



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Yul Yunazwin Nazaruddin

**PERAN DAN POTENSI INSTRUMENTASI
DAN KONTROL MAJU DI INDUSTRI**

30 September 2016
Balai Pertemuan Ilmiah ITB

**Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
30 September 2016

Profesor Yul Yunazwin Nazaruddin

**PERAN DAN POTENSI INSTRUMENTASI
DAN KONTROL MAJU DI INDUSTRI**



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: PERAN DAN POTENSI INSTRUMENTASI DAN KONTROL MAJU
DI INDUSTRI
Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,
tanggal 30 September 2016.

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

Yul Yunazwin Nazaruddin
PERAN DAN POTENSI INSTRUMENTASI DAN KONTROL MAJU DI INDUSTRI
Disunting oleh Yul Yunazwin Nazaruddin

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2016
vi+42 h., 17,5 x 25 cm
ISBN 978-602-8468-93-0
1. Teknologi 1. Yul Yunazwin Nazaruddin

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan naskah orasi ilmiah ini. Penghargaan dan rasa hormat serta terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan dan anggota Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung, yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menyampaikan orasi ilmiah ini pada Sidang Terbuka Forum Guru Besar pada tanggal 30 September 2016.

Orasi ilmiah ini berjudul Peran dan Potensi Instrumentasi dan Kontrol Maju di Industri yang merupakan salah satu bentuk pertanggungjawaban akademik dan komitmen penulis atas jabatan sebagai Guru Besar dalam bidang Instrumentasi dan Kontrol.

Peran instrumentasi dan kontrol dalam berbagai bidang di industri dan juga perkembangan sehingga menjadi teknologi yang maju (advanced) termasuk berbagai contoh aplikasinya di industri dewasa ini dibahas secara ringkas dalam tulisan ini. Beberapa pengembangan yang dilakukan dari berbagai penelitian terkait yang telah dilakukan serta rencana kegiatan dimasa yang datang akan didiskusikan pada bagian akhir naskah ini.

Semoga tulisan ini dapat memberikan wawasan, dan inspirasi yang bermanfaat bagi para pembacanya.

Bandung, 30 September 2016

Yul Yunazwin Nazaruddin

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
1. PENDAHULUAN	1
2. INSTRUMENTASI DAN KONTROL MAJU	3
3. INSTRUMENTASI DAN KONTROL CERDAS	6
4. POTENSI DAN TANTANGAN BIDANG ILMU INSTRUMENTASI DAN KONTROL	8
5. PEMODELAN PLANT INDUSTRI, DAN PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN INFERENSIAL DAN KONTROL	10
6. PENGEMBANGAN SKEMA SENSOR MAYA CERDAS UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KUALITAS TEH	13
7. PENGEMBANGAN TEKNIK PERFORMANCE AUDIT UNTUK PENGONTROL DI INDUSTRI PETROKIMIA	17
8. PENGEMBANGAN ROBOT IKAN	23
9. CATATAN PENUTUP	29
10. DAFTAR PUSTAKA	30
UCAPAN TERIMA KASIH	32
CURRICULUM VITAE	35

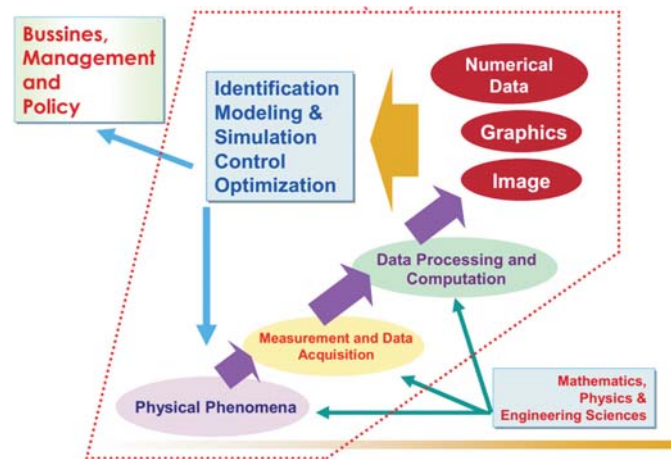
PERAN DAN POTENSI INSTRUMENTASI DAN KONTROL MAJU DI INDUSTRI

1. PENDAHULUAN

Instrumentasi dan kontrol adalah bidang keilmuan yang mempelajari sistem-sistem pengukuran berbagai besaran fisis, perancangan instrumen dan sistem instrumentasi serta teknik-teknik pengontrolan berbagai sistem atau proses, yang kemudian diterapkan dalam merancang dan memperbaiki kualitas sistem atau proses (baik instrumen maupun kontrol) dalam usaha untuk meningkatkan kualitas produk, performansi, keselamatan, efisiensi, pelestarian lingkungan serta potensi penghematan penggunaan energi. Sistem instrumen pada dasarnya bisa berfungsi sebagai alat ukur, alat deteksi atau alat pantau maupun sebagai bagian dari sistem pengontrolan sedangkan sistem instrumentasi adalah merupakan gabungan atau integrasi dari berbagai sistem instrumen yang menangani berbagai fungsi dalam suatu bidang aplikasi baik hanya yang digunakan untuk pemantauan suatu besaran sampai dengan untuk tujuan pengontrolan.

Penguasaan keilmuan instrumentasi seringkali menjadi kesatuan yang tidak terpisahkan dengan kontrol karena perancangan sistem kontrol yang baik menghendaki penggunaan sistem instrumentasi yang juga handal. Pada Kelompok Keahlian/Keilmuan (KK) Instrumentasi dan Kontrol ilmu pengetahuan dan teknologi dalam rekayasa instrumentasi dan kontrol didefinisikan dalam perspektif yang lebih luas lagi mencakup di dalamnya teknik representasi keluaran hasil pengukuran sistem

instrumen dalam bentuk data numerik, data grafik dan citra (*image*) dimana kemudian dilakukan pemrosesan lanjut dengan teknik-teknik identifikasi, pemodelan dan simulasi, pengontrolan dan optimisasi seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1. Implementasi selanjutnya dari hasil pengolahan tersebut dapat digunakan untuk kepentingan kebutuhan bisnis, penentuan kebijakan, kepentingan manajemen suatu proses produksi, dan sebagainya.



Gambar 1. Peta Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Bidang Instrumentasi dan Kontrol

Jika dilihat dari sudut pandang yang lebih lebar lagi maka rekayasa instrumentasi dan kontrol berhubungan dengan konsep otomasi (*automation*). Pada dasarnya rekayasa ini melibatkan berbagai subjek keilmuan seperti pemodelan, identifikasi, simulasi, perencanaan pengambilan keputusan dan optimisasi, menyelesaikan permasalahan

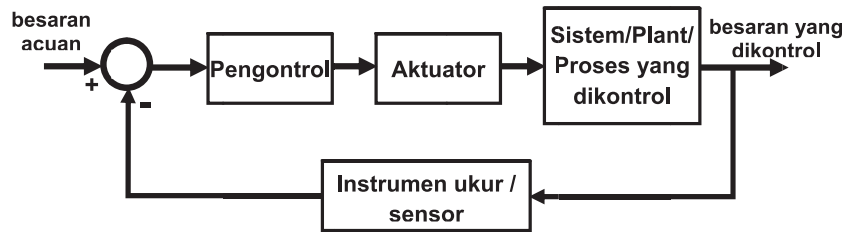
ketidakpastian melalui umpanbalik, mengevaluasi performansi dari sistem yang dikontrol, dan sebagainya.

Hingga kini berbagai aplikasi dari prinsip-prinsip instrumentasi dan kontrol yang telah berhasil dilakukan melibatkan integrasi dari bermacam-macam perangkat dari disiplin ilmu seperti misalnya pemrosesan sinyal, elektronik, komunikasi, perangkat lunak, algoritma, komputasi waktu-nyata, sensors dan aktuator serta penggunaan pengetahuan spesifik yang tergantung pada aplikasinya. Penerapan keilmuan instrumentasi dan kontrol hampir bisa ditemukan disemua bidang, sebut saja misalnya di bidang transportasi, manufaktur, pertahanan, komunikasi, luar angkasa, industri proses, dan produk-produk komersial. Lebih jauh lagi, banyak hal yang terkait dengan prinsip-prinsip kontrol telah juga diterapkan dalam berbagai bidang ilmu lainnya seperti biologi, ekonomi, medis, dan sebagainya.

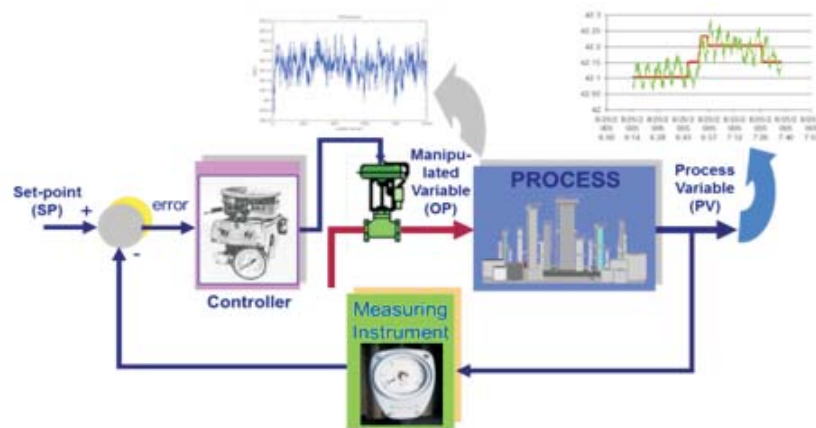
2. INSTRUMENTASI DAN KONTROL MAJU

Secara garis besar, diagram blok suatu sistem instrumentasi yang digunakan untuk tujuan pengontrolan dengan menerapkan konsep umpan balik terdiri dari komponen-komponen sistem/proses/plant yang akan dikontrol, instrumen pengukuran/sensor, pengontrol dan aktuator, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2. Dengan konsep umpan balik ini maka besaran yang dikontrol akan diukur oleh suatu instrumen ukur atau sensor dan hasilnya dibandingkan dengan besaran yang diinginkan (*acuan*), dan jika terjadi perbedaan maka besaran kesalahan akan dikoreksi oleh pengontrol dengan suatu mekanisme atau algoritma

kontrol tertentu yang akan menghasilkan besaran keluaran untuk menggerakkan aktuator yang melakukan aksi koreksi pada sistem yang akan dikontrol, sedemikian rupa sehingga akhirnya diperoleh besaran yang dikontrol sama atau mendekati besaran yang diinginkan.



Gambar 2. Diagram blok suatu sistem pengontrolan



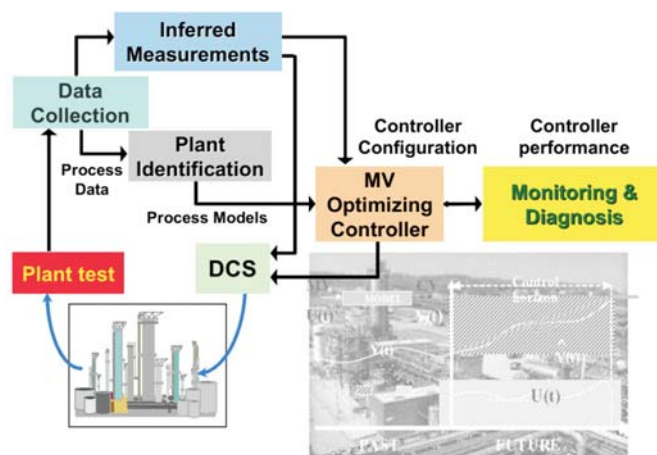
Gambar 3. Ilustrasi suatu sistem pengontrolan proses

Gambar 3 memperlihatkan suatu ilustrasi bagaimana sistem pengontrolan pada industri proses yang melibatkan komponen-

komponen yang disebutkan di atas serta sinyal/besaran masukan dan keluarannya. Paling tidak ada 4 kriteria yang harus dipenuhi oleh suatu sistem pengontrolan yang baik yaitu bagaimana kestabilan sistem bisa dijaga, bagaimana mengurangi pengaruh gangguan, baik internal maupun eksternal, yang timbul atau mengenai sistem, bagaimana mencapai performansi yang diinginkan, serta bagaimana memaksimalkan keuntungan (profit) dengan adanya sistem kontrol tersebut.

