



# PROSIDING

## Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin ke-13

### *“Kontribusi untuk Masyarakat”*

Universitas Indonesia, Kampus UI Depok  
15-16 Oktober 2014

disponsori oleh:



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

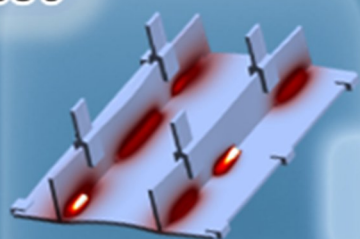




**Crash&Impact**



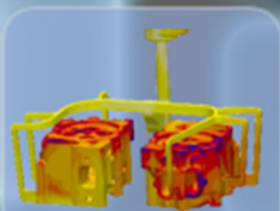
**Virtual Reality**



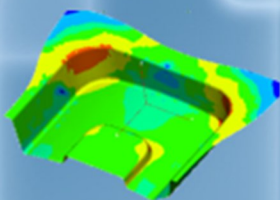
**Welding**



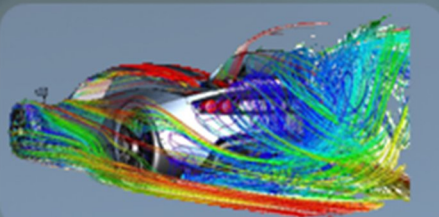
[www.syhurip.co.id](http://www.syhurip.co.id)



**Casting**



**Metal forming**



**Fluid dynamics**



**CAE solution**

**PT. SyHurip Piranti Utama**

Jl. Pemuda Raya No. 61 Kav 3A Rawamangun Jakarta Timur

Telp. 021-44233435, Fax. 021-44551417, e-mail : [info@syhurip.co.id](mailto:info@syhurip.co.id)



# PROSIDING

## Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin ke-13

### *"Kontribusi untuk Masyarakat"*

Universitas Indonesia, Kampus UI Depok  
15-16 Oktober 2014

disponsori oleh:



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA







# PENGANTAR

Sekali lagi, Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia dipercaya menjadi tuan rumah untuk perhelatan tahunan terbesar Badan Kerjasama Seluruh Teknik Mesin (BKSTM) yaitu Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XIII. Dalam penyelenggaraannya, SNTTM telah berhasil menjadi satu kegiatan tahunan diskusi para akademisi di Indonesia yang kemudian juga menyediakan tempat penajaman mahasiswa teknik mesin Indonesia melalui kegiatan Lomba Nasional Tahunan Rancang Bangun Mesin.

SNTTM XIII yang diselenggarakan di Gedung Perpustakaan Universitas Indonesia pada 15-16 Oktober 2014 memberikan nuansa baru dalam hal organisasi karya ilmiah. Untuk pertama kalinya, *online submission* diperkenalkan dalam pengumpulan, *review* dan keputusan penerimaan karya ilmiah tersebut. Ke depannya, *platform* ini akan diteruskan oleh panitia SNTTM di masa mendatang. Sehingga BKSTM akan memiliki *database digital* yang kaya dalam hal koleksi karya ilmiah dan juga sumber daya *reviewer*. Panitia SNTTM mendatang dapat mengerahkan *reviewer* dari berbagai universitas di Indonesia untuk mengkaji satu paper sehingga komunitas diskusi ilmiah dapat saling berkomunikasi tanpa sekat jarak.

Penyelenggaraan kali ini menjaring 220 karya ilmiah yang berasal dari 36 institusi. Terdapat juga capaian dari SNTTM lalu yang berhasil diteruskan yaitu adanya sesi internasional dengan jumlah 41 karya ilmiah. Dari karya ilmiah yang ada dapat dikomposisikan menurut bidang sebagai berikut: 42% konversi energy; 24% mekanika teknik; 17% material; 14% manufaktur dan 4% terbagi rata antara teknologi perkapalan dan pendidikan teknik mesin. Kemudian dari sisi kualitas isi, kami mendorong kepada peserta SNTTM XIII untuk mengumpulkan karya ilmiah terbaiknya untuk dimuat di jurnal-jurnal dengan akreditasi internasional. Berbagai hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan level penyelenggaraan SNTTM dan karya ilmiah teknik mesin di tingkat lebih tinggi. Beberapa karya penelitian terpilih akan diterbitkan dalam Jurnal Teknik Mesin Indonesia (JTMI).

Salam hangat,

Dr. Yudan Whulanza, S.T., M.Sc.  
Ketua Panitia Pelaksana

# PANITIA

**Panitia Pengarah** : Prof. Dr. Ir. Harinaldi, M.Eng  
Prof. Ir. Yulianto Sulistyono Nugroho, M.Sc, Ph.D  
Dr. Ir. Warjito, M.Eng

**Panitia Pelaksana**

Ketua Umum : Dr. Yudan Whulanza, S.T., M.Sc.

Koord. Seminar dan Editorial : Dr. Sugeng Supriadi, S.T., M.S.Eng

Koord. Lomba RBM : Dr. Ir. Gatot Prayogo, M.Eng

Kesekretariatan : Muhammad Agung Santoso, S.T., M.T.  
Fadhil, S.T.

Kebendaharaan : Jos Istiyanto, S.T., M.T., Ph.D

Koord. Acara : Dr. Engkos A. Kosasih  
Mohamad Taufiqurrakhman, S.T.

Sie. Sponsorship : Prof. Dr. Ir. Adi Surjosatyo, M.Eng  
Firman Ady Nugroho, ST., MT.

Sie. Akomodasi & Fasilitas : Gunawan, S.T., M.T.  
Syarifudin

Sie. Konsumsi : Kartina, Amd  
Maryani

Sie. Publikasi : Dr. Ario Sunar Baskoro, S.T., M.T., M.Eng  
Nurul Palaq, Amd  
Heri Sulistyono Budhi, S.T.

Sie. Perlengkapan : David Hansaulin  
Yasin

# REVIEWER

1. Dr. Ir. Ahmad Indra Siswantara
2. Prof. Dr.Ir. Adi Suryosaty, MEng.
3. Ir. Agung Subagio, Dipl.Ing.
4. Dr. Agus Pamitran, ST., MEng.
5. Dr. Ario Sunar Baskoro, ST., MT.,  
MEng.
6. Prof. Dr. Ir. Bambang Suryawan, MT.
7. Ir. Bambang P. Prianto, MIKomp.
8. Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiarto,  
MEng.
9. Dr. Ir. Budihardjo, Dipl.Ing.
10. Prof. Dr. Ir. Budiarmo, MEng.
11. Prof. Dr. Ir. Danardono AS., DEA.
12. Dr. Ir. Engkos A. Kosasih, MT.
13. Firman Ady Nugroho, ST., MT.
14. Dr. Ir. Gatot Prayogo, MEng.
15. Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, MEng.
16. Gunawan, ST., MT.
17. Gerry Liston Putra, ST., MT.
18. Ir. Hadi Tresno Wibowo, MT
19. Prof. Dr. Ir. Harinaldi, MEng.
20. Dr. Ir. Hendri DS. Budiono, MEng.
21. Dr. Ir. Henky S. Nugroho, MT.
22. Prof. Dr. Ir. I. Made Kartika D.,  
Dipl.Ing.
23. Jos Istiyanto, ST.,MT.,PhD.
24. Mohammad Adhitya, ST.,MSc.
25. Muhammad Baqi, ST.,MT.
26. Muhammad Agung Santoso, ST.,MT.
27. Dr. Ir. Imansyah Ibnu Hakim, MEng.
28. Dr. Ir. Marcus A. Talahatu, MT.
29. Prof. Dr. Ir. M. Idrus Alhamid
30. Dr. Ing. Ir. Nasruddin, MEng.
31. Prof. Dr. -Ing. Nandy Setiadi Djaja  
Putra
32. Prof. Dr.Ir. Raldi Artono Koestoer,  
DEA.
33. Ir. Rusdy Malin, MME.
34. Dr. Ir. Sunaryo
35. Dr. Sugeng Supriadi, ST.,MSEng.
36. Ir. tris budiono M, MSi.
37. Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi, SE,  
MSi.
38. Prof. Dr. Ir. Yanuar, MSc.,MEng
39. Dr. Ir. Warjito, MEng.
40. Dr. Ir. Wahyu Nirbito, MSME.
41. Yudan Whulanza, ST., MT., PhD.
42. Prof. Dr. Ir. Yulianto Sulisty  
Nugroho, MS



