUI-ITB, 2007.

7. **Toto Winata** (Ketua), *Aplikasi Lapisan Tipis Mikrokrystal Silikon Amorfo Terhidrogenasi (a- μ cSi:H) dan Silikon Germanium Amorfo Terhidrogenasi (a-SiGe:H) yang dideposisi dengan Sistem Hot Wire Cell – Very High Frequency Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (HWC-VHF PECVD) pada Sel Surya Efisiensi Tinggi*, Hibah Kompetensi, DIKTI, 2008-2009.
8. **Toto Winata** (Anggota), *Fabrikasi Silikon Nanowire Menggunakan Metode Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition beserta Pengembangan Aplikasinya sebagai Nanowire Transistor*, Riset KK ITB, 2008.
9. **Toto Winata** (Anggota), *Survey kelayakan prospek Pembangunan Pabrik Sel Surya di Indonesia*, Kolaborasi Riset dengan Balitbang Energi, Dep-ESDM, 2008.
10. **Toto Winata** (Ketua), *Pengembangan luasan (area scale-up) divais sel surya berbasis silikon mikrokrystal terhidrogenasi dengan menggunakan teknik VHF-PECVD untuk implementasi produksi massal skala industri*, Hibah Strategis Nasional, DIKTI, 2009.
11. **Toto Winata** (Ketua), *Fabrikasi Carbon nano Tube (CNT) dengan Teknik HWC-VHF-PECVD untuk Aplikasi Sel Surya*, Riset Unggulan ITB, 2009.
12. **Toto Winata** (Ketua), *Peningkatan Efisiensi Penumbuhan Carbon Nano Tube (CNT) Pada Temperatur Rendah Dengan Teknik HWC-VHF-PECVD untuk Aplikasi Sel Surya*, Riset Unggulan ITB, 2010.

7. PATEN

- Sistem Reaktor Ganda PECVD untuk Penumbuhan Lapisan Tipis Material Silikon Amorf, No. Paten ID 029.670, 2001.

8. PENULISAN BUKU

- Perkembangan Teknologi Sel Surya Generasi II : Keadaan Sekarang dan Kebijakan Mendatang, dalam chapter buku "Membangun Kemampuan Riset Nanomaterial di Indonesia", ISBN 978-602-95196-0-0, Rezeki Putra Bandung, Mar-2009.

9. REVIEWER

1. Jurnal FMIPA, UNES.
2. ITB Journal of Science & Technology.
3. Jurnal Matematika & Sains (JMS).
4. Indonesian Journal of Physics (IJP).

10. PEMBICARA

1. Narasumber pada *Studi Kelayakan Fabrikasi Sel Surya Indonesia*, Departemen ESDM, Jul-2008.
2. Narasumber pada *TPM Penelitian Hibah Pekerti*, DIKTI, Sep-2008.
3. Narasumber pada Pekan Fisika HIMAFI ITB, Okt-2008.
4. Narasumber pada *Indonesia Berprestasi Award XL Comindo*, Nop-2008

11. LAIN-LAIN

1. Visiting Professor, Solar Cells Laboratory, Tokyo Institute of Technology, Japan, March- April, 1993 (worked with Prof. K. Takahashi and M. Konagai).
2. Visiting Fellow, Centre for Atomic and Surface Physics, Murdoch University, Australia, July-August, 1997 (worked with Prof. A. T. Stelbovics and Dr. M. Kumar).
3. Member of American Physical Society (1988-1998)
4. Anggota Himpunan Fisika Indonesia (1985-)

