

METODE PENGUKURAN TEGANGAN DAN REGANGAN MENGUNAKAN CAD/CAM/CAE SOFTWARE; STUDY KOMPARASI DENGAN *UNIVERSAL TESTING MACHINE*

Yuwono Budi Pratiknyo, ST, Ir. Susila Candra, MT

Teknik Manufaktur, Universitas Surabaya
Gedung TG.5.2 , Jln Raya Kali Rungkut, Telp 031-2981397, Surabaya
E-Mail : yuwonobudi@yahoo.com, us61132@dingo.ubaya.ac.id

Abstrak

Pengujian Uji Tarik suatu matrial menggunakan mesin Universal Testing Machine (UTM) sudah umum dilakukan, pengujian ini dilakukan untuk menghitung seberapa besar tegangan dan regangan yang terjadi akibat pembebanan dan fenomena-fenomena apa yang terjadi ketika pembebanan masih berlangsung. Pada sisi lain perkembangan drawing software dalam beberapa aplikasi khususnya dalam struktur analysis juga berkembang dengan pesat, banyak software yang menawarkan kemampuan dalam menganalisa struktur. Seberapa besar keakuratan yang didapatkan pada masing-masing pengukuran baik menggunakan UTM maupun software belum diketahui, sehingga untuk mengetahui besar keakuratan pada masing-masing pengukuran perlu diadakan suatu penelitian. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode komparasi dimana dilakukan perbandingan antara hasil perhitungan matematis dengan hasil uji material dengan menggunakan simulasi software dan dengan menggunakan mesin UTM,. Hasil dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar perbedaan yang terjadi dari cara pengujian menggunakan UTM dan simulasi menggunakan Software CAD/CAM/CAE dibandingkan perhitungan matematis. Dari penelitian ini didapatkan bahwa hasil simulasi menggunakan software secara garis besar menunjukkan hasil yang relevan, namun perlu diperhatikan bahwa masukan data-data (load, material, constrain) dalam simulasi sangat berperan. Penelitian ini juga menghasilkan seberapa besar keakuratan ayau nilai eror dari mesin UTM

Kata Kunci : UTM, CAD/CAM/CAE, Tegangan, Regangan

1. Pendahuluan

Pengujian tarik dilakukan untuk menghitung seberapa besar tegangan dan regangan yang terjadi akibat pembebanan dan fenomena-fenomena apa yang terjadi ketika pembebanan masih berlangsung. Standarisasi pengujian tarik suatu matrial menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) sudah umum dilakukan. Spesimen uji tarik telah sesuai dengan standar JIS Z 2201 yaitu standar spesimen pengujian tarik untuk *metallic materials* dan berbagai bentuk bahan. Pengujian destruktif ini banyak digunakan pada institusi pendidikan maupun pemerintah untuk mengetahui sifat mekanik dari suatu material.

Pada sisi lain perkembangan CAD/CAM/CAE software dalam beberapa aplikasi khususnya dalam struktur analysis juga sudah berkembang dengan pesatnya, banyak software yang menawarkan kemampuan dalam menganalisa struktur, namun pengujian *tensile strength* menggunakan *drawing software* belum banyak digunakan.

Pada *stress analysis* menggunakan *drawing software* ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemodelan, penentuan gaya dan konstrain. Apabila penentuan salah satu dari ketiga hal tersebut tidak tepat maka hasil analisa juga akan berubah. Sehingga perlu dibuat suatu standarisasi dari proses/simulasi pengujian menggunakan *drawing software*. Hasil dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar

perbedaan yang terjadi dari cara pengujian menggunakan UTM dan simulasi menggunakan *software* CAD/CAM/CAE, dan untuk mengetahui seberapa besar keakuratan masing-masing pengujian baik yang menggunakan mesin UTM maupun simulasi *software* CAD/CAM/CAE .