Dengan makin bervariasinya besaran fisis yang harus diukur dan metoda pengukurannya, diiringi dengan penambahan kompleksitas sistem atau proses yang harus ditangani oleh sistem instrumentasi dan kontrol, seperti misalnya sistem yang mengandung ketidakpastian, bersifat sangat tidak linier, berubah tidak tergantung waktu dan tidak lengkap (*incomplete*), banyak masukan-keluaran, dan sebagainya, menghendaki pendekatan dan teknik-teknik maju (*advanced instrumentation and control*) untuk diterapkan dalam melakukan langkah-langkah pemodelan, pengolahan sinyal, identifikasi parameter dan pengontrolannya. Khusus pada sistem pengontrolan berbagai pendekatan maju seperti kontrol optimal, kontrol multivariabel, kontrol adaptif dan prediktif, kontrol tegar (*robust*), kontrol nonlinier, *network control*, *resilient control*, *statistical quality control*, kontrol cerdas (*intelligent and learning control*) telah banyak diimplementasikan dewasa ini. Termasukdi dalamnya adalah penggunaan skema *Advanced Process Control (APC)*, yang melibatkan konsep pemodelan dengan identifikasi dan estimasi parameter, pengukuran inferensial, pemantauan dan diagnosa besaran hasil pengontrolan, mengoptimalkan pengontrol

(*optimizing controller*), seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4, merupakan pendekatan-pendekatan maju yang banyak diterapkan dewasa ini pada berbagai aplikasi diberbagai industri. Pendekatan-pendekatan yang terintegrasi ini menyebabkan adanya potensi penelitian dan pengembangan yang sangat luas dalam keilmuan instrumentasi dan kontrol. Konsekuensinya, keilmuan ini juga memberikan kontribusi yang sangat luas pada berbagai bidang aplikasi baik di industri (migas, kimia, petrokimia, pertambangan, kesehatan, dirgantara, pertahanan, energi, lingkungan dan banyak lagi), maupun sumbangan bagi pengembangan riset-riset yang maju (*high-end*).



Gambar 4. Berbagai Strategi dalam Pemodelan Plant Industri, Pengontrolan dan Pemantauan Performansi

3. INSTRUMENTASI DAN KONTROL CERDAS

Sejalan dengan bertambahnya kompleksitas sistem dinamika yang

akan dikontrol maka abstraksi dan ketidakpastian dari model makin bertambah, demikian juga dengan representasi matematisnya. Salah satu pendekatan yang cukup signifikan dalam menangani perubahan dan ketidakpastian dari sistem-sistem dinamika yang nonlinier adalah dengan penggunaan instrumentasi dan pengontrolan cerdas (*intelligent instrumentation and control*). Sistem instrumentasi dan/atau pengontrol-pengontrol yang cerdas umumnya dapat bersifat swakelola (*self-organizing*) atau adaptif dan secara alamiah dapat menangani perubahan yang signifikan pada sistem serta lingkungannya, sementara masih memenuhi persyaratan disain kontrol. Salah satu aspek dari instrumentasi dan kontrol cerdas adalah mengembangkan sistem-sistem yang melibatkan atribut-atribut kreativitas, abstrak dan adaptif dari manusia sambil meminimumkan aspek-aspek yang tidak diinginkan seperti misalnya tidak dapat diprediksi, tidak konsisten, lelah, subjektivitas dan ketidakstabilan berkala. Pengontrol-pengontrol cerdas harus dapat bekerja pada kondisi ketidakpastian dan ketidaklengkapan (*incompleteness*) dalam sistem dan lingkungannya. Selain itu juga harus cukup tegar (*robust*) atau dapat dikonfigurasi kembali agar secara otomatis dapat menangani kesalahan-kesalahan yang timbul serta cukup adaptif untuk menangani kondisi-kondisi baru atau yang tidak terantisipasi sebelumnya.

Penelitian-penelitian tentang sistem-sistem cerdas merupakan asimilasi dan integrasi dari konsep-konsep serta metodologi-metodologi dari berbagai disiplin ilmu seperti *neurophysiology*, *artificial intelligence*, optimisasi dan teori aproksimasi, teori kontrol dan matematik. Integrasi

dari berbagai disiplin ilmu ini telah menghasilkan disiplin-disiplin yang berkembang, yang sering disebut dengan *connectionism* atau *neuroscience*, yang juga mencakup konsep-konsep pemrosesan secara terdistribusi (*distributed processing*), yang dikelola secara cerdas (*intelligent*). Sistem kontrol cerdas pada awalnya diusulkan untuk memperbesar fleksibilitas dan memperluas rentang dari sistem kontrol otomatis yang konvensional. Pendekatannya menggunakan teknik-teknik dari disiplin-disiplin kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), *operational research*, dan kontrol dinamik, untuk meraba, memberi alasan, merencanakan dan bekerja secara cerdas (*intelligent*) atau tangkas (*smart*). Disiplin ini kemudian berkembang dengan memasukkan ilmu komputer (*computer science*) sebagai konsep-konsep yang maju, yang digunakan untuk mengatur kompleksitas sistem secara keseluruhan. Penggunaan teknik-teknik kecerdasan buatan umumnya didominasi oleh beberapa metoda diantaranya adalah sistem pakar atau *knowledge-based system*, sistem logika fuzzy, jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*), algoritma genetik, dan *particle swarm optimization*.

4. POTENSI DAN TANTANGAN BIDANG ILMU INSTRUMENTASI DAN KONTROL

Besarnya potensi dan tantangan pada keilmuan instrumentasi dan kontrol terutama potensi pengembangan dan penerapannya di berbagai lingkungan aplikasi menyebabkan ilmu pengetahuan dan teknologi ini berkembang dengan pesat belakangan ini. Seperti sudah disampaikan di atas pengembangannya melibatkan berbagai subjek keilmuan seperti

pemodelan, identifikasi, simulasi, perencanaan pengambilan keputusan dan optimisasi, menyelesaikan permasalahan ketidakpastian melalui umpanbalik, mengevaluasi performansi dari sistem yang dikontrol, dan sebagainya. Banyak hal yang terkait dengan subjek keilmuan ini sudah dilakukan penulis sejak mulai menjadi staf pengajar sampai saat ini. Peta jalan selama ini dan ke depan disusun berdasarkan rekam jejak yang sudah penulis peroleh selama ini dalam bidang keilmuan yang ditekuni dan kemudian diintegrasikan dengan kegiatan pembelajaran, penelitian, fasilitas yang ada dan organisasi kelompok keahlian, termasuk pengalaman dalam penerapannya di berbagai industri. Berbagai penelitian yang mendukung sudah dipublikasikan dalam berbagai kesempatan (lihat bagian daftar pustaka dan publikasi), beberapa diantaranya:

1. pemodelan sistem (proses) yang sangat tidak linier dan kompleks,
2. perancangan sistem *virtual sensor* cerdas,
3. integrasi antara *virtual sensor* dengan sistem kontrol cerdas,
4. *intelligent control loop tuning* dan pengukuran inferensial pada plant petrokimia, kilang minyak dan industri baja,
5. penerapan sistem instrumentasi dan kontrol untuk tujuan optimisasi penggunaan energi,
6. pengembangan teknik *performance assessment* untuk sistem instrumen dan pengontrol-pengontrol di industri,
7. teknik-teknik kecerdasan yang dimanfaatkan untuk proses optimisasi, penerapan metoda kecerdasan terkini dalam mengembangkan sistem kontrol variabel banyak,
8. pengembangan perangkat lunak aplikasi dan khusus,

implementasi pada berbagai industri dan kasus,

9. penerapan sistem instrumentasi dan kontrol pada berbagai bidang aplikasi, seperti robotik, otomotif, pertanian, dan sebagainya.

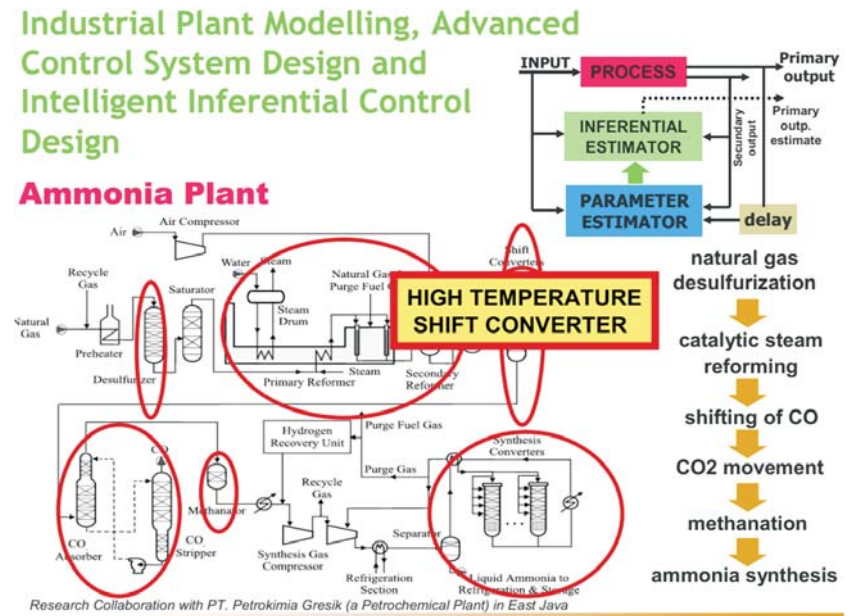
serta banyak metodologi-metodologi terintegrasi lainnya yang memberikan banyak peluang untuk inovasi dan perbaikan dalam hal ketelitian, kehandalan dan kinerja pada perancangan sistem, akan menjadi topik-topik yang akan digali lebih lanjut dalam membina dan membangun keilmuan instrumentasi dan kontrol yang ditekuni. Untuk itu, berbagai penyusunan kerangka riset ke depan dan penerapan-penerapan langsung di berbagai industri, seperti industri migas, kimia, pertambangan, transportasi, pertahanan, kesehatan, pertanian, penerbangan dan luar angkasa, akan menjadi salah satu sasaran ke depan dalam pekerjaan selanjutnya.

Berikut ini disampaikan beberapa contoh hasil penelitian yang merupakan hasil kerjasama industri dalam bidang instrumentasi dan kontrol maju.

5. PEMODELAN PLANT INDUSTRI, DAN PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN INFERENSIAL DAN KONTROL

Salah satu inovasi penelitian yang dilakukan adalah perancangan metoda pengukuran inferensial dan pengontrol neuro-fuzzy untuk konsentrasi CO pada unit *High Temperature Shift (HTS) Converter* di PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur. Permasalahan yang ada di plant petrokimia tersebut adalah:

1. kesulitan dalam pengukuran konsentrasi gas keluaran konverter secara *on-line*
2. kesulitan dalam pengontrolan konsentrasi gas keluaran konverter
3. belum tersedianya perangkat untuk monitoring dan recording konsentrasi gas secara *on-line*

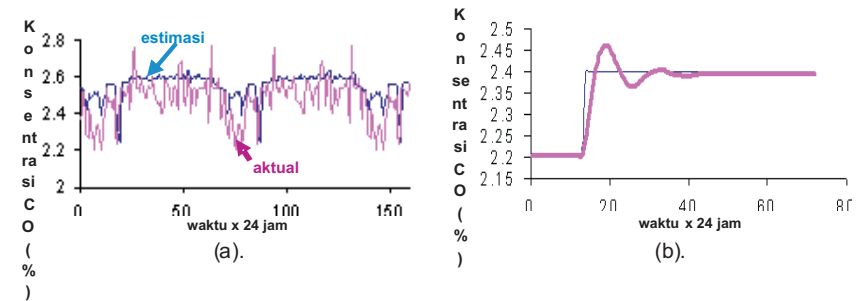


Gambar 5: Penerapan strategi pengukuran inferensial dan pengontrolan pada ammonia plant

Peluang penyelesaian masalah tersebut adalah adanya sifat alami proses yang berupa fenomena keterkaitan antara variabel yang susah diukur (primer) dengan variabel yang mudah diukur (sekunder). Untuk

itu dicoba untuk mencari penyelesaian permasalahan dimana: 1. variabel primer yang akan diestimasi adalah konsentrasi gas CO keluaran HTS *converter* dengan variabel sekunder adalah temperatur keluaran HTS *converter*, 2. penggunaan teknik *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk merancang parameter dan inferensial estimator, 3. perancangan pengontrol *neuro-fuzzy* untuk mengontrol besaran estimasi dengan menggunakan sistem pengukuran inferensial, seperti diilustrasikan pada Gambar 5.