# DAFTAR ISI

COVER .....	i
PENGANTAR .....	iii
PANITIA .....	iv
REVIEWER .....	v
KEYNOTE SPEAKER .....	vi
DENAH LOKASI .....	x
JADWAL ACARA .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xxvii

## APPLIED MECHANICS (AM)

AM-01	Pengaruh Besaran Energi Inisiasi Bridge-Wire Detonator terhadap Karakteristik Perambatan Gelombang Detonasi dari Pembakaran Hidrogen-Oksigen (Danardono Agus Sumarsono, Jayan Sentanuhady, Mitra Wisnu Hargono, Yulianto Sulistyo Nugroho)	3
AM-04	Kesalahan Puncak Spektrum akibat Penggunaan Fungsi Window untuk Kasus Sinyal Sinusoidal Kontinu (Budi Heryadi, Zainal Abidin, Ignatius Pulung Nurprasetyo)	12
AM-05	Evaluasi Performa Mobil Listrik Ezzy ITS I dan Ezzy ITS II pada Tour De Java (M. Nur Yuniarto, Indra Sidharta, Alief Wikarta)	18
AM-06	Pemodelan Dan Analisa Energi Yang Dihasilkan Mekanisme Vibration Energy Harvesting Dengan Eksitasi Getaran Engine (Wiwiek Hendrowati, Harus Laksana Guntur, Yunarko Triwinarno)	22
AM-08	Studi Karakteristik Dinamik Komposit Hybrid Serat Karbon dan Serat Gelas sebagai Bahan Komponen Mobil Listrik Nasional (Molina) UNS (Didik Djoko Susilo, Nur Hafid, Yon Afif Hidayat, D. Danardono)	30
AM-09	Kaji Eksperimental Penerapan Metode Ibrahim Time Domain Untuk Identifikasi Model Bangunan Dua Lantai Dengan Gangguan Pada Tumpuan (Mulyadi Bur, Meifal Rusli, Adriyan, Lovely Son)	34
AM-10	Analisis Getaran pada Model Rotor dengan Pendekatan Disk Tipis/Tebal (Jhon Malta, Getar Elba Perjaka, Mulyadi Bur)	44
AM-11	Pengaruh Pattern pada Sepatu Kopling Sentrifugal Terhadap Daya dan Torsi Sepeda Motor Matic (Ahmad Kholil, Riza Wirawan, Haris Dharmawan)	49
AM-12	Pemodelan Hexapod Robot untuk Sistem Monitoring Keamanan (Munadi, Joga Dharma S, Elang Priyangga P, Jalu Rahmadi M)	56
AM-13	Model Sederhana Tanggul Pemanen Energi dengan Mekanisme Getaran dan Induksi Elektromagnetik Linier (Meifal Rusli, M Taufik Esman)	61
AM-14	Perancangan Sistem Dudukan Senjata dan Sistem Isolasi Getaran pada Kendaraan Tempur Darat (I Wayan Suweca, Rianto Adhy Sasongko, Muhammad Nanda Setiawan)	67
AM-15	Perancangan Lutut Buatan Untuk Kemudahan Gerak pada Siklus Berjalan dan Jongkok bagi Penderita Cacat Amputasi (Masrizal, Syamsul Huda)	76
AM-16	Diagnosa Kerusakan Roda Gigi Dengan Sinyal Getaran (A. Widodo, Dj. Satrijo, I. Haryanto)	82
AM-17	Pengembangan Model Benda Jamak 7 Batang untuk Analisis Kinematik dan Kinetik Gerak Berjalan Manusia (Sandro Mihradi, Wahid L. Buana, Tatacipta Dirgantara, Andi Isra Mahyuddin)	87
AM-18	Pengaruh Variasi Sudut Redundant terhadap Pergeseran Titik Pusat Putar (Uncompensatable Error) Mekanisme Paralel 3-dof Rotasi Murni URU. (Syafri, Syamsul Huda, Mulyadi Bur)	93
AM-19	Pengaruh Variasi Ketebalan Pipa Terhadap Kekuatan Papan Reklame Tipe Single Pole (Norman Iskandar, Achmad Ridwan Hakiki, Rifky Ismail, Rusnaldy)	101

AM-20	Perbaikan Metode Perancangan Struktur Atap pada Daerah Rawan Gempa (Eka Satria , Shiro Kato , Yutaka Niho )	105
AM-22	Penerapan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada Turbin Air Tipe Cross Flow (Kasda,Rachman Setiawan)	113
AM-23	Investigasi Unjuk Kerja Handling pada Bentuk Geometri Rangka Kendaraan Roda Tiga (Wibowo, Lutfianto, Triyono, Sinki, Nurul Muhayat)	121
AM-24	Analisis Tegangan pada Tangki Penyimpan Berkapasitas 3000 kL dengan Cacat Geometri Ketidakbulatan (Rachman Setiawan, Kasda)	126
AM-25	Perancangan dan Pengembangan Bogie Monorel : Analisa Respon Dinamik dan Tingkat Kenyamanan (Gatot Prayogo, Danardono A.S, Riduan Akbar Siregar, Sugiharto)	132
AM-26	Perancangan Sistem Penyaringan Air Bersih (Ahmad Seng, Muh Musni Herbalubun)	143
AM-27	Unjuk Kerja Instalasi Sistem Untuk Menaikkan Air Dengan Tenaga Hidro Berbasis Teknologi Pipa Kayu dan Pompa Sebagai Turbin (Suhanan, Arif Budi Wicaksono, Octavianus)	148
AM-28	Analisa Reliabilitas dan Simulasi Reliability Block Diagram pada Sistem Straight Run Motor-Gas Compressor (Hafid Budiman, Irnanda Rizki M, Yudan Whulanza, Warjito)	155
AM-29	Analisa Kerusakan Crack pada Bushing Rear Suspension (Ngatiman, Bakhrul Ulum, Sultoni, Suherman, Sumadi)	161
AM-30	Analisis Disability Void Pada Produk Polivinilorida (PVC) Pelindung Pedal Seat Kendaraan Roda Dua (Alfian Cahya Nugraha, Chandra Macharij, Adzri Arya Dwi Herdika, Muhamad Setiawan, Sumadi)	166
AM-32	Aplikasi Fuzzy Logic Pada Prediksi Ukuran Rangka Sepeda Gunung (Rafiuddin Syam, La Ode Asman Muriman)	172
AM-33	Evaluasi Desain Bogie Monorel Jenis straddle Produksi Industri Nasional Untuk Sarana Transportasi Massal Perkotaan di Indonesia (Danardono A.S., Gatot Prayogo, Sugiharto, Teguh Nugraha , Kusnan Nuryadi )	178
AM-34	Analisis Kerusakan <i>Cylinder Hydraulic</i> Kapasitas 30 Ton Akibat Effect Arus Listrik Proses Welding (Albar Ramdhani, Agus Firman Syah, Noval Al Hudah, Sumadi)	188
AM-35	Analisa Implementasi Reliability Centred Maintenance (RCM) Pada Industri Kertas yang Beroperasi Kontinyu (Sumadi)	192
AM-36	Studi Kelayakan Operasi Pipa Furnace A335 P5 Menggunakan Metode <i>Fitness for Services</i> (Pratiwi DK, Karuana, Feri, Farizal)	199
AM-37	Analisis Pengaruh Sambungan Kombinasi Las dan Baut terhadap Kekuatan Material (Saripuddin. M, Hammada Abbas, Herman Parung, Wahyu H. Piarah)	205
AM-38	Penggunaan Plat Diafragma (PLD) Mempengaruhi Defleksi Baja Ringan Profil <i>Hat Section</i> (Onny S Sutresman)	212
AM-39	Analisis Kerusakan Damper Penahan Sproket pada Sepeda Motor (Lutfi Ramdhani Budimansyah, Irvan Fadillah , Fahmi Andriadi, Sumadi)	220
AM-40	Analisis Kegagalan Daerah Lasan Pipa Stainless Steel Sebagai Media Reboiler Pabrik Pupuk (Husaini, Mirza , Masri Ali, M. Nizar Mahmud)	223
AM-41	Pemodelan Pengaruh Pemberian Kanopi dan Kabut Tirai Air terhadap Pergerakan dan Densitas Asap pada Lantai Penyelamatan ( <i>Refuge Floor</i> ) Bangunan Gedung Sangat Tinggi (Ilham Ramdani, Muhammad Zilvan Bey, Yulianto S. Nugroho)	229
AM-42	Kajian Keandalan <i>Axle Lining</i> Lokal Lokomotif CC201 dan CC203 (Angki A. Rachmat, I Wayan Suweca, Rieske Hadiani)	236