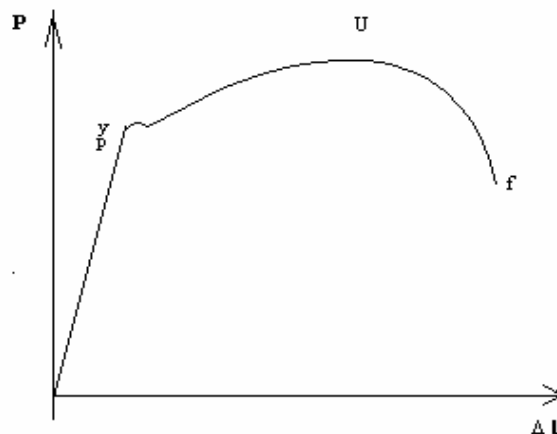
2. Dasar Teori

2.1. Tensile Stress Test

Tensile stress test (pengujian tarik) dilakukan untuk mendapat sifat mekanik bahan seperti kekuatan tarik, kekuatan luluh, keuletan. Sifat mekanik bahan pada pengujian tarik didapat dari grafik tegangan dan regangan hasil uji tarik. Dengan grafik dan dimensi spesimen uji, maka dapat diperkirakan harga *Tensile Strength*, *Yield Strength*, Modulus Elastisitas, Elongation, Reduksi Area, Modulus Ketangguhan, Konstanta Penguatan (K), Pengeras Regang Eksponensial (n) dan sebagainya.

Prinsip pengujian tarik adalah pengujian penarikan spesimen dengan cara pemberian gaya uniaxial (satu sumbu) sehingga spesimen atau bahan akan mengalami deformasi atau bertambah panjang, sampai spesimen rusak/putus. Pertambahan gaya dan pertambahan perpanjangan diamati dan menjadi keluaran data awal dari pengujian tarik. Sehingga akan diperoleh grafik hasil pengeplotan data gaya dan pertambahan panjang spesimen sampai spesimen rusak.

Data yang diperoleh dari mesin tarik diperoleh grafik dalam bentuk pertambahan gaya tarik melawan pertambahan panjang/grafik P- ΔL (Gambar 1). Grafik ini masih belum banyak gunanya karena hanya menggambarkan kemampuan batang uji (bukan kemampuan bahan) untuk menerima beban. Sehingga dari grafik P- ΔL diubah menjadi diagram tegangan teknik-regangan teknik (*Engineering Stress-Engineering Strain*), selanjutnya diubah menjadi grafik Tegangan Sebenarnya-Regangan Sebenarnya.



Gambar.1 Grafik P- ΔL

Tegangan dan regangan yang bekerja pada saat batang uji menerima beban P kg dan batang uji akan mengalami perpanjangan ΔL mm, adalah :

$$\sigma = \frac{P}{A_o} \quad (1)$$

dan

$$\varepsilon = \frac{L - L_o}{L_o} \quad (2)$$

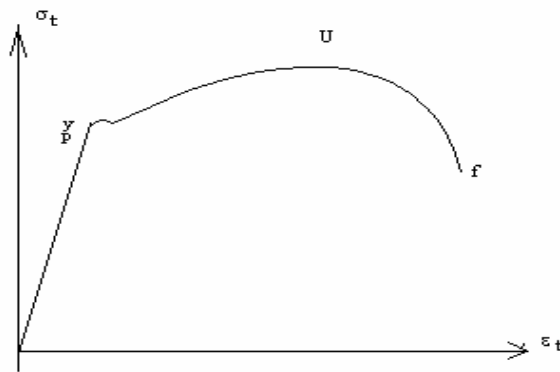
dimana :

A_o = Luas penampang uji mula-mula

L_o = Panjang batang uji mula-mula

L = Panjang batang uji saat menerima beban.