Untuk pemodelan HTS *converter* dan perancangan pengukuran inferensial dipilih masukan-masukan yang memiliki pengaruh paling besar terhadap dinamika proses yang terjadi di dalam HTS *converter*, yaitu rasio uap terhadap gas ($u_1(t)$), temperatur masukan HTS *converter* ($u_2(t)$) dan temperatur keluaran HTS *converter*, sedangkan variabel primer yang akan diprediksi adalah konsentrasi gas karbon monoksida CO keluaran dari HTS *Converter*. Data-data variabel-variabel proses tersebut didapatkan dari rekaman DCS yang ada di PT. Petrokimia Gresik dan hasil analisa laboratorium. Gambar 6. memperlihatkan hasil estimasi konsentrasi CO dengan menggunakan skema pengukuran inferensial cerdas dan hasil pengontrolan cerdas, dimana diperoleh nilai RMSE = 0,1557, *settling time* = 25 waktu cacah, dan overshoot maksimum = 33,33%. Sistem pengukuran inferensial yang diusulkan dapat mengestimasi konsentrasi gas CO secara *real-time*, dan pengontrolan berbasis *neuro-fuzzy* merupakan alternatif sistem kontrol yang dapat memberikan solusi untuk *tuning* parameter kontrol yang selama ini menjadi masalah dalam pengontrolan.



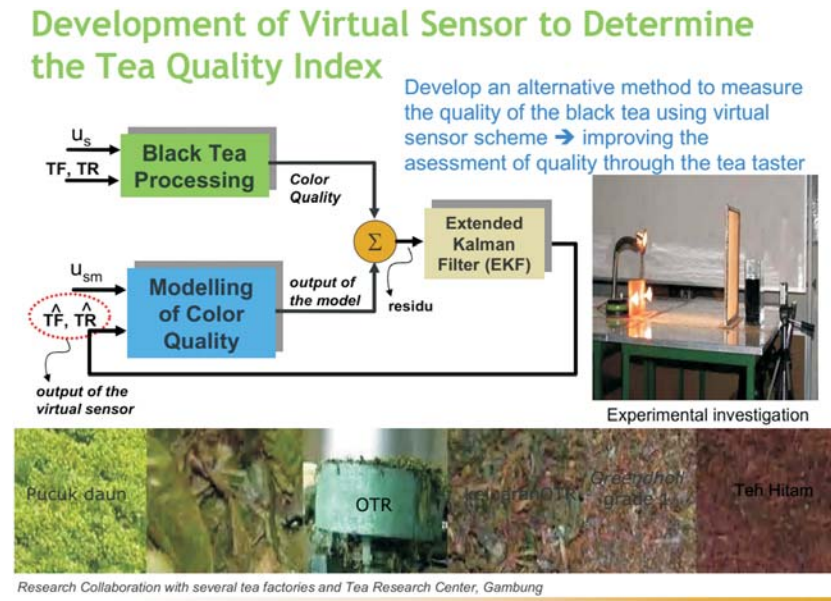
Gambar 6. (a). Besarnya konsentrasi CO hasil estimasi vs. harga aktual, (b). Respons pengontrol untuk perubahan set-point dari 2,2% menjadi 2,4%

6. PENGEMBANGAN SKEMA SENSOR MAYA CERDAS UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KUALITAS TEH

Penelitian ini terkait dengan pengembangan lebih lanjut metoda sensor maya cerdas (*intelligent virtual sensor*) pada KK Instrumentasi dan Kontrol, yang telah diterapkan pada industri proses baik untuk mengukur variabel secara tidak langsung maupun penggunaannya untuk kontrol. Metoda ini dikembangkan sebagai suatu cara alternatif untuk menentukan kualitas teh, khususnya teh hitam, dalam rangka memperbaiki penentuan kualitas teh yang selama ini dilakukan oleh *tea taster*. Dalam kerangka penelitian ini telah dilakukan kerjasama dengan beberapa pabrik teh yang ada di Jawa Barat dan juga Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) di Gambung, Jawa Barat.

Pada dasarnya pengukuran kualitas teh hitam dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu berdasarkan organoleptik (kenampakan, rasa, aroma), analisa kimia, dan dengan metoda lainnya, misalnya melalui pendekatan pemodelan. Pada penelitian ini suatu inovasi alternatif

pemodelan ditawarkan untuk aplikasinya pada industri teh dikemudian hari, seperti diilustrasikan pada Gambar 7.

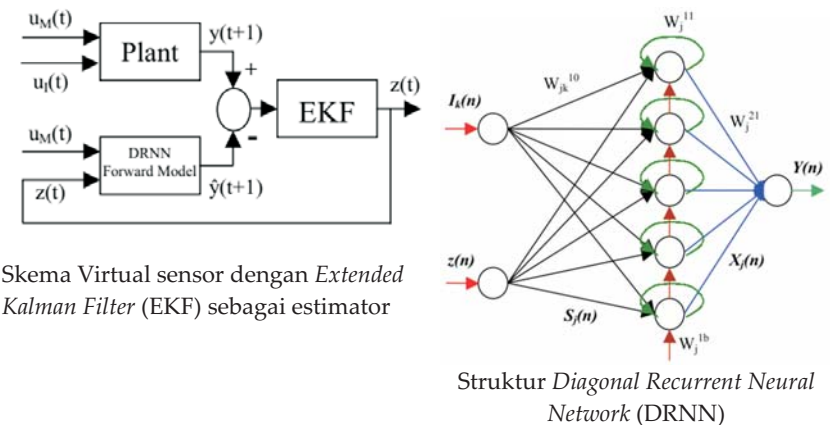


Gambar 7. Penelitian tentang penggunaan sensor maya (*virtual sensor*) dalam menentukan tingkat kualitas teh.

Skema sensor maya cerdas dapat digunakan untuk mengestimasi besaran atau variabel pengukuran yang susah untuk diukur (disebut dengan variabel primer), seperti misalnya konsentrasi, viskositas, kandungan kimiawi, dan sebagainya, dengan melakukan pengukuran besaran atau variabel yang lebih mudah diukur atau disebut variabel sekunder. Variabel primer ini dapat diperoleh dari pengukuran variabel sekunder asalkan terdapat keterkaitan antara ke dua variabel ini.

Salah satu alternatif yang digunakan dalam pengembangan sensor maya disini adalah dengan mengintegrasikan metoda kecerdasan berbasis jaringan syaraf tiruan (*Artificial Neural Network*) dengan struktur *Diagonal Recurrent Neural Network* (DRNN) untuk pemodelan sistem dengan algoritma *Extended Kalman Filter* (EKF) sebagai estimator parameter, seperti diperlihatkan pada Gambar 8.

Diketahui bahwa campuran kimia *Theaflavin* (*Tf*) dan *Thearubigin* (*Tr*) mempengaruhi kualitas warna dari larutan teh hitam, dimana perubahan warna larutan sesuai dengan perubahan *Tf* dan *Tr*. Dari penelitian sebelumnya, terdapat hubungan yang nonlinier antara perubahan warna dari larutan teh hitam terhadap *Tf* atau *Tr*.



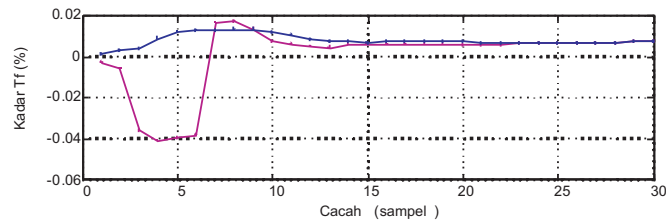
Skema Virtual sensor dengan *Extended Kalman Filter* (EKF) sebagai estimator

Gambar 8. Skema sensor maya cerdas dan struktur DRNN yang diusulkan pada penelitian

Dari penelitian sebelumnya, terdapat hubungan yang nonlinier antara perubahan warna dari larutan teh hitam terhadap *Tf* or *Tr*. Selanjutnya

dalam eksperimen, kandungan T_f dan T_r dianggap sebagai besaran masukan yang tidak bisa diukur, sedangkan masukan-masukan yang bisa diukur adalah besaran-besaran yang pengaruhnya cukup signifikan terhadap proses fermentasi dari teh hitam seperti temperatur ruang, ketebalan bubuk teh, lamanya proses.

Salah satu hasil pemodelan untuk untuk kandungan *Theaflavin* (T_f) dengan menggunakan sensor maya cerdas yang dikembangkan dapat diamati pada Gambar 9. Selanjutnya hasil eksperimen dengan menggunakan sensor maya cerdas ini dibandingkan juga dengan hasil yang diperoleh dari penentuan kualitas teh oleh *tea taster* (penilaian organoleptik). Uji similaritas dilakukan antara keluaran sensor maya cerdas dengan *taster* yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Dapat disimpulkan bahwa skema sensor maya cerdas yang dirancang berhasil melakukan estimasi kandungan kimia *Theaflavin* (T_f) dan *Thearubigin* (T_r) dengan hasil cukup memuaskan.



Gambar 9. Estimasi kandungan *Theaflavin* (T_f) dengan menggunakan sensor maya cerdas.

Tabel 1.

Tingkat Similaritas antara penilaian Taster dan keluaran sensor maya

Kondisi ruang oksidasi	Temperatur ruang	Penilaian Taster							
		2		3		4		5	
		n	P_r	n	P_r	n	P_r	n	P_r
4 cm	18°C	3	100%	4	100%	5	100%	3	100%
	22°C	3	33%	6	100%	3	100%	3	100%
	26°C	4	100%	6	100%	2	100%	3	67%
6 cm	18°C	3	33%	3	100%	5	80%	4	67%
	22°C	2	0%	6	73%	5	100%	2	100%
	26°C	1	100%	7	76%	5	100%	2	100%
9 cm	18°C	3	100%	7	76%	3	100%	2	100%
	22°C	7	95%	5	30%	3	67%	-	-
	26°C	4	100%	4	67%	3	100%	4	67%
12 cm	18°C	3	100%	7	81%	4	33%	1	100%
	22°C	5	50%	4	50%	4	33%	2	100%
	26°C	5	40%	2	100%	7	24%	2	100%

7. PENGEMBANGAN TEKNIK PERFORMANCE AUDIT UNTUK PENGONTROL DIINDUSTRI PETROKIMIA

Performansi/unjuk kerja pengontrol proses yang terdapat pada berbagai industri proses menjadi bagian yang sangat penting dalam rangka keamanan proses (*process safety*), meningkatkan kualitas produk (*product quality*) dan optimalisasi biaya (*cost optimization*). Mengingat jumlah loop kontrol proses cukup signifikan pada suatu industri proses, diperlukan suatu solusi inovatif untuk mengaudit performansi secara sistematis dan efisien. Pengembangan beberapa teknik penilaian secara kuantitatif (*quantitative assessment*) dan perangkat (*tools*) untuk

mengaudit performansi dari loop-loop pengontrol yang terdapat di industri proses dan uji coba teknik-teknik penilaian (*assessment techniques*) telah dilakukan pada suatu industri petrokimia di Kalimantan Timur. Hasil penerapan dan audit terhadap loop-loop kritikal memberi gambaran bagaimana potret keseluruhan dari kondisi pengontrol proses pada plant serta langkah-langkah apa yang harus dilakukan untuk perbaikan.

Minimum Variance Performance Benchmarking

Metoda ini adalah membandingkan kualitas kontrol terkini (*current*) dengan standar-standar tertentu. Dengan menggunakan data yang dikumpulkan dari loop tertutup (*closed-loop data*) dimungkinkan menilai unjuk kerja dari pengontrol proses (*process controller assessment*) menggunakan *Minimum Variance Control (MVC)* sebagai *benchmark*. MVC adalah suatu pengontrol yang akan memindahkan semua efek-efek gangguan (*downstream of the delay time*), dan mensisakan hanya gangguan dalam bentuk *white noise*. Pengontrol MVC merepresentasikan hasil-hasil teori terbaik yang dapat diperoleh. Struktur *loop* kontrol MV untuk menilai unjuk kerja (*performance assessment*) dapat dilihat pada Gambar 10.