## ENERGY CONVERSION (EC)

EC-01	Produksi Bahan Bakar Gas Melalui Dekomposisi Bioetanol (Andi Erwin Eka Putra)	245
EC-02	Studi Pemanfaatan Batubara Indonesia Peringkat Rendah dengan Metode Gasifikasi Entrained Flow pada Sistem PLTGU di Indonesia (Toto Hardianto, Muhammad Rusviandi, Adrian R Irhamna, Pandji Prawisudha)	249
EC-03	Analisis dan Pemilihan Fluida Kerja Organic Rankine Cycle (ORC) untuk Panas Bumi Temperatur Rendah (Nathanael P. Tandian, Ridho Muntaha)	256
EC-04	Penggunaan Bahan Bakar Gas pada Sepeda Motor Bermesin Karburator (Arijanto, Heri Purnadi)	261
EC-05	Adsorpsi Isotermal Menggunakan Gas Alam dari Compressed Natural Gas Storage Dengan Laju Aliran Massa Gas 10 SLPM dan 20 SLPM Untuk Adsorbed Natural Gas Storage (Awaludin Martin, Nasruddin, Senoadi, Irfandi Pratama)	268

EC-06	Optimasi dan Pengujian Sistem Fixed-bed Downdraft Gasifikasi Biomassa Sekam Padi (Adi Surjosatyo, Gendipatih, Harist Qashtari, Zulfikar Achirudin)	274
EC-07	Studi Eksperimental Unjuk Kerja Turbin Angin Sumbu Horizontal Bersudu Loopwing untuk Pembangkit Daya Generator 100W (Jhon A. Wabang, M. Agung Bramantya, Hermawan)	279
EC-08	Rancang Bangun Alat Pendingin Buah dengan Metoda Siklus Refrigerasi Absorpsi Tenaga Surya (Dendi Adi Saputra M, Adjar Pratoto, Endriyani, Fachri Rozi Afandi)	285
EC-10	Efek Thermosyphon pada Pemanas Air Surya terhadap Beda Ketinggian Permukaan Air Penampung dan Outlet Pemanas (Caturwati NK, Ipick S, Islamy Z)	290
EC-11	Performansi Mesin Pendingin Adsorpsi Tenaga Matahari Dengan Adsorben Campuran Karbon Aktif dan Alumina Aktif (Tulus Burhanuddin Sitorus, Farel H. Napitupulu, Himsar Ambarita)	294
EC-12	Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif dan Alumina Aktif sebagai adsorben terhadap beberapa Refrigeran pada Siklus Adsorpsi (Himsar Ambarita )	300
EC-13	Pemodelan Numerik Hasil Pertemuan Arus Laut dan Sungai di Teluk Manado Propinsi Sulawesi Utara, Indonesia (Parabelem Rompas, Jenly Manongko)	307
EC-14	Studi Tentang Kinerja Pengeringan Biji Kakao Menggunakan Sistem Terintegrasi dari Energi Panas Matahari dan Energi Termokimia (Farel H. Napitupulu, Himsar Ambarita, Tulus B.Sitorus, Sari Farah Dina)	314
EC-15	Kinerja Roda Air Arus Bawah 6 Sudu Plat Datar Dengan Variasi Debit Aliran Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik (Luther Sule, Mukhtar Rahman)	325
EC-16	Penentuan Diameter Pipa Header Pompa Tersusun Paralel (Made Suarda)	330
EC-17	Analisa Konfigurasi Arah Aliran Udara untuk Mendapatkan Kenyamanan Termal di Dalam Kabin SmarT EV 2 dengan Menggunakan Ansys CFX (Daniel P. Simaremare, Dominicus Danardono , Eko P. Budiana )	336
EC-18	Tinjauan Penerapan Teknik Olah Citra untuk Mempelajari Perilaku Antarmuka pada Fenomena Dua-Fase Gas-Cairan (Hadiyan Yusuf Kuntoro, Okto Dinaryanto, Akhmad Zidni Hudaya, Windy Hermawan Mitrakusuma, Deendarlianto, Indarto)	343
EC-19	Perancangan Dasar Runner Turbin Francis Menggunakan Persamaan Empirik-Analitik, Metode Numerik, Conformal Mapping dan Simulasi CFD (Gusriwandi )	349
EC-20	Analisis Pengaruh Gradien Medan Magnet Terhadap Karakteristik Nyala Api Difusi Bahan Bakar LPG (I Made Kartika Dhiputra, Mokhammad Is Subekti , Ahmad Syihan Auzani)	358
EC-21	Pengaruh Sudut Tee Pipa Header dan Panjang Pipa Hisap Terhadap Performansi Pompa Booster (Anak Agung Adhi Suryawan, Made Suarda)	370
EC-22	Perbandingan Hasil Eksperimen dan Simulasi Unjuk Kerja Turbin Angin Horizontal NACA 0012 pada Pitch Angle 56° (Badrawada I Gusti Gde)	376
EC-23	Performa dan Emisi Jelaga Mesin Diesel Injeksi Langsung Berbahan Bakar Campuran Biosolar dan Minyak Jatropa dengan Sistem EGR Dingin (Syaiful)	381
EC-24	Studi Eksperimen Mengenai Perilaku Aliran Stratified Air Udara pada Pipa Horizontal (Akhmad Zidni Hudaya, Rianto Wibowo, Masruki Kabib, Deendarlianto, Adhika Widyaparaga)	389
EC-25	Pengaruh Diameter Pipa Terhadap Sifat-Sifat Aliran Slug Air-Udara pada Pipa Horizontal. (Okto Dinaryanto, Yuli Purwanto, Deendarlianto, Indarto)	395
EC-26	Analisa Prestasi Alat Pengering Pompa Kalor Berbantuan Tenaga Surya untuk Mengeringkan Bahan yang Sensitif terhadap Panas (Tanaman Obat "Temulawak") (M. Yahya, Hendriwan Fahmi)	401
EC-27	Optimasi Turbin Mikrohidro untuk Daerah Terpencil : Openflume (Budiarso, Anindio Prabu Harsarapama, Muhammad Ridho, Reza Dianofitra)	406
EC-28	Perbandingan Karakteristik Penyalaan Partikel Batubara Di Dalam Drop Tube Furnace (DTF) dan One Dimensional Furnace (1D Furnace) (Yulianto Sulisty Nugroho, Dwika Budianto)	412
EC-29	Studi Visualisasi terhadap Fenomena Flooding Air-udara pada Pipa Kompleks (Apip Badarudin, Indarto, Deendarlianto, Hermawan, Aji Saka, M. Fikri Haykal Syarif , Aditya Wicaksono)	418
EC-30	Investigasi Pola Aliran Dua-Fasa Gas-Cairan Di Dalam Pipa Berukuran Mini Pada Aliran Horizontal (Sudarja, Indarto, Deendarlianto, Raditia Noverdi, Aldrin Gutama)	423