Pada tiap-tiap perubahan gaya dan perubahan pertambahan panjang pada grafik $P-\Delta L$ dibuat grafik tegangan dan regangan teknik ($\sigma_t-\varepsilon_t$) (Gambar 2)



Gambar 2 : Diagram $\sigma_t-\varepsilon_t$

Diagram diatas adalah merupakan tegangan - regangan teknik. Tegangan yang diperoleh adalah bukan merupakan tegangan sebenarnya, karena harga tegangan diperoleh dengan menganggap tidak ada perubahan pada luas penampang melintang spesimen. Meskipun demikian diagram tersebut dapat dipergunakan untuk keperluan engineering. Untuk mendapatkan diagram/grafik tegangan dan regangan sebenarnya diperlukan perhitungan penarikan berdasarkan panjang dan luas penampang sebenarnya. Diagram tegangan dan regangan teknik yang digambarkan berdasarkan perhitungan diatas disebut diubah menjadi diagram tegangan-regangan sebenarnya (*true stress-strain*) dengan penurunan rumusan pada tabel berikut ini.

URAIAN	TEKNIK	SEBENARNYA
REGANGAN	$\epsilon t = (L_f - L_o) / L_o$ $\epsilon t = \Delta L / L_o$	$\epsilon_s = \int_{L_o}^L \frac{dL}{L}$ $\epsilon_s = \ln(L_f / L_o) = \ln((L_o + \Delta L) / L_o)$ $\epsilon_s = \ln(1 + \epsilon t)$
TEGANGAN	$\sigma t = P / A_o$	$\sigma_s = P / A$, dengan asumsi vol konst. $A = A_o (L_o / L)$, $L = L_o + \Delta L$. Shg $\sigma_s = (P / A_o) ((L_o + \Delta L) / L_o)$ $\sigma_s = (P / A_o) (1 + \epsilon t)$

2.2. Persamaan Matematis Tegangan dan Regangan.

Hubungan antara tegangan nominal dengan tegangan sebenarnya (hanya berlaku dari titik yield sampai beban *ultimate*) adalah :

$$\sigma_s = \sigma t (1 + \epsilon t) \tag{3}$$

Hubungan antara regangan nominal dengan regangan sebenarnya (hanya berlaku dari titik yield sampai beban *ultimate*) adalah :

$$\epsilon_s = \ln(1 + \epsilon t) \tag{4}$$

Hubungan antara tegangan dan regangan diatas secara matematis memiliki persamaan :

$$\sigma_s = k \epsilon_s^n \tag{5}$$

Dimana :

- k = *strength coefficient*
- n = *strain hardening exponent*

Untuk mendapatkan harga K dan n dihitung dari :

persamaan $\sigma_s = k \epsilon_s^n$ yang kemudian dilogaritmakan atau dijadikan Ln sehingga diperoleh persamaan $\ln(\sigma_s) = \ln(K) + n \ln(\epsilon_s)$. Persamaan ini merupakan persamaan garis. Dari grafik tegangan dan regangan sebenarnya dan dengan pengamatan pada daerah setelah yiled sampai dengan *ultimate* (sebelum terjadi *necking*) dicari harga K dan n. Dimana n diperoleh dengan mencari gradien persamaan garis lurus : $\ln(\sigma_s) = \ln(K) + n \ln(\epsilon_s)$ dan harga K diperoleh setelah mendapat harga n dan memasukkan harga tegangan regangan sebenarnya pada titik tertentu pada daerah deformasi plastis di grafik $\sigma_s - \epsilon_s$.

Persamaan (5) tidak berlaku pada daerah diatas tegangan maksimal karena pada daerah tersebut spesimen akan mulai terjadi necking atau pengecilan luas penampang setempat.

2.3 Sifat Mekanik Material

a. Sifat Mekanik di Daerah Deformasi Elastis

Daerah deformasi elastis adalah berada pada daerah sebelum *yield point* atau titik batas proposional (*proportionality limit*). Dimana pada daerah tersebut, hubungan antara tegangan dengan regangan berbanding lurus secara proporsional (berlaku hukum Hook). Dan pada daerah tersebut gaya tarik dihilangkan maka kecenderungan spesimen/bahan akan kembali ke posisi semula. Jika beban dinaikkan maka pertambahan panjang tidak lagi berbanding lurus. Sedang titik *yield* terjadi jika ada indikasi kejadian pertambahan panjang tanpa disertai penambahan beban. pada kondisi tersebut batang biasa dikatakan dalam kondisi luluh (*yield*). Keadaan ini berlangsung beberapa saat kemudian beban naik lagi, dan spesimen/bahan mulai mengalami deformasi plastis atau permanen.