Langkah-langkah untuk *MVC Benchmark* adalah:

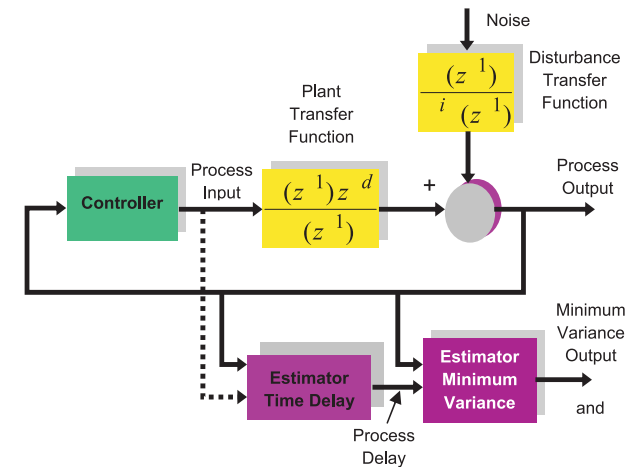
- Estimate the process time delay
- Estimate the minimum achievable variance
- Estimate the actual variance
- Compare these two values

Persamaan untuk menghitung *Performance Index* (Indeks Performansi) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\xi(d) = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{mvc}^2} ; \eta(d) = 1 - \frac{\psi_0^2 + \psi_1^2 + \dots + \psi_{b-1}^2}{1 + \psi_1^2 + \dots + \psi_{b-1}^2 + \psi_b^2 + \dots} ; \eta(d) = 1 - \frac{\sigma_{mvc}^2}{\sigma_y^2} \quad (1)$$

Harga Indeks Performansi : $\xi(d) \geq 1$ dan $0 \leq \eta(d) \leq 1$

Kondisi-kondisi tersebut di atas menggambarkan penyimpangan variansi keluaran di atas nilai yang dihasilkan oleh *minimum variance control* secara teoritis.

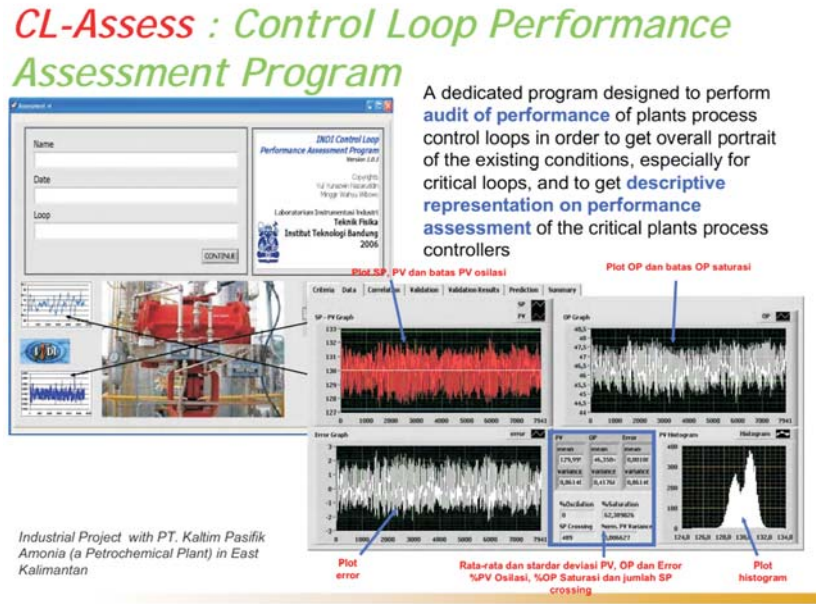


Gambar 10. Struktur loop kontrol MV untuk menilai unjuk kerja

Hasil Audit Performansi Suatu Plant Petrokimia

Teknik-teknik yang telah dikembangkan serta dibahas di atas telah diterapkan dalam melakukan audit performansi dari *loop-loop* pengontrol proses yang terdapat pada suatu plant Petrokimia (*ammonia plant*) dengan kapasitas 2000 MTPD. Audit performansi pengontrol dilakukan berdasarkan data-data masukan-keluaran yang tersedia dari fasilitas *Plant Historical Data* dan *Distributed Control System (DCS)*. Selain itu, untuk

mempermudah proses audit performansi dari kurang lebih 83 loop kritikal yang ada pada plant maka telah dirancang suatu perangkat lunak khusus yang diimplementasikan dengan menggunakan software LabVIEW, seperti terlihat pada Gambar 11.



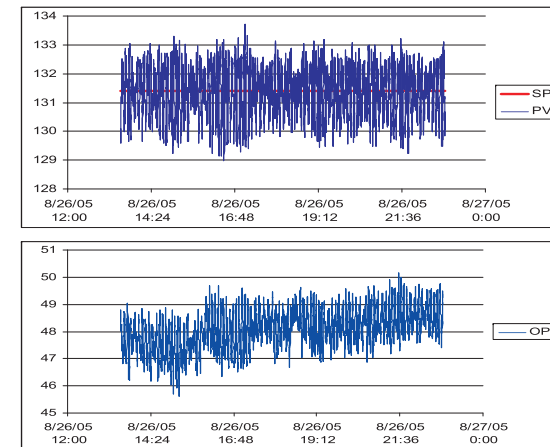
Gambar 11. Program Aplikasi CL-Assess untuk control loop performance assessment

Sebelum audit dilaksanakan, maka beberapa langkah awal telah dilakukan pada plant yang akan diaudit, seperti misalnya :

1. Process Flow Assessment
2. Critical and Problematic Process Control Loop Assessment
3. Data compilation
4. Loop Status and Controller Performance Analysis - melakukan analisis

masing-masing loop, menghitung variansi dari variabel yang dikontrol (*controlled variabel / PV*), variabel yang dimanipulasi (*manipulated variabel / OP*) secara statistik, serta parameter-parameter Mean PV, Var PV, Mean OP, Var OP, Mean Error, Var Error, Norm. Var PV, dan sebagainya, melakukan *benchmarking dengan loop standard*, menghitung indeks performansi / *loop quality index*, serta mengusulkan sejumlah 13 (tiga belas) metrik evaluasi dan teknik penilaian yang digunakan untuk *performance audit* dalam pekerjaan ini, dan sebagainya. Pengumpulan data dilakukan beberapa kali dengan selang waktu antara 4 hari sampai dengan 2,5 bulan, dengan memperhatikan kondisi-kondisi plant pada selang waktu tersebut.

Gambar 12 memperlihatkan suatu contoh ilustrasi mengenai hasil audit terhadap suatu loop control flow FC yang menunjukkan loop kontrol dengan model yang STABIL dan mempunyai Indeks Performansi ternormalisasi kurang dari 0,1 ($\eta = 0,04450877$).



Gambar 12. Grafik SP, OP dan PV untuk suatu loop control flow FC

Dari 34 (tiga puluh empat) buah loop kontrol proses kritikal yang dinilai berdasarkan 9 (sembilan) kriteria unjuk kerja, maka diperoleh hasil bahwa loop-loop yang memenuhi kriteria 'baik sekali' ada 7 (tujuh) buah loop (21% dari jumlah total loop yang dinilai), loop-loop yang memenuhi kriteria 'baik' ada 15 (lima belas) buah loop (44% dari jumlah total loop yang dinilai), loop-loop yang memenuhi kriteria 'bisa diterima' ada 9 (sembilan) buah loop (26% dari jumlah total loop yang dinilai), dan loop-loop yang memenuhi kriteria 'buruk' ada 3 (tiga) buah loop (9% dari jumlah total loop yang dinilai).

Beberapa hasil dari audit performansi loop kontrol proses plant petrokimia tersebut yang dapat disampaikan diantaranya bahwa dari total 83 loop kontrol yang termasuk kritikal maka hanya tinggal 40 loop (48%) saja yang dimungkinkan untuk dinilai unjuk kerjanya, dimana dari 40 loop tersebut 35 loop (atau 87,5%) mempunyai mode AUTO dan sisanya 5 loop (12,5%) adalah mode CASCADE. Sedangkan dari 35 loop dengan mode AUTO, hanya 15 loop saja yang mempunyai model yang STABIL serta menghasilkan indeks performansi yang bisa diukur, dan dari 5 loop dengan mode CASCADE maka hanya 4 loop yang mempunyai model yang STABIL. Dari sejumlah 19 loop kontrol dengan model yang STABIL tersebut, maka 11 loop adalah *loop control flow*, 3 loop adalah *loop control level*, 4 loop adalah *loop control pressure*, dan 1 loop *control temperatur*.

Dari hasil audit terhadap loop-loop kritikal tersebut di atas maka diperoleh potret keseluruhan pengontrol proses dari kondisi plant pada saat operasional. Dari pengamatan intensif yang telah dilakukan beberapa hal telah disarankan untuk menghasilkan performansi loop kontrol keseluruhan (*overall*) lebih baik lagi.

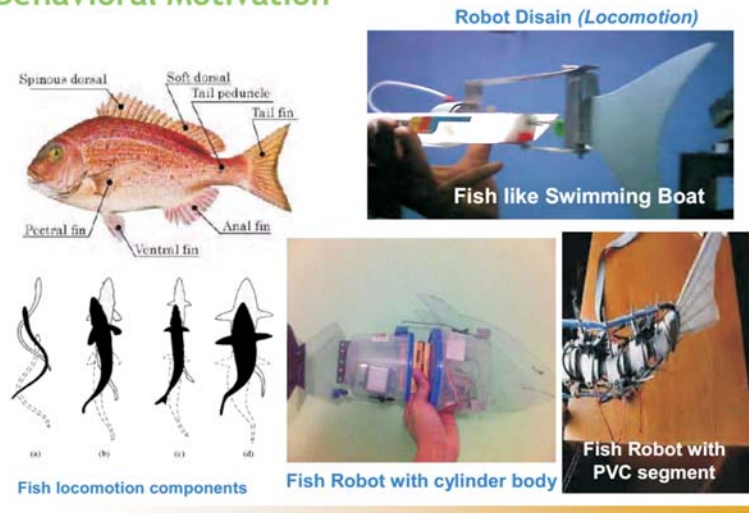
8. PENGEMBANGAN ROBOT IKAN

Penelitian mengenai robot ikan belum berkembang atau belum banyak dilakukan di Indonesia. Berbagai kajian mendalam seperti disain hidrodinamika, lokomosi, sensorik, trayektori dan navigasi, dan sebagainya, perlu dilakukan dalam pengembangannya. Karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu robot ikan yang memiliki kemampuan untuk mencari lokasi dari kerumunan ikan dan memetakannya, mengembangkan suatu sistem kecerdasan buatan untuk robot ikan yang membuat robot ikan bisa melakukan navigasi bertarget di dalam air. Target bisa berupa posisi tempat yang diam maupun posisi bergerak, melakukan analisis optimasi parameter untuk memperoleh waktu pencarian maksimum. Parameter yang dioptimasi adalah kecepatan, kestabilan sedangkan parameter kontrolnya seperti frekuensi kepakan ekor, lebar sirip, waktu tunda kepakan dan sudut orientasi badan, dan mengembangkan pemodelan matematis dari sistem gerak, trajektori ikan untuk proses simulasi kontrol dari proses pencarian target. Gambar 13 memperlihatkan bentuk-bentuk robot ikan yang dikembangkan di KK Instrumentasi dan Kontrol.

Perancangan robot ikan-ikan dilakukan dengan tiga tahap:

1. Tahap pertama - merancang bentuk robot ikan dan gaya gerak sederhana tanpa ada spesifikasi khusus. Tujuannya adalah untuk mencari kandidat variabel-variabel yang akan mempengaruhi sistem kerja robot dan performansinya. Perancangan ini dilakukan dengan logika meniru cara kerja seekor ikan secara mekanik dan mendasar.

Development of Fish Robot Based on Natural Behavioral Motivation



Gambar 13. Berbagai kerangka dasar dari robot ikan yang dikembangkan

2. tahap kedua - dilakukan proses performansi dengan menetapkan sasaran berupa laju meluncur dan laju belok dari robot ikan. Pada tahap ini ditentukan variabel apa saja yang bisa mempengaruhi sasaran tersebut sehingga dapat dibuat fungsi sasaran terhadap variabel pengubah.
3. tahap ke tiga dilakukan optimasi dari seluruh variabel pengubah.