EC-31	Kajian Perpindahan Kalor Pada Tangki Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Kapsul PCM Pipa-banyak Susunan Segaris (Muhammad Nadjib, Suhanan)	430
EC-32	Kaji Eksperimental Unjuk Kerja Pengering Surya Tipe Lorong Untuk Mengeringkan Ikan (Syamsul Bahri Widodo, Muhammad Amin, Hamdani)	436
EC-33	Analisis Pengaruh Swirl Number Terhadap Peningkatan Stabilitas Nyala Premix Dan Karakteristik Lift-Up Flame Pada Modifikasi Bunsen Burner Menggunakan Rotating Swirl Fan (I Made Kartika Dhiputra, Ridho Ernandi, Shahwardhana Iskandar Siregar)	442
EC-34	Metode Pengeringan Non-termal untuk Meminimalisasi Kebutuhan Panas Proses Torefaksi Sampah Kota menjadi Bahan Bakar Padat (Budi Herwanto, Adrian R Irhamna, Pandji Prawisudha, Toto Hardianto)	450
EC-35	Efek Orientasi Sudut Rectangular-Winglet Vortex generator Terhadap Performa Termal dan Hidrodinamik Penukar Kalor Jenis Fin-Tube dengan Susunan Pipa Sejajar (Rahmat Purnomojati, Syaiful)	458
EC-36	Kinerja Liquid-Gas Ejector: Efek dari Diffuser Ratio (Daru Sugati, Indarto, Purnomo, Sutrisno)	466
EC-37	Studi Numerik 2D-URANS Pengaruh Jarak Gap antara Inlet Disturbance Body dan Permukaan Silinder Upstream terhadap Karakteristik Aliran melintasi Dua Silinder Sirkular Tersusun Tandem (Aida Annisa Amin Daman, Wawan Aries Widodo)	470
EC-38	Kajian Perilaku Droplet Saat Menumbuk Permukaan Panas dengan Pengolahan Citra (Windy Hermawan Mitrakusuma, Hadiyan Yusuf Kuntoro, Deendarlianto, Samsul Kamal, M. Dyan Susila)	475
EC-39	Kajian Eksperimental Aplikasi Air Kondensat Sebagai Evaporative Cooling Pada Kondensor AC Split (I Nengah Ardita, I Nyoman Suamir, Sudirman)	480
EC-40	Life Cycle Analysis pada Pembangkit Tenaga Listrik Mini Hidro di Lhoksandeng, Meuruedu, Pidie Jaya (Teuku Azuar Rizal, Nasruddin, Hamdani)	485
EC-41	Optimasi Sistem Pembangkit Daya Kogenerasi dengan Metode Algoritma Genetika (Ronald Sukianto, I Made Astina)	489
EC-42	Kajian Pengaruh Ketinggian Dinding Kolektor Surya Pemanas Udara dengan Pengganggu Aliran Udara Tipe Melintang (Made Surya Pandita, Ketut Astawa, Sucipta, I Putu )	496
EC-43	Rancang Bangun Vertical Axis Wind Turbine dengan Simulasi Numerik dan Studi Eksperimen (Prabowo)	501
EC-44	Kaji Eksperimental Produksi Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Proses Hidrotermal (Achmad Rofi Irsyad, Pandji Prawisudha, Ari Darmawan Pasek)	507
EC-45	Studi Karakteristik Garam Hidrat Sebagai Kandidat Refrigeran Sekunder Pada Sistem Pengkondisian Udara Jenis Chiller (M Irsyad, A Suwono, YS Indartono, AD Pasek, WC Mahendra)	513
EC-46	Kaji Eksperimental Pemisahan Lapisan Logam dalam Bungkus Plastik Berlapis Aluminium Menggunakan Proses Hidrotermal (Gea Fardias Mu'min, Pandji Prawisudha, Ari Darmawan Pasek)	518
EC-47	Pengaruh Ukuran Serbuk Sekam dan Kecepatan Putar terhadap Kinerja Rotating Filter yang Menggunakan Filter Keramik (Prajitno, Rialino)	524
EC-48	Gasifikasi Limbah Tongkol Jagung Pada Reaktor Updraft Ditinjau Dari Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) Dan Kadar Air Terhadap Gas Producer Yang Dihasilkan (Imron Rosyadi, Endang Suhendi, Raden Wirawan Iskandar)	531
EC-49	Kaji Eksperimental Performansi Bahan Bakar Campuran Premium 92 Dengan Bioetanol Sagu (Yovial Mahyoedin, Suryadimal, Roberto)	538
EC-50	Studi Eksperimen Konveksi Bebas Aliran Unsteady Pada Permukaan Atas Plat Miring Vertikal Non-Isotermal Menggunakan Interferometer Differensial (Aldo Tri Oktamettio, Jooned Hendrarsakti)	543
EC-51	Performansi Mesin Pengkondisian Udara Hibrida dengan Penambahan Kondensor Dummy Sebagai Water Heater (Azridjal Aziz, Iwan Kurniawan, Hardianto Ginting)	552
EC-52	Pengaruh Penggunaan Katup Ekspansi Termostatik dan Pipa Kapiler terhadap Efisiensi Mesin Pendingin Siklus Kompresi Uap (Azridjal Aziz, Boby Hary Hartanto)	558
EC-53	Studi Eksperimental Pengaruh Temperatur Evaporasi Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pendingin Dengan Refrigerant R134a dan MC134 (Hendri, Prayudi, Roswati Nurhasanah)	565