b. Sifat Mekanik di Daerah Deformasi Plastis

Setelah melewati batas luluh (*yield*) bahan, pemberian pembebanan berlangsung terus sampai beban maksimum dengan pertambahan panjang serta pengecilan luas penampang yang mengikuti besar beban yang diterima. Setelah sedikit melewati titik maksimal spesimen mengalami pengecilan luas penampang setempat atau akan terjadi *local necking*. Ditunjukkan dengan penurunan beban yang disebabkan adanya pengecilan luas penampang setempat, sampai spesimen uji putus. Umumnya peristiwa *local necking* tampak jelas terjadi logam-logam yang bersifat ulet (*ductile*).

Sifat mekanik yang dapat diperoleh sampai batas deformasi elastis dan spesimen terputus antara lain :

1. Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*). Adalah kemampuan suatu bahan untuk menerima beban/tegangan tanpa mengalami rusak atau putus. Kekuatan tarik (*Ultimate Tensile Strength*, UTS):

$$UTS = \sigma_U = \frac{P_{maks}}{A_o} \quad (6)$$

2. Keuletan (*Ductility*). Adalah menggambarkan kemampuan untuk berdeformasi secara plastis tanpa menjadi patah. Keuletan biasanya ditunjukkan dengan prosentasi perpanjangan (*percentage elongation*, De). Atau juga bisa dinyatakan dengan prosentase penurunan luas penampang (*percentage reduction in area*, Da), yang besarnya adalah:

$$De = \frac{L_f - L_o}{L_o} \cdot 100\% \quad (7)$$

$$Da = \frac{A_o - A_f}{A_o} \cdot 100\% \quad (8)$$

L_f : panjang *gage length* setelah putus
 A_f : luas penampang batang setelah patah

3. Ketangguhan (*Toughness*). Adalah kemampuan menyerap energi tanpa mengakibatkan patah. Ketangguhan dinyatakan dengan modulus ketangguhan (*modulus of toughness* atau *toughness index number*). Secara grafik adalah luasan yang dibentuk di bawah diagram tegangan-regangan.

$$\text{untuk bahan yang ulet} \quad U_T = \epsilon_f \cdot \frac{\sigma_U + \sigma_y}{2} \quad (9)$$

$$\text{untuk bahan yang getas} \quad U_T = 2/3 \cdot \epsilon_f \cdot \sigma_U \quad (10)$$

Dimana : U_T = Modulus Ketangguhan

σ_U = *Ultimate tensile strength*

σ_y = *Yield strength*

ϵ_f = Regangan pada saat putus

3. Metodologi Percobaan

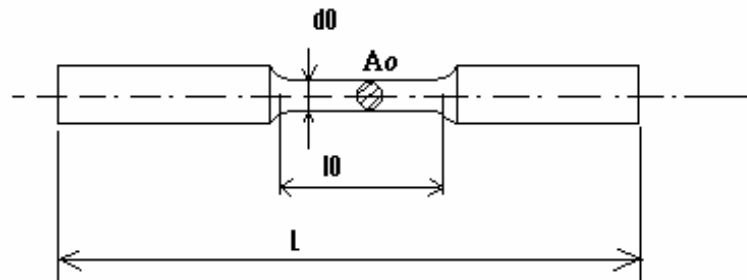
Pada penelitian ini menggunakan metode komparasi yaitu dengan membandingkan hasil perhitungan matematis, hasil percobaan dan hasil simulasi dengan menggunakan *drawing software* (Pro Engineer 2001). Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan spesimen dan dimensi material uji.
- b. Perhitungan matematis;
 - Perhitungan Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*).
 - Perhitungan Regangan.
- c. Percobaan Uji Tarik
 - Persiapan spesimen sesuai dengan standar yang telah ditentukan yaitu JIS Z2201 (spesimen uji untuk baja batangan) dan sesuaikan dengan dimensi pada perhitungan
 - Persiapan mesin uji tarik.
 - Siapkan kertas pada printer dan ploter (untuk mendapatkan grafik P- ΔL yang diperoleh dari mesin tarik).
 - Pengujian spesimen, yaitu menarik spesimen hingga patah.
 - Melakukan pencatatan besar gaya maksimal.
 - Pengukuran spesimen yang patah, kemudian ukur kembali dimensi-dimensinya, untuk mendapatkan harga ΔL .
 - Pengolahan data hasil uji tarik dari grafik P- ΔL dari mesin tarik
- d. Simulasi CAD/CAM/CAE *Software*
 - Buat *modelling* spesimen sesuai dengan standar yang telah ditentukan yaitu JIS Z2201 (spesimen uji untuk baja batangan) dan sesuaikan dengan dimensi pada perhitungan
 - Idealisasi model
 - Set up units dan material properties
 - Identifikasi constraints
 - Set loads
 - Analisa tegangan dan regangan
 - Tampilkan hasil analisa
- e. Komparasi hasil perhitungan, hasil percobaan dan hasil simulasi
- f. Apabila ada penyimpangan dari salah satu hasil, lihat kembali apakah prosedur yang dilakukan sudah benar ?
- g. Buat standarisasi proses simulasi perhitungan tegangan dan regangan menggunakan simulasi *drawing Software*.