Secara umum proses pembuatan robot ikan melibatkan beberapa disiplin ilmu instrumentasi dan kontrol, yaitu:

- a. sistem sensorik (*sensory*)
- b. sistem pergerakan (*locomotion*)

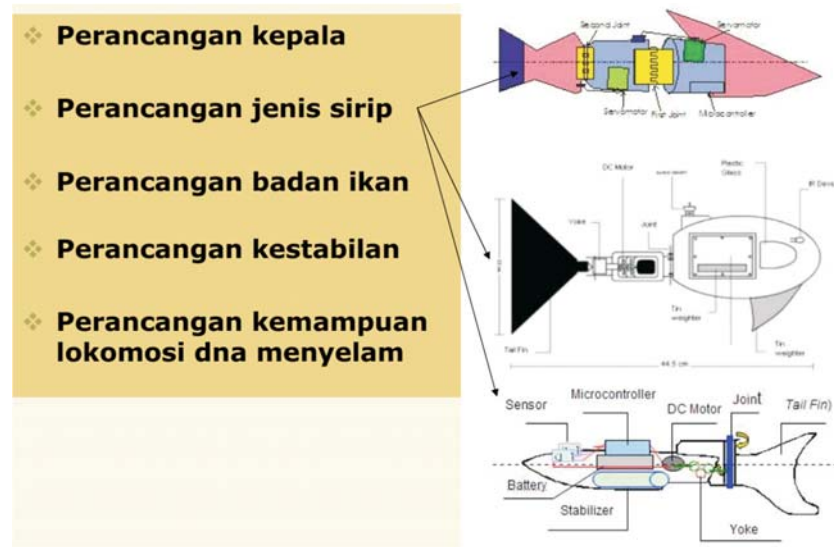
- c. sistem pengontrolan (*control*)
- d. sistem komunikasi (*communication*)

Keempat sistem ini merupakan konsep dasar dalam menyusun suatu robot, baik robot mobile, berkaki, humanoid maupun submarine robot. Setiap sistem memiliki parameter dan variabel sendiri, misal pada sistem sensorik terdapat parameter resolusi, sensitivitas, rentang, akurasi, linieritas, hysteresis. Parameter ini bisa berupa karakteristik internal maupun karakteristik yang dipengaruhi oleh lingkungan. Sedangkan pada pergerakan parameter yang muncul berupa koordinasi antar joint, kesinambungan dan keefektifan. Untuk sistem kontrol bisa berupa parameter keterkontrolan, kestabilan, keterampilan dan ketegaran (*robustness*) dari sistem kontrol robot yang dirancang. Untuk sistem komunikasi akan timbul parameter media transmisi, kecepatan transmisi, kapasitas kanal, area pancaran, frekuensi dan bandwidth.

Untuk sistem navigasi robot misalnya parameter komunikasi sangat berhubungan dengan parameter sensitivitas dan resolusi alat. Alat yang sangat peka akan menghasilkan jumlah perubahan data yang cepat dan jumlah data pengiriman yang signifikan akan menjadi lebih banyak untuk ditransmisikan oleh pemancar.

Pada perancangan robot ikan ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan yaitu kestabilan, hidrodinamik badan, mekanika ikan yang menentukan cara gerak (lokomosi), sensor ikan, dan kecerdasan buatan. Robot ikan yang dirancang akan mengalami gaya-gaya dan harus bertahan dalam kestabilan untuk tidak berputar (*rolling*), mengganggu (*pitch*) saat bergerak. Analisis gerak robot ikan ditentukan oleh mekanisme

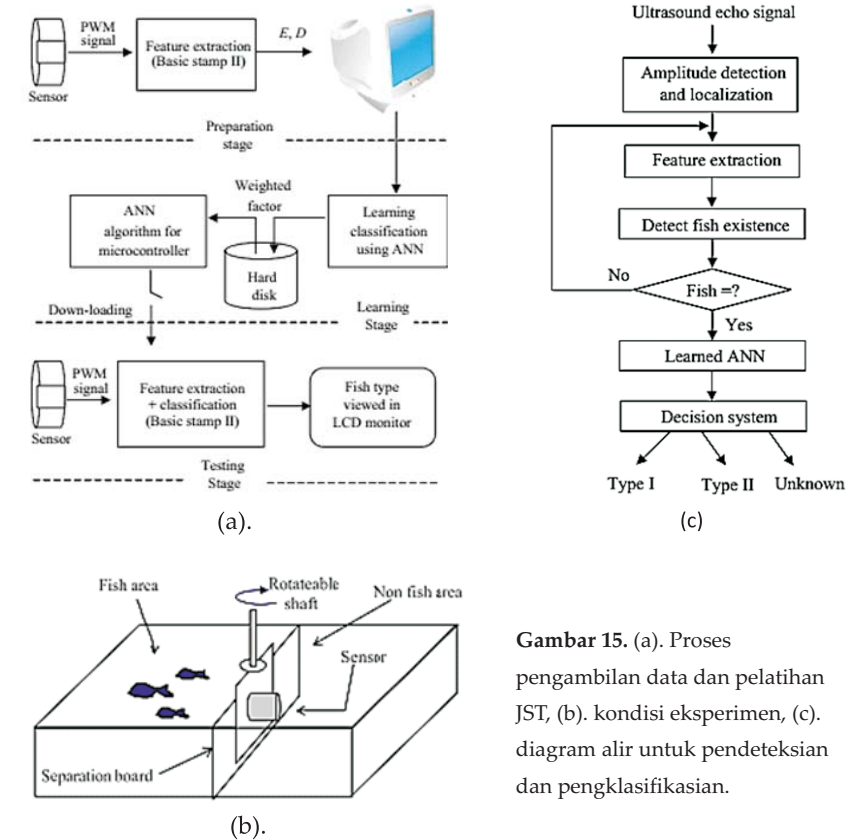
gerak. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan pada beberapa jenis robot ikan untuk membandingkan terhadap pengaruh faktor-faktor tersebut. Gambar 14 memperlihatkan beberapa disain bentuk hidrodinamika robot ikan yang dirancang.



Gambar 14. Beberapa disain bentuk hidrodinamika robot ikan yang dirancang

Salah satu inovasi penting yang telah dilakukan pada penelitian robot ikan ini adalah bagaimana mendeteksi kerumunan ikan dan mengklasifikasinya, menggunakan *low cost sensory system* dan ukurannya kompak berdasarkan modifikasi dari *ping ultrasound sensor*, Maxsonar EZ-1, yang umumnya dipakai pada *mobile robots* sebagai *proximity sensor*. Pada umumnya, perangkat yang digunakan untuk mendeteksi ikan adalah *fish finder* yang tidak dapat digunakan pada robot bawah air (*underwater*

robots) atau *mini-submarine* yang mempunyai keterbatasan ruang dan juga berat.



Gambar 15. (a). Proses pengambilan data dan pelatihan JST, (b). kondisi eksperimen, (c). diagram alir untuk pendeteksian dan pengklasifikasian.

Fish finder terdiri dari transmiter ultrasonik dan receiver yang mendeteksi adanya kerumunan ikan, hanya saja *fish finder* ini mendeteksi ikan-ikan yang berjenis sama. Penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sinyal yang diterima sebagai ekstraksi ciri yang

kemudian diklasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan (ANN) dan bisa menentukan jenis ikan, bukan hanya keberadaannya saja. Jenis ikan yang digunakan pada penelitian, pertama adalah ikan bandeng dan ke dua ikan koki mutiara. Ukuran ikan, kecepatan dan arah pergerakan ikan menjadi variabel pengamatan tambahan untuk mengetahui jenis ikan, kelincahan, jenis pemangsa dan mangsa. Gambar 15 memberikan ilustrasi bagaimana teknik detektor dan klasifikasi ikan yang dikembangkan.

Keberhasilan klasifikasi adalah ketepatan sistem untuk menentukan jenis ikan, seperti diperlihatkan pada Tabel 2 dimana untuk masing-masing jenis ikan dicapai keberhasilan klasifikasi 94% dan 90%. Tabel 3 memperlihatkan nilai kerapatan rata-rata dan bias serta kondisi ikan pada saat bersama-sama pada suatu lokasi tapi tidak berenang pada arah yang sama (*shoaling fish*). Ikan tipe I mempunyai perilaku untuk berenang dalam kerumunan (seperti *schooling fish*), dan pusat pada kerumunan selalu berubah namun tetap bersama dalam kerumunan, yang ditunjukkan dengan kerapatan yang lebih besar dari tipe II. Tipe ikan II umumnya secara individu tidak menjaga posisinya pada kerumunan. Ikan akan berenang disekitar atau diluar daerah berkas sudut namun tetap menjaga posisinya tidak jauh dari sensor. Perilaku ini terdapat pada *shoaling fish* yang memiliki sifat mobilitas tinggi.

Tabel 2. Hasil deteksi dan klasifikasi

Tipe Ikan	Deteksi	Klasifikasi yang berhasil dari hasil deteksi
I	90%	94%
II	100%	90%

Tabel 3. Hasil evaluasi statistik dari ke dua jenis ikan

Tipe Ikan	$\bar{\rho} \pm \Delta\rho$	Kondisi paling sering	Kecenderungan mendekati sensor
I	0.9±0.02	B	Menjauh
II	0.6±0.0012	D	Menunggu dekat

9. CATATAN PENUTUP

Naskah ini membahas secara ringkas mengenai penelitian-penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam keilmuan instrumentasi dan kontrol di KK Instrumentasi dan Kontrol ITB. Penelitian-penelitian yang dilakukan terkait dengan berbagai aplikasi dari prinsip-prinsip instrumentasi dan kontrol yang merupakan integrasi dari bermacam-macam perangkat dari disiplin ilmu seperti misalnya pemrosesan sinyal, elektronik, komunikasi, perangkat lunak, algoritma, komputasi waktu-nyata, sensors dan aktuator serta penggunaan pengetahuan spesifik yang tergantung pada aplikasinya.

Potensi penerapan keilmuan instrumentasi dan kontrol ini sangat terbuka lebar khususnya di Indonesia yang belum banyak digali lebih lanjut. Umumnya hampir semua bidang yang terkait dengan rekayasa memerlukan pengetahuan di bidang instrumentasi dan kontrol. Beberapa bidang aplikasi dimana penerapan keilmuan instrumentasi dan kontrol masih perlu diteliti lebih banyak seperti misalnya di bidang transportasi, manufaktur, komunikasi, luar angkasa, industri proses, energi, pangan, biologi, ekonomi, medis dan produk-produk komersial.

Pembahasan mengenai penelitian yang disampaikan dalam naskah ini yaitu dalam bidang industri proses, bidang pertanian, dalam bidang

manufaktur, diharapkan paling tidak memberikan gambaran bagaimana peran dan potensi instrumentasi dan kontrol maju di industri, khususnya di Indonesia.

Sesuai dengan peta jalan pada Kelompok Keahlian Instrumentasi dan Kontrol, penelitian dan pengembangan lebih lanjut bidang keilmuan ini diharapkan dapat meningkatkan peran dan potensi instrumentasi dan kontrol maju dan mutakhir di berbagai industri khususnya dalam menghadapi persaingan global, kondisi tidak terprediksi, sistem yang bersahabat lingkungan, dan penggunaan energi efisien. Semoga harapan ini bisa memberikan kontribusi yang positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tidak hanya di Institut Teknologi Bandung, namun juga di Indonesia.

10. DAFTAR PUSTAKA

1. Dorf, R.C. dan Bishop, R.H., "Modern Control Systems", Prentice-Hall, New Jersey, 2001
2. Frank, P.M., "Advances in Control", Highlights of ECC'99, Springer-Verlag, London, 1999
3. Gupta, M.M. dan Sinha, N.K., "Intelligent Control Systems : Theory and Applications", IEEE Press, 1996
4. Handoko P. Jeffry., Riyanto, B., Nazaruddin Y.Y., Leksono E., "Designing Embedded Fish Sensor for Underwater Robot", *Indian Journal of Marine Science*, vol. 38(3), pp. 308-315, 2009
5. Handoko P. Jeffry., Nazaruddin Y.Y., Hu, H., "Using Echo Ultrasound from Schooling Fish to Detect and Classify Fish Types", *Journal of*

Bionic Engineering, vol. 6, issue 3, pp. 264-269, 2009

6. Jang, J.S.R., Sun, C.T., dan Mizutani, E., "Neuro-fuzzy and Soft Computing"; Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1997
7. Lu, Y-Z, "Industrial Intelligent Control: Fundamental and Applications", John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England, 1996
8. Muntini, M.S., Nazaruddin, Y.Y., The H.L., Handojo, L., "Virtual Sensor Application to Predict the Chemical Contents of Black Tea", *Proceed. The 3rd International Conference on Computation, Intelligence, Robotics and Autonomous System (CIRAS'2005)*, Singapore, December 13-16, 2005
9. Nazaruddin, Y.Y., Astuti P., "Development of Intelligent Controller with Virtual Sensing", *ITB Journal of Engineering Science*, vol. 41, no. 1, ISSN : 1978-3051, 2009
10. Nazaruddin, Y.Y., Muhamad, A., "Adaptive-Predictive Control with Intelligent Virtual Sensor", *Proceed. of 16th IFAC World Congress on Automatic Control*, Prague, Czech Republic, July 3-8, 2005
11. Nazaruddin, Y.Y., Wibowo, M.W., "Performance Assessment of an Industrial Waste Heat Boiler Using Minimum Variance Control", *Proceed. International Conference on Intelligent Unmanned System (ICIUS'2007)*, Bali, Indonesia, October 24-25, 2007
12. Nazaruddin, Y.Y., Hariz, Luthfi, "Development of Adaptive Predictive Controller for a Primary Reformer Unit in Ammonia Plant Using Neuro-Fuzzy Based", *Proceed. of the AUN/SEED-Net Fieldwise Seminar on Control Engineering*, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, November 22-23, 2007