EC-54	Analisis Simulasi dan Eksperimental Karakteristik Termodinamika Refrigerasi Adsorpsi Karbon Aktif Ammonia (Suhengki, Prayudi, Roswati Nurhasanah)	572
EC-55	Simulasi Numerik Proses Pembakaran pada Prototype Mesin Sinjai Biofuel 650 cc Sistem Injeksi Langsung (Bambang Sudarmanta, Giri Nugroho, I Nyoman Sutantra)	579
EC-56	Perbandingan Kenyamanan Termal dalam Ruang Kantor yang Menggunakan Sistem Ceiling Air Conditioning (CAC), Floor Air Conditioning (FAC), dan Ceiling Fan (Yunita A Sabtalistia, Luluk Mawardah, Esty Poedjoetami)	588
EC-57	Pengembangan Alat Terapi Benign Prostatic Hyperplasia (BPH) Berbasis Pipa Kalor (Abraham TP Lingga, Ardiles E F, Wayan Nata Septiadi, Nandy Putra)	597
EC-58	Rancang Bangun dan Uji Unjuk Kerja Alat Pendingin Dalam Proses Penambalan Gigi Berbasis Mini Heat Pipe (Handi Rizkinugraha, Bambang Ariantara, Kristofer Haliansyah, Nandy Putra)	604
EC-59	Adsorpsi Isotermal Bertekanan Tinggi Hidrogen pada Karbon Aktif Granular Berbahan Dasar Batubara pada Temperatur 283 K dan 298 K (Awaludin Martin, Nasruddin, Jossy Kolata)	610
EC-60	Kaji Eksperimental Pengaruh Massa Jenis Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Generator Gasifikasi Tipe Power Pallet 10 kW (Novi Caroko)	616
EC-62	Pengaruh Variasi Dimensi Spraying Nozzle terhadap Pengurangan Kelembaban Udara Menggunakan Larutan Calcium Chloride (CaCl <sub>2</sub> ) (Eflita Yohana, Yohanes Aditya Wisnu A)	619
EC-64	Studi Numerik Pengaruh Laju Umpan Kiln terhadap Rugi Tekanan dan Efisiensi Pemisahan Top Siklon Suatu Pabrik Semen (Daniel Ikun Paa, Prihadi Setyo Darmanto)	625
EC-65	Analisa Pengaruh Glycerid Pada Biodiesel Dengan Kadar B50 Dan B100 Terhadap Pembentukan Deposit Di Injektor Menggunakan Siklus Cecf98-08 (Bambang Sugiarto, Mokhtar, M. Taufik S)	631
EC-66	Kajian Sistem Pendinginan Udara Masuk Turbin Gas Untuk Menaikan Daya Keluaran Turbin Gas PLTG Gilimanuk Yang Beroperasi Pada Waktu Beban Puncak (Muhammad Hizbullah, Agung Subagio, Budihardjo)	640
EC-67	Analisis Konsumsi Energi Pada Gedung Perkantoran Di Jakarta (Rizki Akhadiprasetyo, Budihardjo)	648
EC-68	Unjuk Kerja Compact Distillator Low Grade Bioetanol dengan Memanfaatkan Gas Buang Sepeda Motor (Bambang Sugiarto, Dedi Suntoro)	655
EC-69	Pengembangan Liquid-Liquid Cylindrical Cyclone (LLCC) Separator untuk Pemisahan Campuran Minyak-Air (Irfan Aditya Dharma, Wiesnu Ardyta Wirayoga, Adhika Widyaparaga, Indro Pranoto, Khasani)	660
EC-71	Optimasi Jaringan Pipa Air Ber-loop Menggunakan Metode Simulated Annealing (Samuel Theodore, Warjito)	666
EC-73	Simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperatur fluida kerja (Amrizal)	672
EC-74	Studi Pengembangan Siklonik Gas Burner Di Sistem Gasifikasi Sekam Padi (Adi Surjosatyo, Duago Pijar)	676
EC-75	Pengaruh Laju Aliran, Kelembaban dan Temperatur Udara Pengeri terhadap Kinerja Pengeri Semprot pada Tekanan Udara Nozel Pneumatik 2 bar Absolut (Engkos Achmad Kosasih, Jefrie Ronald)	685
EC-76	Laju perpindahan Panas Pemanas Air dengan Kolektor Matahari Melalui Laju perpindahan panas pemanas air dengan kolektor matahari melalui pengaturan $\Delta T$ 20C OFF 60C ON dan 40C OFF 80C ON (Dyah Arum Wulandari, Supria Wiganda, Rizky Ardi Nugroho)	690

## MECHANICAL ENGINEERING EDUCATION (MEE)

MEE-01	Peragaan Pembelajaran Mekanisme Kinematika Sederhana Dengan Mainan Mekanikal (Dwi Basuki Wibowo, Samuel, Bambang Singgih Hardjono)	699
MEE-02	Perencanaan Tata Kelola Laboratorium (Yatna Yuwana Martawirya, Sri Raharno, Wowo Warsono)	708
MEE-03	Metode Penilaian Hasil Studi untuk Kelas Paralel dengan Menggunakan NEAK (Zainal Abidin, Budi Heryadi)	718

## MANUFACTURE (MN)

MN-01	Surface Finishing pada Steel BJ DD1 dan BJ DD2 dari PT. Krakatau Steel (Sugeng Supriadi, Bagaskara Aji)	727
-------	---	-----

MN-03	Rancang Bangun "Opera" Model Penilaian Kinerja Operasional Mesin Perkakas (Sally Cahyati, Triyono, M Sjahrul Annas, A.Sumpena)	733
MN-04	Pengaruh Aspek Desain Leadscrew Sebagai Komponen Mekanisme Gerak Modular Terhadap Surface Finish Produk Pemotongan (Susilo Adi Widyanto, Achmad Widodo, Sri Nugroho)	739
MN-05	Pengembangan Computerized Numerical Controller berbasis Personal Computer untuk Mesin Perkakas dengan Teknologi High Speed Machining (Nasril )	744
MN-06	Analisis Order untuk Deteksi On-Line Kondisi Pahat CNC Milling Menggunakan MEMS Accelerometer (Herianto, Anis Arendra)	749
MN-07	Perancangan dan Pembuatan Electrochemical Machine untuk Pabrikasi Microchannel (T. Sriani, Sadiwan, M.T. Firdaus1, Sarjito, Feriyanta, G.S. Prihandana, M. Mahardika)	756
MN-08	Pengendalian Alat Penghapus Whiteboard Menggunakan Sistem Fuzzy Logic (Rafiuddin Syam, Dedy Harianto)	760
MN-09	Pengembangan Metode Evaluasi untuk Penilaian Tingkat Ramah Lingkungan Proses Manufaktur (Sri Raharno, Yatna Yuwana M., Muhammad Imaduddin)	767
MN-10	Karakterisasi Profil Permukaan Nikel dalam Proses Biomachining dengan Menggunakan Bakteri <i>Acidithiobacillus Feroxidans</i> NBRC 14262 (Jos Istiyanto, Mohamad Taufiqurrakhman, Pragistyo Machmud, Gandjar Kiswanto, Imam Santoso, Tae Jo Ko)	774
MN-12	<i>Microcellular Injection Molding</i> Sebagai Alternatif Dalam Pembuatan Produk Plastik (Dinny Harnany, I Made Londen Batan, Ajun Hakiki)	778
MN-13	Aplikasi Metode Design for Assembly (DFA) dalam Rangka Perancangan dan Pengembangan Produk Studi Kasus pada Pengembangan Body Mobil Berbahan Komposit (I Made Londen Batan, P. Rangga S., Kholiq D.Radyanto)	782
MN-14	Pengaruh Kebulatan Benda Kerja Hasil Proses Mesin Agma A-8 (Suhaeri, Udink Aulia, Aidil Putra)	788
MN-20	Pembuatan Arang Aktif Limbah Serbuk Gergajian Industri Rumah Kayu di Kelurahan Woloan Kota Tomohon (Jenly D.I. Manongko)	792
MN-21	Perhitungan Kompleksitas Proses <i>Sand Casting</i> dengan Pembuatan Core secara Otomatis melalui Perangkat Lunak Sederhana berbasis Labview untuk Otomasi Perhitungan; Studi kasus: Komponen Pompa (Ridani Faulika, Hendri Dwi Saptioratri Budiono)	797
MN-23	Pengembangan Pengenalan Gerak-Isyarat Tangan untuk operasi <i>Virtual Assembly</i> menggunakan <i>Motion Glove</i> (Gandjar Kiswanto, Arya Senna Abdul Rachman, Albert Koto Indardyo)	804
MN-24	Pelapisan Listrik Khrom pada Produk Kuningan Industri Rumah Tangga di Sumatera Barat dengan Sumber Energi Baterai 60 A 12 V (Asfarizal Saad, Nurzal)	810
MN-25	Perancangan <i>Micro Mold</i> dalam Pembuatan <i>Wax Pattern</i> pada Proses <i>Investment Casting</i> Untuk Aplikasi Bracket Orthodontic (Sugeng Supriadi, Tito Winnerson Sitanggang, Gandjar Kiswanto, Tjokro Prasetyadi)	815
MN-26	Pengembangan Sistem Antarmuka pada Aplikasi Pendeteksi Persentuhan antara Mata Pahat dan Benda Kerja menggunakan Piezoelektrik Pasif (Gandjar Kiswanto, Teguh Santoso)	821