4. Hasil Percobaan

4.1. Perhitungan Matematis

Spesimen uji telah dipersiapkan sesuai dengan dimensi spesimen uji tarik standars JIS Z 2201 yaitu standar spesimen pengujian tarik untuk *metallic materials* dan berbagai bentuk bahan. Seperti ditunjukkan pada gambar spesiman berikut :



Gb.3 Spesimen Uji Tarik

No	Dimensi/Spesifikasi	ST 42	ST60
1	d_o	7,1 mm	7,1 mm
2	A_o	39,571 mm ²	39,571 mm ²
3	l_o	50,6 mm	50,6 mm
4	L	199 mm	199 mm
5	Tegangan Yield	260 N/mm ²	340 N/mm ²
6	Tegangan Ultimate	420 – 500 N/mm ²	600-720 N/mm ²

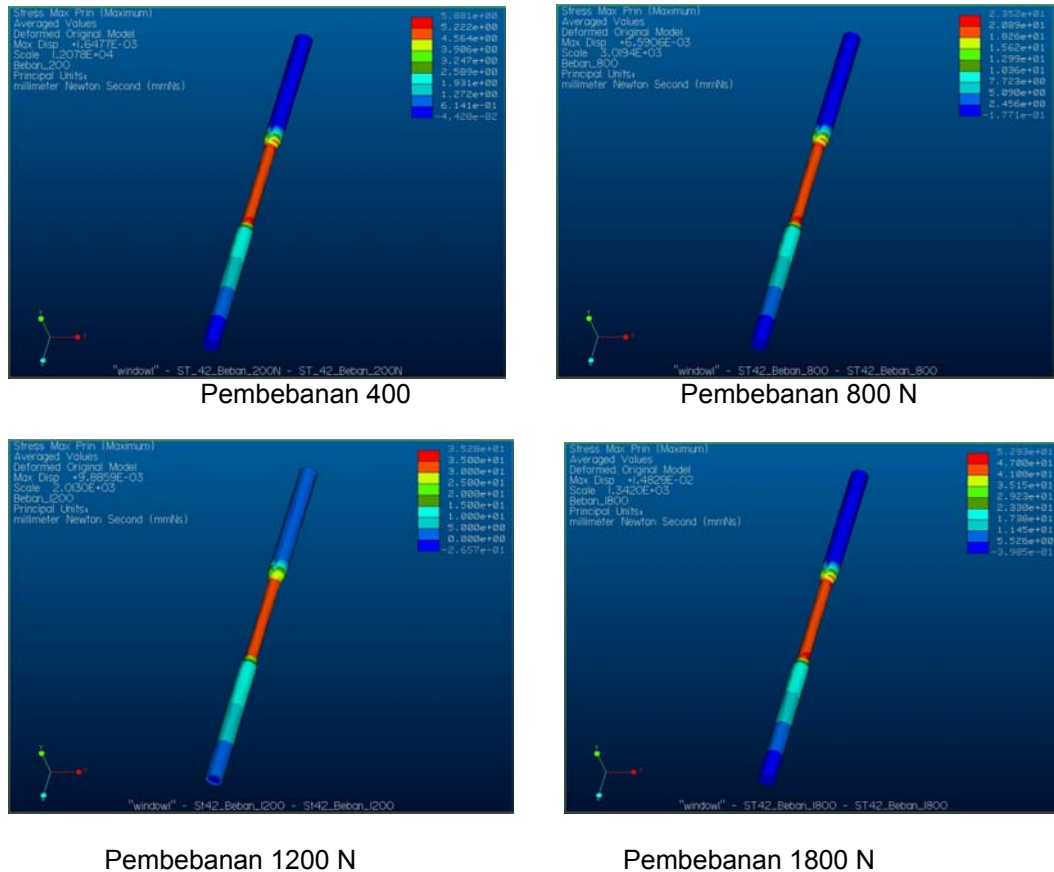
Hasil perhitungan secara teoritis seperti terlihat pada LAMPIRAN 1