13. Nazaruddin, Y.Y., "Performance Audit of Process Controllers : A Case Study in a Petrochemical Plant", invited paper on Regional Conference on Instrumentation and Control (CIC'2007), Bandung, February 19–20, 2007.
14. Nazaruddin Y.Y., Hakim, I.R., Tamba, T.A., Nugroho, S., "Design of Neuro-Fuzzy Based Inferential Measurement of Stripper Unit in a Fertilizer Plant", Proceed. of 4th International Conference on Instrumentation, Control and Automation (ICA) 2014, Bandung, Bali, August 29-31, 2016
15. Ogata, K., "Modern Control Engineering", Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 2010
16. Samad, T. dan Annaswamy, A.M. (eds.), "The Impact of Control Technology", 2nd edition, *IEEE Control Systems Society*, 2014
17. Sitorus P. Ebenezer, Nazaruddin, Y.Y., Leksono, E., Budiyono, A., "Design and Implementation of Paired Pectoral fins Locomotion of Labriform Fish Applied to A Fish Robot", *Journal of Bionic Engineering*, vol. 6, num. 1, 37-45, 2009

UCAPAN TERIMA KASIH

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 :

- Prof. Arifin Wardiman (alm.) yang telah banyak memberi inspirasi dan membimbing penulis pada awalnya untuk belajar dan berkiprah dalam bidang instrumentasi dan kontrol. Dukungan serta semangat yang tinggi telah diberikan oleh alm. 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. Andrianto Handojo (alm.), Prof. Sudarto Notosiswoyo, Prof. R.M. Soegijanto, Prof. Harijono A. Tjokronegoro, Prof. Senator Nur Bahagia, Prof. Tati S. Syamsudin dari Institut Teknologi Bandung, Prof. Renanto dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, dan Prof. Masaki Yamakita dari *Tokyo Institute of Technology*, Japan, yang telah mempromosikan dan memberi dukungan dalam proses pengusulan penulis ke jenjang jabatan fungsional Guru Besar.
- Dekan Fakultas Teknologi Industri ITB pada saat pengusulan, yaitu Prof. Hermawan Kresno Dipojono, beserta seluruh jajarannya yang juga memberi dukungan dan semangat yang tinggi dalam proses pengusulan penulis. Juga kepada seluruh komunitas Teknik Fisika atas kebersamaannya serta bantuannya selama ini dalam menjalankan tugas-tugas akademik dengan penuh semangat. Demikian juga kepada seluruh anggota Kelompok Keahlian Instrumentasi dan Kontrol atas kerjasamanya selama ini dalam mengembangkan dan berbagi pengalaman dalam keilmuan instrumentasi dan kontrol.
- Kepada seluruh mahasiswa program S1, S2 dan S3 dibawah bim-

bingan penulis yang banyak membantu dan menambah inspirasi dalam pengembangan keilmuan dan juga pada rekan-rekan mitra di berbagai industri di Indonesia yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menggunakan fasilitas di industri dan sharing pendapat serta pengalaman.

Ucapan terima kasih ingin disampaikan oleh penulis untuk segala pengertian, dukungan, doa dan kesabaran yang telah diberikan oleh istri tercinta Sri Laksmi Mandalasari dan putri-putri kesayangan Cinta Azwiendasari dan Prettyla Yollamanda sejak mulai meniti karier menjadi staf pengajar sampai dengan memperoleh jabatan Guru Besar. Juga terima kasih disampaikan kepada menantu penulis Agung Hikmat dan cucu Avicenna Nordika Agung yang telah memberi semangat dan memberi keceriaan dan makna yang berarti dalam keluarga. Khusus kepada almarhum ayahanda dan ibunda tercinta, ucapan terima kasih tak terhingga ingin penulis sampaikan atas didikan yang keras, dukungan dan cinta yang luar biasa kepada anaknya sejak kecil agar belajar dan bekerja keras sehingga menjadi orang yang berguna bagi bangsa dan negara. Ucapan terima kasih juga ingin disampaikan kepada ibu mertua Dien Setiyati dan keluarga besar Nazaruddin atas perhatian dan dukungannya selama ini.

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

CURRICULUM VITAE



Nama : **Yul Yunazwin NAZARUDDIN**
Tmpt. & tgl. lhr. : Bandung, 15 Juli 1957
Kel. Keahlian : Instrumentasi dan Kontrol
Alamat Kantor : Jalan Ganesha 10 Bandung
Nama Istri : Sri Laksmi Mandalasari
Nama Anak : 1. Cinta Azwiendasari
2. Prettyla Yollamanda

I. RIWAYAT PENDIDIKAN

- *Doktor Ingenieur* (Dr.-Ing.), bidang *Control Engineering*, Ruhr-University Bochum, Germany, 1994.
- *Master of Science* (M.Sc.) dan *Diploma of Imperial College* (DIC), bidang *Electrical Engineering (Control Engineering)*, Imperial College of Science and Technology, University of London, England, 1985.
- Sarjana Teknik Fisika (Ir), Institut Teknologi Bandung (ITB), 1982.

II. RIWAYAT KERJA di ITB:

- Staf Pengajar Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Fisika, ITB, 1982-Sekarang
- Staf pengajar Program Magister Instrumentasi dan Kontrol, Fakultas Teknologi Industri, ITB, 1994-Sekarang
- Sekretaris Program Studi Teknik Fisika (S1) dan Program Studi Instrumentasi dan Kontrol (S2 dan S3), ITB, 1998-2002

- Academic officer pada *Quality of Undergraduate Education (QUE)* Program, Departemen Teknik Fisika, ITB, 2001-2004
- Auditor Bidang Akademik, Unit Pengawas Internal (UPI), ITB, 2003-2004
- Anggota Majelis Departemen, Departemen Teknik Fisika, ITB, 2002–2005
- Ketua Kelompok Keahlian (KK) Instrumentasi dan Kontrol, Fakultas Teknologi Industri, ITB, 2005-2008 dan 2015-Sekarang
- Sekretaris Senat Fakultas Teknologi Industri, ITB, 2005-2007
- Ketua Laboratorium Instrumentasi Industri, Program Studi Teknik Fisika, ITB, 2006–2008
- Anggota Senat Fakultas Teknologi Industri, (ITB), 2008 dan 2015-Sekarang
- Anggota Forum Guru Besar, ITB, 2014-Sekarang

III. RIWAYAT KEPANGKATAN

- CPNS, III/A, 1 Maret 1987
- Penata Muda, III/A, 1 Juli 1989
- Penata Muda TK 1, III/B, 1 Oktober 1994
- Penata, III/C, 1 April 1997
- Penata TK 1, III/D, 1 Oktober 1999
- Pembina, IV/A, 1 April 2002
- Pembina TK.I, IV/B, 1 April 2007
- Pembina Utama Muda, IV/C, 1 April 2010
- Pembina Utama Madya, IV/D, 1 April 2014

IV. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

- Asisten Ahli Madya, 30 Juni 1989
- Asisten Ahli, 31 Agustus 1994
- Lektor Muda, 30 November 1996
- Lektor Madya, 31 Maret 1999
- Lektor (Inpassing), 24 Maret 2001
- Lektor Kepala, 28 Februari 2002
- Profesor/Guru Besar, 31 Oktober 2013

V. KEGIATAN PENELITIAN

- **Yul. Y. Nazaruddin**, Sutanto Hadisupadmo, *Performance Analysis of Recursive Least Square Methods for Identification of Time-varying Systems*, Lembaga Riset, ITB, 1995-1996
- Ajat Sudradjat, **Yul. Y. Nazaruddin**, *Design of Computer Based Instrumentation System for Road Load Measurements for the Development of the Local Automotive Industry*, Development Project for Science and Engineering Education, Kementerian Pendidikan Nasional, 1997-1998
- Suprijanto, **Yul Y. Nazaruddin**, *Handwritten Numeral Recognition Using Artificial Neural Network*, Lembaga Riset, Institut Teknologi Bandung, 1998-1999
- Dirman Hanafi, **Yul Y. Nazaruddin**, *Identifikasi Model Nonlinier Dinamika Sistem Suspensi Seperempat Kendaraan Dengan Data Pengujian Jalan Kendaraan; Model NDE'*, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, 2001
- **Yul Y. Nazaruddin**, *Pengembangan Dan Implementasi Prototipe Sistem Kontrol Nonlinier Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Sebagai*

Upaya Peningkatan Kualitas Sistem Kontrol Pada Industri Proses', Penelitian Hibah Bersaing X, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, 2002-2004

- **Yul Y. Nazaruddin**, Melani S. Muntini, *Experimental Modelling of Tea Fermentation Process Using Computational Intelligence Technique*, Asahi Glass Foundation, Overseas Research Grant, Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat (LPPM)-ITB, 2003-2004
- Taufik Ramlan, **Yul Y. Nazaruddin**, Waslaludin, Amsor, *Model Sistem Akuisisi Astronomi dan Program Multimedia Dalam Meningkatkan Efektivitas dan Hasil Belajar Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa*, Penelitian Hibah Penelitian Kerjasama antar Perguruan Tinggi (Hibah Pekerti), 2006-2007
- **Yul Y. Nazaruddin**, Bambang L. Widjiantoro, *Studi Tentang Penerapan Algoritma Belajar Levenberg Marquardt pada Strategi Sistem Kontrol Prediktif Nonlinier Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan untuk Proses Multi Input Multi Output (MIMO)*, Penelitian Program Insentif, KMNRT, 2007-2008
- **Yul Y. Nazaruddin**, Edi Leksono, Yeffry Handoko, *Perancangan Robot Ikan Dengan Kemampuan Mencari Kerumunan Ikan Lain*, Riset Insentif Terapan, KMNRT, 2007-2008
- Sutanto Hadisupadmo, **Yul Y. Nazaruddin**, Abdullah Nur Aziz, *Optimisasi Pengontrolan Proses Pembakaran di Boiler Menggunakan Kombinasi Jaringan Syaraf Tiruan dan Algoritma Genetik*, Riset Insentif Terapan, KMNRT, 2008-2009
- **Yul Y. Nazaruddin**, Edi Leksono, Pratikto, *Pengembangan Sistem Aktive Steering Assist Kendaraan Roda Empat Berbasis Model Gerak Lateral*, Program Riset KK ITB, 2008

- **Yul Y. Nazaruddin**, Endro Joelianto, Tua A. Tamba, *Pengembangan Sistem Axle Counter Untuk Sensor di Perkeretaapian*, Riset Penguatan Inovasi ITB, 2016
- **Yul Y. Nazaruddin**, Endro Joelianto, Tua A. Tamba, *Pengembangan Sistem Evaluator Axle Counter di Perkeretaapian*, Program Pengembangan Teknologi Industri (PPTI), Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi, 2016

VI. PUBLIKASI

a. Dalam Jurnal Internasional

1. **Nazaruddin, Y.Y.**, Unbehauen, H., "Adaptive State Controllers for Multivariable Systems and Their Practical Application", *Automatisierungstechnik* 5, pp. 236-241, 1995
2. **Nazaruddin, Y.Y.**, Unbehauen, H., "Design of a Multivariable State-Space Adaptive Controller and its Application to a Turbo-generator Pilot Plant", *Control Engineering Practice*, Pergamon, England, vol. 4, no. 5, pp. 699-704, 1996
3. Gambier, A., **Nazaruddin, Y.Y.**, "Multivariable State-Space Adaptive Control", *Automatisierungstechnik (at)*, 53, pp.537-545, 2005
4. Sitorus P. Ebenezer, **Nazaruddin, Y.Y.**, Leksono, Edi, Budiyo, Agus, "Design and Implementation of Paired Pectoral fins Locomotion of Labriform Fish Applied to A Fish Robot", *Journal of Bionic Engineering*, vol. 6, num. 1, 37-45, 2009
5. Handoko P. Yeffry., Riyanto, B., **Nazaruddin Y.Y.**, Leksono E., "Designing Embedded Fish Sensor for Underwater Robot", *Indian Journal of Marine Science*, vol. 38(3), pp. 308-315, 2009