## MATERIAL (MT)

MT-01	Perbaikan Sifat Mekanik Komposit Lempung Silika RHA untuk Aplikasi Bata Merah yang Berkualitas (Ade Indra, Nurzal, Hendri Norfianto )	829
MT-02	Kaji Eksperimental Efek Prilaku Briket Kokas Dengan Menggunakan Material Perekat Berbasis Dapat Diperbaharui (Khairil, Mahidin, Iskandar, Ibrahim)	836
MT-03	Pengaruh Pendinginan Cepat pada Baja Karbon Medium yang di Histerisis Terhadap Perubahan Sifat Mekanik (Pratiwi DK, Fusito HY ,Sampurno RD, Farizal SH)	841
MT-04	Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel Menggunakan Perekat Damar (Akram Akram, Samsul Rizal, Syifaul Huzni)	845
MT-05	Pengaruh Campuran Epoksi Resin (Er) terhadap Hardener Resin (Hr) Pada Sifat Mekanis Matriks Komposit (Zulkifli Djafar, Jamasri, Heru S.B. Rochardjo, J.P. Gentur Sutapa)	853
MT-06	Pengaruh <i>Post Weld Heat Treatment</i> (PWHT) T6 Pada Aluminium Alloy 6061-O Dan Pengelasan Longitudinal Tungsten Inert Gas Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro (Gunawan Dwi Haryadi, Yusuf Umardani, Agy Randhiko, Agus Tri Hardjuno)	858
MT-08	Pengaruh Jumlah Lapisan Material Target Terhadap Ketahanan Balistik Lembaran Baja (Rusnaldy, Ismoyo Haryanto, Norman Iskandar, Binar Ade Anugra, Ahmad Zaedun)	864



MT-09	Karakteristik Mekanik dan Struktur Mikro Kawat Titanium sebagai Fungsi Tingkat Deformasi untuk Aplikasi Restorasi Gigi (Gunawarman, Ilhamdi, Victor Martin, Jon Affi, Lanang Aidil)	870
MT-10	Mikrostruktur dan Kekerasan Baja Karbon Rendah Setelah Uji Tarik terhadap Metoda Perlakuan Panas (Nofriady Handra, Ismet Eka Putra)	876
MT-11	Korosivitas Isolat Bakteri Bahan Bakar Minyak Terhadap Baja Karbon dalam Lingkungan Kelautan (Johannes Leonard)	881
MT-12	Kajian Eksperimental Sifat Gesek dan Keausan Lapisan Diamond Like Carbon (DLC) dalam Lingkungan Biodiesel (Zahrul Fuadi, Rian Satrizan, M. Tadjuddina, Irwansyaha )	887
MT-13	Unjuk Kerja Fiber Metal Laminate Aluminium-Fiberglass-Bambu Terhadap Impak Berkecepatan Rendah (L. Rhangga Aditya Warman, Sugiman, Agus Dwi Catur)	892
MT-14	Karakteristik Perbaikan Retak Blok Mesin dengan Las Oksi-Asetilen (Triyono, Nurul Muhayat, Zuhri Nurisna)	899
MT-15	Pengaruh Waktu Sinter terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Aluminium yang Diperkuat Serbuk Limbah Geothermal (Sulardjaka, C. Wahyudianto)	906
MT-16	Studi Eksperimental Fenomena Kapilaritas pada Beton Bertulang Sehubungan dengan Korosi Baja Tulangan (Helena Carolina Kis Agustin, Ika Dewi Wijayanti)	910
MT-17	Pengaruh Perlakuan Panas Austempering Pada Besi Tuang Nodular FCD 600 Non Standar (Indra Sidharta, Putu Suwarta, Moh Sofyan, Wahyu Wijanarko, Sutikno)	915
MT-19	Penelitian Sifat Termal dan Mekanik Komposit Serat Karbon (Fadhil, Muhammad Andira Mulia Siregar, Sugeng Supriadi, Yulianto S Nugroho)	920
MT-20	Mekanisme Aus Baja Karbon (C 0.65%) Akibat Beban Kontak Gelinding-Luncur Dua Arah Berlawanan (I Made Widiyarta, I Made Parwata, I Made Gatot Karohika, I Putu Lokantara, I Putu Adi Wahyudi)	928
MT-21	Pengaruh Karburisasi Padat dengan Katalisator Cangkang Kerang Darah (CaCO <sub>2</sub> ) Terhadap Sifat Mekanik dan Keausan Baja St. 37 (Ilyas Jamal, Mukhtar Rahman, Arsyad Abdullah )	933
MT-22	Peningkatan Ketahanan Korosi Load Bearing Medical Implant SS304 pada Media Simulated Body Fluid (SBF) dengan Metode Shot-peening (Sunardi, Priyo Tri Iswanto)	937
MT-25	Studi Pengaruh Palm Oil Fly ash Terhadap Sifat Mekanis dan Mikrostruktur pada Pembuatan Metal Matrix Composite dengan Metode Casting (Tugiman, Suprianto)	943
MT-26	Biomimetik Struktur Lotus Untuk Aplikasi Permukaan Hidrofobik Menggunakan Polydimethylsiloxane Sebagai Bahan Cetakan (Taufiq Andrianto, Sugeng Supriadi )	949
MT-27	Proses Pembriketan Binderless Temperatur Rendah pada Batubara Muda Indonesia (Adrian R Irhamna, Pandji Prawisudha, Toto Hardianto, Aryadi Suwono)	956
MT-28	Studi Karakteristik Termal Briket Cangkang Biji Karet (Dwi Irawan, Agus Surandono)	964
MT-29	Pengaruh Komposisi Briket Biomassa Kulit Kacang Tanah Dan Arang Tongkol Jagung Terhadap Karakteristik Briket (Nurchayati, Purnawarman, Yesung Allo Padang)	970
MT-30	Pengaruh Penambahan Fe terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Paduan Aluminium 7% Silikon (Al-7%Si) (Is Prima Nanda)	976

## NAVAL TECHNOLOGY (NVL)

NVL-01	Peningkatan Efisiensi Pelayanan Peti Kemas Ekspor Pada Pelabuhan Terminal Petikemas Dengan Pendekatan Define, Measure, Analyze, Improve, And Control (Sunaryo, Handika Sembiring)	983
NVL-02	Model Estimasi Anggaran dan Biaya Konstruksi Pembangunan Kapal (Studi Kasus : Hull Construction pada Kapal Tanker 6500 DWT) (Dendi Adi Saputra M, Triwilaswandio WP, Adjar Pratoto)	990