4.2. Hasil Pengujian mesin UTM

Spesimen uji pada pengujian tarik ini menggunakan spesimen yang memiliki dimensi dan jenis yang sama dengan spesimen pada perhitungan matematis. spesimen yang digunakan yaitu ST 42 dan ST 60. Adapun hasil dari pengujian tarik terlihat pada LAMPIRAN 2 dan LAMPIRAN 3

4.3. Hasil Simulasi *Drawing Software*

Hasil output simulasi secara terperinci terlihat pada LAMPIRAN 4, adapun contoh tampilan simulasi seperti terlihat pada gambar 4 dibawah ini



Gambar 4 : Contoh Tampilan Simulasi

5. Kesimpulan

Metode pengukuran tegangan dan regangan menggunakan CAD/CAM/CAE *software* memiliki hasil yang sama dengan perhitungan matematis dan relatif sama dengan hasil pengujian di mesin UTM (tergantung dengan keakuratan mesin yang digunakan), sehingga memungkinkan digunakan sebagai pembandingan dalam pengujian tarik. Pengukuran tegangan dan regangan dengan simulasi ini juga berfungsi untuk mengetahui seberapa besar “eror” yang ada pada universal testing machine dan bisa menjadi alternatif tambahan dalam pengujian tarik disamping pengujian dengan menggunakan *universal testing machine*.

Daftar Pustaka

- Avner, Sidney H, 1978, Introduction to physical Metallurgy, Mc graw Hill Inc, New York.
 B.H. Amstead, 1985, Manufacturing Process, Terjemahan Sriati Djaprie, Erlangga, Jakarta.

Laktin Y, 1986, Engineering Physical Metallurgy, Mir Publisher, Moscow.

Sacri Subandi, Ir, Pengujian material, Bina Cipta, Jakarta

Robert Rizza, 2002, Getting Started With Pro/ENGINEER, Prentice Hall, New Jersey

Tim Dosen Teknik Manufaktur, 2003, Modul Praktikum Pengetahuan Bahan Teknik.

David S Kelly, 2001, Pro/Engineer Instructur, Mc Graw Hill International Edition, New York

Foundamentals of Pro/MECHANICA Structure/Thermal, Release 2001

JIS HANDBOOK, Ferrous Materials and Metalurgy

PROSIDING

Seminar Nasional Otomasi II

The World of Automation 2004

"Otomasi dan Perancangan Produk dalam Sistem Manufaktur"

2-3 Desember 2004
Hotel Sheraton Bandung
No. ISBN : 979-98176-1-7



Jurusan Teknik Industri
Universitas Katolik Parahyangan



PT. IBM Indonesia

DAFTAR ISI

[Kata Sambutan Ketua Panitia Seminar Nasional Otomasi 2004](#)

[Kata Sambutan Ketua Jurusan Teknik Industri](#)

[Kata Sambutan Dekan FTI](#)