6. **Nazaruddin, Y.Y.**, Astuti P., "Development of Intelligent Controller with Virtual Sensing", *ITB Journal of Engineering Science*, vol. 41, no. 1, ISSN : 1978-3051, 2009
7. Handoko P. Yeffry., **Nazaruddin Y.Y.**, Hu, H., "Using Echo Ultrasound from Schooling Fish to Detect and Classify Fish Types", *Journal of Bionic Engineering*, vol. 6, issue 3, pp. 264-269, 2009
8. Aziz A.N., Siregar P., **Nazaruddin Y.Y.**, and Bindar Y., "Improving the Performance of Temperature Model of Economizer Using Bond Graph and Genetic Algorithm", *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS*, vol. 12, no. 01, 2012
9. Aziz A.N., **Nazaruddin Y.Y.**, Siregar P., and Bindar Y., "Structured Mathematical Modeling of Industrial Boiler", *Journal of Engineering and Technological Sciences*, vol. 45, no. 1, 2014
10. Tamba, T.A., **Nazaruddin Y.Y.**, "Asymptotic Stability of Levy-driven Nonlinear Dynamical Processes", *Journal of Control & Intelligent*, ACTA Press, vol. 44(2), 2016

b. Dalam Jurnal Nasional

1. Widjiantoro, B.L., The, H.L., **Nazaruddin, Y.Y.**, Abednego, B.S., "LOLIMOT Based Model Predictive Control", *Majalah IPTEK*, Vol. 15, No. 1, LPPM Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Februari 2004, pp. 9-17
2. Widjiantoro, B.L., **Nazaruddin, Y.Y.**, Nurdin, M., "Development and Performance of Neural Networks Based Nonlinear Model Predictive Control on Heat Exchanger Unit", *Majalah IPTEK*, Vol. 17, No. 2, LPPM Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Mei

2006, pp. 57-64

3. Suweni M., **Nazaruddin Y.Y.**, "Implementasi Algoritma Genetika untuk Menentukan Karakter Greenhouse dengan Teknik Identifikasi", *Jurnal Fisika dan Aplikasinya, Jurusan Fisika, FMIPA, ITS, Surabaya*, Vol. 4, no. 1, Januari 2008
4. **Nazaruddin, Y.Y.**, Nugroho, S., Sudarto, "Pemodelan Kolom Distilasi Aqua Amoniak Biner di Pabrik Pupuk Menggunakan Teknik Identifikasi Nonlinier Berbasis Metoda Jaringan Wavelet", *Jurnal Teknologi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, Edisi No. 2 th. XXII, Juni 2008, pp. 153-162, ISSN 0215-1685
5. **Nazaruddin, Y.Y.**, Nugroho, S., Nurmansyah, D. Satriya, "Pemodelan Plant Reactor Sintesis Urea Pabrik Pupuk Menggunakan Teknik Identifikasi", *INDUSTRI - Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi, FTI-ITS*, Vol. 7, No. 2, Juni 2008, 67-146
6. **Nazaruddin, Y.Y.**, Meiriansyah, A., "Pengontrol PI Swatata Berbasis Neuro-Fuzzy (Neuro-Fuzzy Based Self-Tuning PI Controller)", *Jurnal Instrumentasi, Himpunan Instrumentasi Indonesia (HimII)*, Vol. 33, No. 1, Januari-Juni 2009
7. Pratikto, **Nazaruddin Y.Y.**, Leksono E., Abidin Z., "Pengembangan Sistem Kontrol Traksi Mobil Elektrik Berbasis Rekonstruksi Keadaan Kecepatan Model Roda", *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, Vol. 01, No. 2, Desember 2010

c. Dalam Prosiding Konferensi Internasional

1. **Nazaruddin, Y.Y.**, Unbehauen, H., "State-space Adaptive Control of a Turbo-generator Pilot Plant", *Proceed. 12th IFAC World Congress*,

- Sydney, Vol.1, 1993, pp.211-216,
2. Unbehauen, H., **Nazaruddin, Y.Y.**, "An Adaptive Multivariable State-Feedback Controller and its Practical Application", *Proceed. 8th. Yale Workshop on Adaptive and Learning Systems*, Yale University, USA, June 13-15, 1994, pp. 233-238
 3. **Nazaruddin, Y.Y.**, Unbehauen, H., "Application of a Multivariable State Space Adaptive Controller to a Turbo generator Pilot Plant", *Proceed. of the First Asian Control Conference (ASCC)*, Tokyo, Japan, Juli, 1994, Vol.3, pp. 463-466
 4. Martinus, D., Soenarko, B. , **Nazaruddin, Y.Y.**, "Optimal Control Design with Preview for Semi-active Suspension on a Half-Vehicle Model", *Proceed. Conference on Decision and Control (CDC)96*, Kobe, Japan, December 1996
 5. **Nazaruddin, Y.Y.**, Soenarko, B., Martinus, D., "Performance Analysis of an Optimal Preview Control for Semi-Active Vehicle Suspension System", *Proceed. of the Second Asian Control Conference (ASCC)*, Seoul, Korea, July 22-25, 1997
 6. **Nazaruddin, Y.Y.**, Astrid, P., Samyudi, Y., "Indirect Supervisory Adaptive Fuzzy Controller Design for a Neutralization Process", *Proceed. of 14th IFAC World Congress*, Beijing, China, July 5-9, 1999, vol J, pp. 391-396
 7. Siahaan, H.B., **Nazaruddin, Y.Y.**, Yuliar, S., "A Neural Networks Approach to Nonlinear Control of Neutralization Process", *Proceed. of 14th IFAC World Congress*, Beijing, China, July 5-9, 1999, vol J, pp. 361-365
 8. **Nazaruddin, Y.Y.**, Yamakita, M., "Neuro-Fuzzy Based Modeling of Vehicle Suspension System", *Proceed. of IEEE International*

- Conference on Control Applications (CCA'99)*, Kohala Coast, Island of Hawaii, Hawaii, USA, August 22-26, 1999, Vol. 2, pp. 1490-1495
9. **Nazaruddin, Y.Y.**, Astrid, P., Samyudi, Y., "Direct Supervisory Adaptive Fuzzy Controller Applied to pH Control", *Proceed of European Control Conference (ECC'99)*, Karlsruhe, Germany, August 31-September 3, 1999
 10. **Nazaruddin, Y.Y.**, Turnip, A., "Adaptive Active Suspension Design Using Model Reference Adaptive Control Technique", *Proceed. of the Third Asian Control Conference (ASCC)*, Shanghai, China, July 4-7, 2000
 11. Hidayat, A., **Nazaruddin, Y.Y.**, "Computer-Aided Learning in Automatic Control Subject Using an Interactive 3-D Visualization", *Proceed. of the Third Asian Control Conference (ASCC)*, Shanghai, China, July 4-7, 2000
 12. **Nazaruddin, Y.Y.**, Naba, A., The, H.L., "Modified Adaptive Fuzzy Control System Using Universal Supervisory Controller", *Proceed. of the 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI'2000) and 6th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis (ISAS'2000)*, Orlando, Florida, USA, July 23-26, 2000, vol. IX, pp. 184-188
 13. **Nazaruddin, Y.Y.**, Kurniawan, I., Samsi, A., "Inverse Learning Control Using Adaptive Neuro-Fuzzy Controller with Genetic Algorithm", *Proceed. of the 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI'2000) and 6th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis (ISAS'2000)*, Orlando, Florida, USA, July 23-26, 2000, vol. III, pp. 294-299

14. Rejo, A., Suroso, Budistra, I.W., Purwadaria, H.K., Susanto, S., **Nazaruddin, Y.Y.**, "Classification Model for Predicting Maturity and Damage of Durian Fruit with Neural Network", *Proceed. of 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications*, Bali, Indonesia, 22-24 August 2001
15. **Nazaruddin, Y.Y.**, Tjandrakusuma, Paula F., "On-line Adaptive Predictive Control of a Process Mini-Plant Using Neuro-Fuzzy Based Modelling", *Proceed. of the IEEE International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (M²VIP '2001)*, Hong Kong, August 27-29, 2001
16. **Nazaruddin, Y.Y.**, Kurniawan, I., Samsi, A., "Control of a Neutralization Process by an Adaptive Neuro-Fuzzy Controller with Genetic Algorithm", *Proceed. the 3rd. International Conference on Control Theory and Application (ICCTA'01)*, Pretoria, South Africa, December 12-14, 2001, pp. 459-463
17. **Nazaruddin, Y.Y.**, Edna, C., "Neuro-Fuzzy Based Control Loop Tuner", *Proceed. of 15th IFAC World Congress*, Barcelona, Spain, July 21-26, 2002
18. **Nazaruddin, Y.Y.**, Maulana, Feri, "Implementation of Web-Based Monitoring and Control System of a Process Mini-Plant", *Proceed. of the Fourth Asian Control Conference (ASCC)*, Singapore, September 25-27, 2002
19. **Nazaruddin, Y.Y.**, Maulana, Fajrih, "Optimizing the Performance of Predictive Control Using Genetic Algorithm", *Proceed. of the IASTED International Conference on Intelligent Systems and Control (ISC'2002)*, Tsukuba, Japan, October 2-4, 2002
20. **Nazaruddin, Y.Y.**, Waluyo, Joko, Hadisupadmo, S., "Inverse

- Learning Control Using Neuro-Fuzzy Approach for a Process Mini-Plant", *Proceed. of the International Conference on Physics and Control (PHYSCON'2003)*, Saint Petersburg, Russia, August 20-22, 2003
21. **Nazaruddin, Y.Y.**, Maulana, Fajrih, "Implementing GA-Based Predictive Controller for On-line Control of a Process Mini-Plant", *Proceed. of the 13th IFAC SIMPOSIUM on System Identification (SYSID'2003)*, Rotterdam, the Netherlands, August 27-29, 2003
22. Nugroho, Satriyo, **Nazaruddin, Y.Y.**, Tjokronegoro, H.T., "Non-linear Identification of Aqueous Ammonia Binary Distillation Column Based-on Simple Hammerstein Model", *Proceed. of the Fifth Asian Control Conference (ASCC)*, Melbourne, Australia, July, 20-23, 2004
23. **Nazaruddin, Y.Y.**, Muhamad, A, "Adaptive-Predictive Control with Intelligent Virtual Sensor", *Proceed. of 16th IFAC World Congress on Automatic Control*, Praque, Czech Republic, July 3-8, 2005
24. Santoso, H., **Nazaruddin, Y.Y.**, Muchtadi, F.I., "Boiler Performance Optimization Using Fuzzy Logic Controller", *Proceed. of 16th IFAC World Congress on Automatic Control*, Praque, Czech Republic, July 3-8, 2005
25. **Nazaruddin, Y.Y.**, Djajalaksana, Y.B., "Web-Based Plant Performance Monitoring and Control", *Proceed. International Conference on Instrumentation, Communication and Information Technology (ICICI) 2005*, Bandung, Indonesia, August 3-5, 2005
26. Uning B., The H.L., Abednego B.S.P., **Nazaruddin, Y.Y.**, "Object Oriented Fuzzy Knowledge System", *Proceed. the 3rd International*

- Conference on Computation, Intelligence, Robotics and Autonomous System (CIRAS'2005)*, Singapore, December 13-16, 2005
27. Muntini, M.S., **Nazaruddin, Y.Y.**, The H.L., Handojo, L., "Virtual Sensor Application to Predict the Chemical Contents of Black Tea", *Proceed. the 3rd International Conference on Computation, Intelligence, Robotics and Autonomous System (CIRAS'2005)*, Singapore, December 13-16, 2005
 28. Priandoko, B., Achmad, A.S., **Nazaruddin, Y.Y.**, Sasongko, D., "Genetic Algorithm-based Optimization in Nonlinear Predictive Control for Binary Distillation Unit", *Proceed. the 3rd International Conference on Computation, Intelligence, Robotics and Autonomous System (CIRAS'2005)*, Singapore, December 13-16, 2005
 29. Uning B., The H.L., Abednego B.S.P., **Nazaruddin, Y.Y.**, "Fuzzy Competition Algorithm for Job Shop Scheduling", *Proceed. the 9th International Conference on Mechatronics Technology (ICMT'2005)*, Kuala Lumpur, Malaysia, December, 2005
 30. Uning B., The H.L., Abednego B.S.P., **Nazaruddin, Y.Y.**, "Hierarchical Fuzzy Competition Algorithm for Complex Job Shops Scheduling", *Proceed. of the 2006 IEEE International Conference on Engineering of Intelligent Systems (ICEIS'2006)*, Islamabad, Pakistan, April 22-23, 2006
 31. Nugroho, Satriyo, **Nazaruddin, Y.Y.**, Tjokronegoro, H.T., "Modeling and Pole Placement Type Adaptive Control Design of Aqueous Ammonia Binary Distillation Column", *Proceed. of the 6th Asian Control Conference (ASCC'2006)*, Bali, Indonesia, July, 18 - 21, 2006
 32. Handoko P. Yeffry., **Nazaruddin Y.Y.**, Riyanto, B., Leksono E.,