**AUTHOR INDEX .....996**

## Model Estimasi Anggaran dan Biaya Konstruksi Pembangunan Kapal (Studi Kasus : *Hull Construction* pada Kapal Tanker 6500 DWT)

Dendi Adi Saputra M<sup>1,a,\*</sup>, Triwilaswandio WP<sup>2,b</sup>, Adjar Pratoto<sup>3,c</sup>

<sup>1,3</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang – Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya - Indonesia

<sup>a</sup>dendi\_as@ft.unand.ac.id, <sup>b</sup>triwilas@na.its.ac.id, <sup>c</sup>adjar.pratoto@ft.unand.ac.id

### Abstrak

*The shipbuilding project planning requires a high accuracy to reduce the project completion delays and cost overruns. One of the planning stage is budget estimation. Budget estimation is approximation of the cost of an activity for controlling the shipbuilding cost within a specified period. The paper shows how to get new model of budget estimation for controlling the shipbuilding cost. This study begins with SWOT analysis and develop the existing models with the approach Activity-Based Budgeting (ABB) and Earned Value Analysis (EVA). The result of simulation model provides detailed information of budget and project performance based on shipbuilding activity. The model are expected to help the shipbuilding industry in Indonesia to make the budget estimation process and cost control become more easily, effectively and efficiently.*

**Kata kunci :** *budget estimation, shipbuilding, controlling, SWOT*

### 1. Latar belakang

Estimasi anggaran biaya pembangunan kapal merupakan perencanaan alokasi biaya yang ditujukan untuk memperkirakan kebutuhan biaya pembangunan kapal dalam jangka waktu tertentu. Pada industri galangan kapal, proses perhitungan estimasi anggaran dilakukan oleh *cost estimator* yang nantinya akan menentukan nilai estimasi yang akan digunakan untuk penawaran kepada *customer* (anggaran eksternal) maupun kepada internal perusahaan yang berhubungan langsung dengan proses produksi pembangunan kapal (anggaran internal). Nilai estimasi anggaran eksternal akan selalu di evaluasi sesuai dengan tingkat perencanaan (*concept design, preliminary design, dan contract design*), [1]. Sedangkan nilai estimasi anggaran internal di evaluasi pada periode – periode pembangunan tertentu dalam rangka mengontrol biaya pembangunan kapal agar tidak melebihi nilai anggaran yang telah ditetapkan.

Secara umum, *cost estimator* melakukan estimasi anggaran dengan pendekatan *system-based*, yaitu model *wieght-driven cost*. Pendekatan ini dilakukan dengan memperkirakan anggaran biaya pembangunan kapal secara umum berdasarkan volume pekerjaan yang akan dilakukan. Hal ini dinilai cukup memadai jika galangan sudah memiliki pengalaman dalam membangun kapal dengan disain dan proses produksi yang sama. Namun, pendekatan ini akan menjadi tidak fleksibel ketika terjadi perubahan pada proses produksi, fasilitas dan teknik

manufaktur tingkat lanjut, [2]. Sulitnya menelusuri penyimpangan/varians nilai anggaran juga menjadi kendala dalam penerapan model *weight-driven cost* ini. Penyimpangan/varians nilai anggaran akan diketahui setelah produk/kapal selesai dibangun. Pada penelitian ini, dikembangkan model estimasi anggaran yang sudah ada untuk mendapatkan model estimasi anggaran yang mampu mengendalikan biaya pembangunan kapal dengan pendekatan *Activity-Based Budgeting* (ABB) dan *Earned Value Analysis* (EVA). Pendekatan ABB dan EVA di pilih karena sesuai dengan stuktur perincian biaya produksi kapal berdasarkan *Product Work Breakdown Structure* (PWBS) yang berorientasi kepada produk.

### 2. Kajian Literatur

#### 2.1 Metode activity based budgeting (ABB)

Menurut James A. Brimson dan John Antos (1999) dalam Junaedy (2004) [3]; ABB adalah proses perencanaan dan pengendalian aktivitas yang diharapkan oleh perusahaan dapat menghasilkan biaya anggaran yang efektif, memenuhi beban kerja yang diramalkan, dan sesuai dengan tujuan organisasi. ABB juga merupakan perencanaan perubahan untuk memperbaiki kinerja dengan melakukan tiga elemen kunci ABB, yaitu:

1. Tipe pekerjaan yang akan dilakukan
2. Jumlah pekerjaan yang akan dilakukan
3. Biaya pekerjaan yang akan dilakukan

Proses ABB dimulai dari pelanggan. Perusahaan harus menentukan siapa pelanggannya dan apa keinginannya. Perusahaan harus mempertimbangkan pesaingnya. Kompetisi mencakup baik kompetisi langsung maupun tawaran alternatif yang mungkin bersaing dengan tawaran perusahaan lain. Perusahaan harus mengembangkan strategi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, setelah itu manajemen memperkirakan beban kerja (*work load*) untuk dapat menentukan tingkat penjualan. Ramalan penjualan sering mencakup produk/jasa, pasar baru dan juga perubahan dalam strategi.

## 2.2 Metode earned value analysis (EVA)

*Earned value analysis* merupakan suatu metode pengendalian yang digunakan untuk mengendalikan biaya dan jadwal secara terpadu. Konsep *earned value* menyajikan tiga dimensi yaitu penyelesaian fisik dari proyek (*the percent complete*) yang mencerminkan rencana penyerapan biaya (*budgeted cost*), biaya aktual yang sudah dikeluarkan atau yang disebut dengan *actual cost* serta apa yang yang didapatkan dari biaya yang sudah dikeluarkan atau yang disebut *earned value*. Pengembangan konsep *earned value analysis* sangat banyak ditemukan pada jurnal – jurnal manajemen proyek baik nasional maupun internasional. Soemardi et al., 2006[4], mengemukakan konsep *earned value* untuk pengelolaan proyek konstruksi, pada penelitian yang dilakukannya, disimpulkan bahwa penerapan konsep *earned value* pada proyek konstruksi secara umum (proyek sipil) perlu dikembangkan lebih lanjut. Lipke et al., 2009 [5] merumuskan konsep *earned value management* dan *earned schedule indexes* untuk memprediksi output dari sebuah proyek kedalam sebuah metode statistik. Sedangkan Chou et al., 2010[6], mengembangkan sistem *earned value management* berbasis web yang digunakan untuk menilai kinerja sebuah proyek.

## 3. Metodologi

Adapun metodologi yang digunakan dalam penelitian ini, pertama adalah menggali informasi dari tingkat kepentingan *cost estimator* terhadap konsep estimasi anggaran yang diterapkan pada galangan kapal dengan cara wawancara (*interview*) dan membandingkannya (*benchmarking*). Tahap selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan analisa SWOT terhadap model eksisting/model yang sudah ada. Analisa SWOT dilakukan untuk melihat faktor eksternal (peluang dan tantangan) dan faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dari model-model estimasi anggaran yang ada sehingga akan

menghasilkan isu-isu strategis yang timbul akibat hasil titik pertemuan faktor internal dan faktor eksternal. Isu-isu strategis dijadikan tolak ukur untuk mengembangkan atau tetap menggunakan model yang sudah ada. Jika diperlukan pengembangan model, maka tahap selanjutnya yang dilakukan adalah formulasi model yang akan dikembangkan. Formulasi dilakukan dengan tujuan untuk merumuskan kebutuhan galangan (*customer*) yang akan menjadi atribut model. Setelah formulasi model dilakukan maka dilakukan tahap disain konseptual yaitu tahap perancangan konsep solusi untuk model yang dikembangkan. Pada tahap ini ditawarkan metode-metode yang akan digunakan dalam model. Pemilihan metode dilakukan berdasarkan karakteristik produk model yang dikembangkan. Fase selanjutnya adalah fase *embodiment design*, tawaran konsep solusi yang ditetapkan pada tahap disain konseptual diwujudkan kedalam bentuk arsitektur model. Arsitektur model ini dikembangkan menjadi sebuah prototipe yang nantinya diuji validasinya ke *customer* (galangan). Umpan balik dari *customer* dijadikan sebagai langkah perbaikan model agar model dapat diterapkan pada industri galangan kapal.