Makalah Utama

U-1 "[Automated Engineering Design Process by Using Knowledgeware](#)"

PT IBM Indonesia : Bapak Nanang Ali Sutisna

U-2 "[Otomasi dalam Perancangan Produk dalam Industri Elektronik : Kasus di PT Polytron Indonesia](#)"

PT Polytron Indonesia : Tim Research & Development : Mora Panjaitan & Dahnari Yulia

U-3 "[Reverse Engineering dalam Proses Perancangan Produk : Pengembangan dan Penggunaan Berbagai Tools yang mendukung](#)"

PT IBM Indonesia : Bapak Nanang Ali Sutisna

U-4 "Otomasi dan Perancangan Produk : Aplikasi Reverse Engineering di MIDC"

Balai Besar Logam dan Mesin (Metal Industries Development Centre/MIDC)

Dr. Ing Indra Djodikusumo

A : CAD/CAPP/CAM

A-1 [Analisa Manufacturing Features dari VisualMill Basic 3.0 Free Version dan EdgeCAM 7.50 Evaluation Version](#)

Jaya Suteja, The

A-2 [Evaluasi Penggunaan Data Format Standar IGES dan STEP AP 203/214 untuk Menterjemahkan Computer Aided Design Data dari Pro/Engineer 2001 ke SolidWorks](#)

Sunardi Tjandra dan Jaya Suteja The

A-3 [Metode Standarisasi Pengukuran Tegangan dan Regangan Dengan Menggunakan CAD/CAM/CAE Software; Studi Kasus pada Mesin UTM](#)

Yuwono B Pratiknyo, ST dan Ir. Susila Candra, MT.

A-4 [Otomasi Proses Aliran Kontinyu Sistem Umpan Balik untuk Penyulingan Bunga Kenanga pada CAPP \(Computer Aided Process Planning\)](#)

Ir. Sumiati, MT

B : SISTEM KENDALI

B-1 [Aplikasi Embedded Internet untuk Kendali Jarak Jauh Berbasis WEB](#)

Resmana Lim dan Lauw Lim Untung

B-2 [Implementasi Electronic Load Cell dan Prgrammable Logic Controller \(PLC\) untuk Otomatisasi Mesin Pengantongan Pupuk Ammonium Sulfate \(ZA\) Curah](#)

Yuliati dan Satrio Nugroho

B-3 [Integrasi Mekanisme Kerja dan Kendali Robot Stamping Press dan Robot Welding](#)

P. Yudi Dwi Arliyanto

B-4 [Modul Kontroler Fuzzy untuk PLC Festo](#)

Thiang, Hendrik Thiehunan, dan Enggal Setiawan

B-5 [Perancangan Sistem Scada untuk Penalaan Kontroller PID pada Pengaturan Kecepatan Motor DC](#)

Handy Wicaksono dan Handry Khoswanto

C : OTOMASI DAN INTEGRASI DALAM SISTEM MANUFAKTUR

- C-1 [Integrasi Desain dan Fabrikasi Moulding Bersaluran Pendingin Konformal \(Aplikasi Teknologi Layer Manufaktur\)](#)**
A.E Tantowi, M.K Herliansyah, dan Fauzun
- C-2 [Pemodelan Sistem Pemantauan suatu Gardu Induk Secara Terpadu dengan Labview](#)**
Waluyo
- C-3 [Penentuan Mesin Produksi Cadangan Ditinjau dari Biaya Produksi yang Hilang pada PT. Cahaya Agung Citra Perkasa](#)**
Achmad Alfian dan Joni Wijaya
- C-4 [Pengembangan Sistem Keseimbangan pada Benda Berputar \(Balancing of Rotating Equipments\)](#)**
Ir. Bambang Setiawan, MT.
- C-5 [Perancangan Digital Read-Out pada Mesin Bubut Konvensional untuk Meminimasi Waktu Pengukuran](#)**
Kwa See Yong, Hadi Sentosa, Andrew joewono, Vincentius Oscar, dan Hendra A Mulya
- C-6 [Prototipe Gripper untuk Menggenggam Benda dengan Berbagai Tingkat Kekerasan](#)**
Muliady, ST., MT.