- "Study On Turning And Straight Motion of a Fish Robot Using Catching Prey and Escape Behaviour Mode", *Proceed. the 2nd Indonesia Japan Joint Scientific Symposium 2006 (IJSS 2006)*, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, September 6-8, 2006
33. **Nazaruddin, Y.Y.**, Yuliati, "Wavenet Based Modeling of Vehicle Suspension System", *Proceed. of 32nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Conservatoire National des Arts & Metiers, Paris, France, November 7 - 10, 2006*
 34. **Nazaruddin, Y.Y.**, Siahaan, A., "Integrating Feedforward and Recurrent Neural Network for On-line Adaptive Control of a Process Mini-plant", *Proceed. International Conference on Instrumentation, Communication and Information Technology (ICICI) 2007*, Bandung, Indonesia, August 8-9, 2007
 35. Aribowo A.G., **Nazaruddin Y.Y.**, Joelianto E., Sutarto H.Y., "Stabilization of Rotary Double Inverted Pendulum using Robust Gain-Scheduling Control", *Proceed. of SICE (Society of Instrument and Control Engineers) Annual Conference 2007*, Sept, 17-20, Japan
 36. **Nazaruddin, Y.Y.**, Wibowo, M.W., "Performance Assessment of an Industrial Waste Heat Boiler Using Minimum Variance Control", *Proceed. International Conference on Intelligent Unmanned System (ICIUS'2007)*, Bali, Indonesia, October 24-25, 2007
 37. **Nazaruddin, Y.Y.**, Hariz, Luthfi, "Development of Adaptive Predictive Controller for a Primary Reformer Unit in Ammonia Plant Using Neuro-Fuzzy Based", *Proceed. of the AUN/SEED-Net Fieldwise Seminar on Control Engineering*, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, November 22-23, 2007
 38. **Nazaruddin, Y.Y.**, Sudarto, "Neuro-Fuzzy and Wavelet Network

- (Wavenet) Based Modeling of an Ammonia Converter Unit”, *Proceed. the 4th International Conference on Computational Intelligence, Robotics and Autonomous System (CIRAS’2007)*, Palmerston North, New Zealand, November 28-30, 2007
39. **Nazaruddin, Y.Y.**, Cahyadi, F., “Adaptive Predictive Control Strategy Using Wavenet Based Plant Modeling”, *Proceed. 17th IFAC World Congress on Automatic Control*, Seoul, Korea, July 6-11, 2008
 40. **Nazaruddin, Y.Y.**, Aziz, A.N., Sudibjo, W., “Improving the Performance of Industrial Boiler using Artificial Neural Network Modeling and Advanced Combustion Control”, *Proceed. International Conferences on Control, Automation and Systems 2008 (ICCAS2008)*, October 14-17, 2008, Coex, Seoul, Korea
 41. **Nazaruddin, Y.Y.**, Aziz, A.N., Priatna, O., “Improving Performance of PID Controller Using Artificial Neural Network for Disturbance Rejection of High Pressure Steam Temperature Control in Industrial Boiler”, *Proceed. International Conferences on Control, Automation and Systems 2008 (ICCAS2008)*, October 14-17, 2008, Coex, Seoul, Korea
 42. **Nazaruddin Y.Y.**, Sista Dewi, Ekawati, E., Nugroho, S., “Applying Neuro-Fuzzy Approach for Ratio Control of Primary Reformer in Petrochemical Plant”, *Proceed. of 3rd International Conference on Instrumentation, Control and Automation (ICA) 2013*, Denpasar, Bali, August 28-30, 2013
 43. **Nazaruddin Y.Y.**, Tamba, T.A., “Towards a Framework for Resilient Monitoring & Control Systems Design: An Application in Network of Power Systems”, *Workshop on Resilience Energy Systems 2016*, Bandung, Indonesia, May, 16-20, 2016

44. **Nazaruddin Y.Y.**, Hakim, I.R., Tamba, T.A., Nugroho, S., “Design of Neuro-Fuzzy Based Inferential Measurement of Stripper Unit in a Fertilizer Plant”, *Proceed. of 4th International Conference on Instrumentation, Control and Automation (ICA) 2016*, Bandung, August 29-31, 2016

d. Dalam Prosiding Konferensi Nasional

1. Widjiantoro, B.L., Nurdin, M., **Nazaruddin, Y.Y.**, *On-line Implementation of Neural Networks Based Model Predictive Control on Heat Exchanger Unit*, *Proceed. of Industrial Electronics Seminar 2004 (IES’04)*, EEPIS-ITS, Surabaya, October 12, 2004, pp. 280-285
2. Wibowo, M.W., **Nazaruddin, Y.Y.**, Muchtadi, F.I., “Penilaian Performansi Pengontrol Dengan Metode Minimum Variance Control”, *Prosiding Conference on Instrumentation and Control (CIC’2007)*, Bandung, February 19–20, 2007
3. Pratikto, **Nazaruddin, Y.Y.**, Leksono, E., “Pengaruh Perubahan Parameter pada Performansi Sistem Kontrol Kemudi Aktif Berbasis Model Gerak Lateral Mobil Listrik”, *Prosiding Conference on Instrumentation and Control (CIC’2007)*, Bandung, February 19–20, 2007
4. Handoko P.Y., **Nazaruddin Y.Y.**, Leksono E., Riyanto B., “Designing Daphnia Detector As Submarine Robot Sensor”, *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Aplikasinya - SNIKA 2007*, 22 Nopember 2007
5. **Nazaruddin Y.Y.**, Aziz, N., Siregar P., Bindar Y., “Potensi Penghematan Biaya Energi dari Operasional Boiler di Industri Minyak dengan Penggunaan Pengontrol Pembakaran Berbasis

Neural-Predictive”, *Dies Emas ITB : Seminar Nasional Pengembangan Kebijakan, Manajemen, dan Teknologi di Bidang Energi*, Kampus ITB, 4-5 Maret 2009

6. Aziz A.N., Siregar P., **Nazaruddin Y.Y.**, Bindar Y., “Application of Bond graph Modeling in Industrial Boiler Simulator Development”, *Prosiding Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia*, Purwokerto, 18-19 Desember 2010

VII. PENGHARGAAN

- Tanda Jasa Penghargaan Ganesa Wira Adi Utama, Institut Teknologi Bandung, 25 Juni 2001
- Tanda Jasa Penghargaan Satyalancana Karya Satya X, Republik Indonesia, 17 Agustus 2002
- Winning awards of Challengers Problem of AUN-SEED Field Wise Seminar (FWS) Benchmark Problem on Robust Stabilization of a Double Inverted Pendulum, dan dipresentasikan pada SICE’2007 International Conference, Kagawa, Japan
- Best Oral Presentation Runner-up award, 4th International Conference on Computational Intelligence, Robotics & Autonomous Systems (CIRAS’2007), Massey University College of Sciences, Palmerston North, New Zealand, November 28-30, 2007
- Tanda Jasa Penghargaan Satyalancana Karya Satya XX, Republik Indonesia, 17 Agustus 2014
- Tanda Jasa Penghargaan Satyalancana Karya Satya XX, Republik Indonesia, 17 Agustus 2015

- Tanda Jasa Penghargaan Pengabdian 25 Tahun ITB, Institut Teknologi Bandung, 17 Agustus 2016

VIII. SERTIFIKASI

- Sertifikasi Dosen, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2012
- *Insinyur Profesional Madya (IPM)*, sertifikasi sebagai *professional engineer* oleh Persatuan Insinyur Indonesia (PII), 1999, 2016

IX. RIWAYAT PROFESIONAL LAINNYA

- 1985-2008 : Ketua tim dan koordinator, instruktur, dan penulis buku pelatihan untuk Industrial Training/Courses dalam bidang Instrumentasi dan Kontrol untuk berbagai industri oil & gas, petrokimia, semen, ketenagalistrikan, pertambangan, dan sebagainya, di Indonesia
- 1995-1997: Anggota Team Satuan Tugas Pengembangan Kebijakan Pendidikan Teknik dan Kejuruan (*Taskforce for Technical and Vocational Education Policy*), Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Republik Indonesia, Jakarta
- Juni-Sept. : Visiting Researcher at the Department of Control and Systems Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan
1998
- 1984-2008 : Konsultan teknis dan team leader pada berbagai proyek yang berkaitan dengan bidang instrumen-

tasi dan kontrol pada berbagai industri oil & gas, petrokimia, semen, ketenagalistrikan, pertambangan, dan sebagainya di Indonesia, bekerja sama dengan LAPIITB dan PT. LAPIITB.

- Jan. 2001 : Visiting Scientist at the Institute for Process Automation, Faculty for Electrical and Computer Engineering, University of Kaiserslautern, Kaiserslautern, Germany
- Juli 2002 : Sebagai *Jury* pada 33rd *International Physics Olympiad*, Denpasar, Bali
- Okt. 2002 : Visiting Scientist at the Department of Control and Systems Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, October 5 - 17, 2002
- 1986-2008 : Konsultan teknis dan instruktur pada program training berkaitan dengan bidang instrumentasi dan kontrol pada berbagai industri oil & gas, petrokimia, semen, ketenagalistrikan, pertambangan, dan sebagainya di Indonesia (mis. HUFFCO Muara Badak, PT. Badak NGL Co., PT. Pupuk Kalimantan Timur (PKT), TOTAL Indonesia, Atlantic Richfield Company (ARCO), Caltex Pacific Indonesia, PT. ARUN, PT. ARCO, EKSPANS, PT. Krakatau Steel, Indonesia Cement and Concrete Institute (ISCI), Pertamina, PT. Indocement, PT. AMOSEAS, PT. Kaltim Methanol Industri (KMI), PT. PLN, PT. Semen Gresik, PT. Pupuk Iskandar Muda, PT. Pupuk Kujang, PT. Beyond Petroleum (BP), Unocoal

Indonesia, PT. Chandra Asri, PT. Petrokimia Gresik, PT. Medco Methanol Bunyu, PT. Newmont, PT. Freeport, PT. Medco Energi, Medco E&P, ConocoPhillips, PT. Chevron Geothermal Salak Ltd, PT. Semen Padang, PT. Star Energy, PT. Amoco Mitsui PTA, PT. Indonesia Power UBT Suralaya, PT. Mitsubishi Chemicals, VICO Indonesia, Chevron Pacific Indonesia, PT. Transportasi Gas Indonesia, PT. Bio Farma, PT. Indah Kiat Pulp and Paper (IKPP), dan banyak lainnya

- 2008-2012: *Atase Pendidikan dan Kebudayaan (Atdikbud)* pada Kedutaan Besar Republik Indonesia (KBRI) Berlin, Republik Federal Jerman
- 2012-2015: *Kepala Pusat Data dan Statistik Pendidikan*, Sekretariat Jenderal, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- 2014-skrng: Sebagai Anggota Dewan Pengawas (Dewas) Universitas Mataram, Mataram
- 2015 : Sebagai Anggota Tim Ahli Pengembangan Basis Data untuk Sistem Pendidikan Nasional, Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP)
- 1995-2014 : Menjadi anggota tim Nasional untuk berbagai kegiatan internasional di beberapa Negara seperti misalnya Thailand, Malaysia, Taiwan, Korea Selatan, Australia, Swiss, Jerman, Inggris, Perancis, Denmark, Rusia, Kanada, dan sebagainya
- 1983-skrng. : Mempublikasi lebih dari 160 makalah pada jurnal dan prosiding konferensi nasional dan internasional

serta berperan aktif sebagai pembicara maupun *reviewer* pada kegiatan seminar, workshop dan konferensi nasional maupun internasional serta *reviewer* berbagai journal internasional.

- 2006-Des. : Wakil Ketua Dewan Pembina Yayasan Taman Lalu-Lintas Ade Irma Suryani Nasution (YTLL-AISN), Bandung
- Des. 2015- : Ketua Dewan Pembina Yayasan Taman Lalu-Lintas sekarang Ade Irma Suryani Nasution (YTLL-AISN), Bandung
- Jan. 2016- : Anggota tim Pengarah Satgas Pendirian Pusat sekarang Perkeretaapian Nasional (National Railway Centre), Institut Teknologi Bandung (ITB)