D : PERENCANAAN DAN PERANCANGAN PRODUK

- D-1 [Penerapan Metode Boothroyd-Dewhurst Dalam Perancangan Ulang Produk Dustbuster Untuk Meminimasi Waktu Perakitan Produk](#)**
Fuk Kin, Catharina B. Nawangpalupi dan Daniel Siswanto
- D-2 [Perancangan Ulang Part Berdasarkan Metode Boothroyd-Dewhurst dan Usulan Tata Letak Stasiun Perakitan Produk Kompor Jenis NGETL 10-50 \(Studi Kasus PT. Nayati Indonesia\)](#)**
Thedy Yogasara, ST., M.EngSc dan Febri Silviani
- D-3 [Proses Reverse Engineering pada Produk dengan Dimensi Tidak Presisi, Studi Kasus pada Revitalisasi Meriam S60](#)**
Alloysius Baskoro Junianto
- D-4 [The Application of Fuzzy Sets Theory for the Evaluation of Design Maturity](#)**
Sudaryanto
- D-5 [Perancangan Alat Bantu Terapi Sekunder Bagi Anak Penderita Attention Deficit Disorder Dan Attention Deficit Hyperactivity Disorder](#)**
Rini Ferliana, Catharina B. Nawangpalupi, Thedy Yogasara

E : SISTEM INFORMASI/ TEKNOLOGI INFORMASI

- E-1 [Material Location Storage Coding Bases Local Area Network Computer](#)**
Lasman Tampubolon dan Dudi Setiadi
- E-2 [Penggunaan Sistem Informasi Berbasis Komputer Sebagai Tahap Awal Siklus Pengembangan Produk](#)**
Leo Wilyanto Santoso
- E-3 [Perancangan dan Evaluasi Implementasi SAP R/3 ERP \(System Application Production in Data Processing Version R/3 Enterprise Resources Planning\) di PT. Domusindo Perdana](#)**
Zeplin Jiwa Husada Tarigan

E-4 [Product Data Management dalam Dunia Industri Manufaktur](#)

Bernardo Nugroho Yahya

F : ERGONOMI DALAM PERANCANGAN PRODUK**F-1 [Evaluasi dan Perancangan Ulang Kemudi dan Penumpang Mobil Kancil Berdasarkan Prinsip Ergonomi](#)**

Dr. Bagus A., ir., M.Eng, dan Thedy Yogasara, ST., M.EngSc, dan Shirley Wulansatya

F-2 [Perancangan Forklift Secara Ergonomis \(Studi Kasus di PT. Sinar Terang Logam Jaya\)](#)

Thedy Yogasara, ST., M.EngSc, Daniel Siswanto, ST., MT. dan Rieska Panghegar

F-3 [Perancangan Ulang Remote Control yang Disesuaikan dengan Karakteristik Orang Lanjut Usia](#)

Karina Yuliani, Catharina B. Nawangpalupi, dan Thedy Yogasara

[Profil Perusahaan](#)[Daftar Panitia](#)

SERTIFIKAT

Seminar Nasional Otomasi II

**The World of
Automation 2004**

"Otomasi dan Perancangan Produk dalam Sistem Manufaktur"

diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan & PT IBM Indonesia
Bandung, 2-3 Desember 2004

diberikan kepada

Yuwono Budi Pratiknyo, ST.

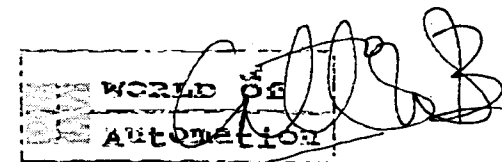
atas partisipasinya sebagai

Pemakalah

sebagai penghargaan atas dukungan dan keikutsertaannya demi keberlangsungan acara seminar ini



Dr. Budi Husodo Bisowarno, ir., M.Eng
Dekan Fakultas Teknologi Industri UNPAR



Catharina B. Nawangpalupi, M.EngSc, MTD
Ketua Panitia