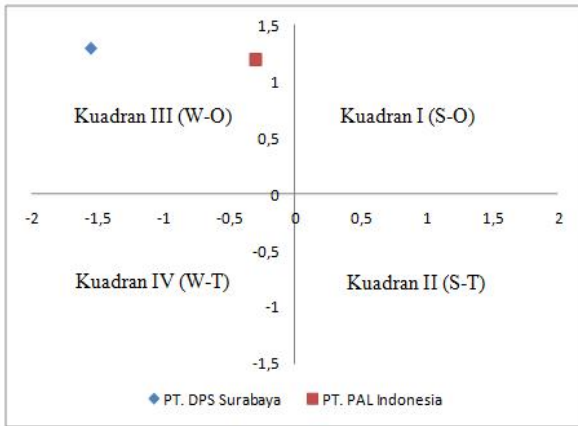
## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil analisa SWOT

Berikut disajikan hasil dari analisa SWOT model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal yang diperoleh dari galangan kapal nasional. Data SWOT kualitatif didapatkan berdasarkan data primer yang diberikan oleh galangan, yang kemudian diterjemahkan kedalam data SWOT kuantitatif untuk melihat posisi galangan dalam menggunakan model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal.

Dari Gambar 1 dapat diperhatikan, posisi galangan dalam melakukan proses estimasi berada dalam Kuadran III Kelemahan-Peluang (W-O). Isu strategis yang timbul adalah untuk melakukan perubahan strategi/metode dalam melakukan proses estimasi. Dengan meminimalkan kelemahan dan memanfaatkan peluang yang ada yaitu menggunakan pendekatan berdasarkan aktivitas untuk mengestimasi anggaran biaya pembangunan kapal. Data-data kedua perusahaan galangan terkait dengan data SWOT kuantitatif tidak diijinkan untuk ditampilkan.

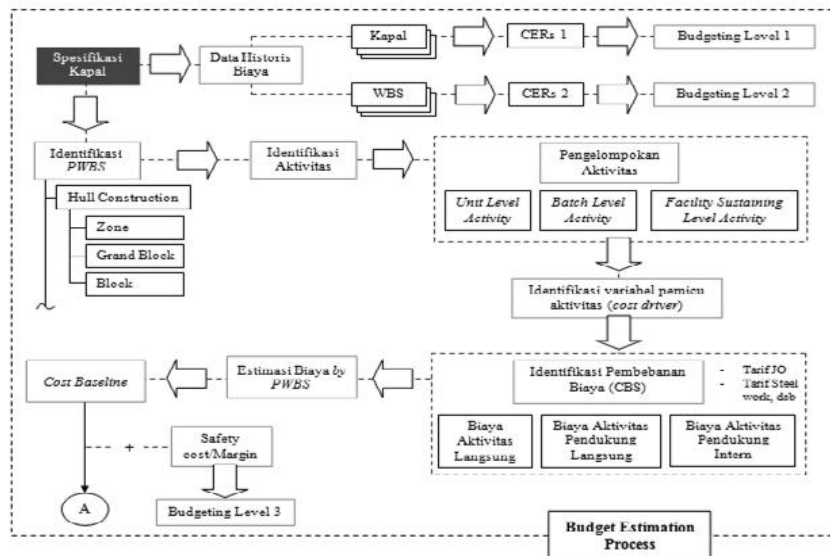




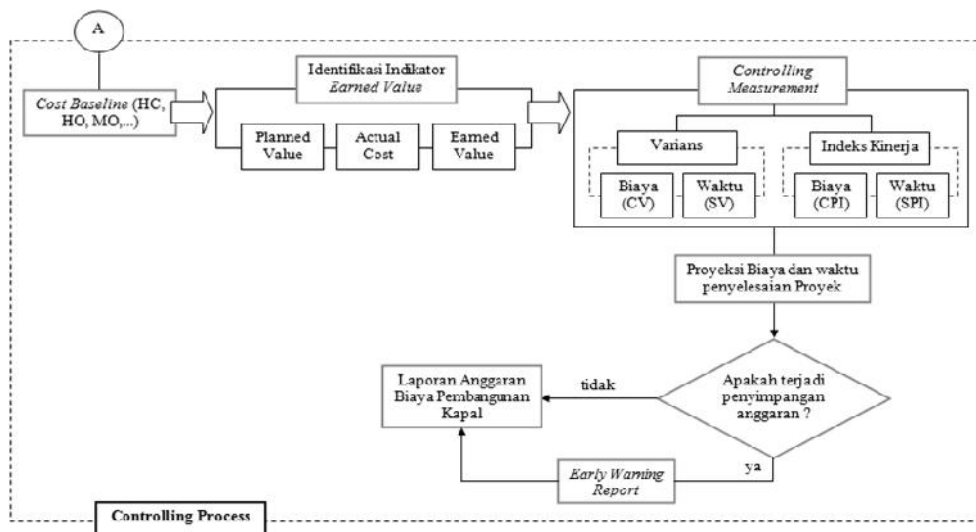
Gambar 1. Hasil analisa SWOT model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal dengan pendekatan kuantitatif (sumber : data diolah)

#### 4.2 Model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal

Berdasarkan isu strategis yang didapatkan dari analisa SWOT, maka diperlukan perubahan strategi untuk model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal. Diperlukan model yang mampu mengendalikan biaya berdasarkan aktivitas, sehingga laju pembangunan fisik dan biaya kapal dapat dilakukan dengan mudah. Dari disain konseptual dirumuskan bahwa metode *Activity Based Budgeting* (ABB) dan *Earned Value Analysis* (EVA) dapat diterapkembangkan dalam model. Hal ini didasarkan pada karakteristik produk kapal yang akan dibangun.



Gambar 2. Alur proses fitur *Budgeting* dalam model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal



Gambar 3. Integrasi metode EVA dalam model

Integrasi metode ABB dan EVA dalam model, dikelompokkan menjadi 2 fitur utama

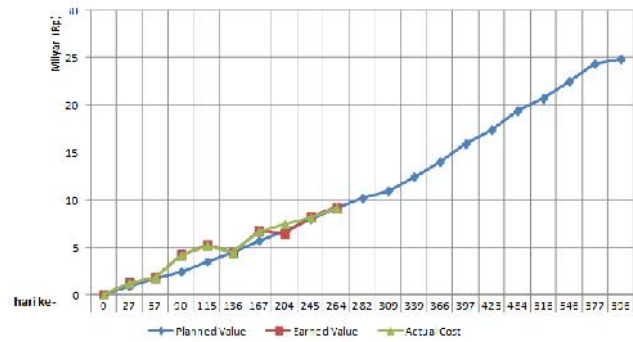
yaitu fitur *budgeting* dan *controlling*. Fitur *Budgeting* merupakan fasilitas untuk

mengestimasi anggaran dengan menggunakan pendekatan metode ABB. Alur proses fitur *budgeting* dapat dilihat pada Gambar 2 diatas.

Sedangkan fitur *Controlling*, digunakan untuk mengetahui kinerja proyek yang dilakukan dari segi biaya dan waktu pelaksanaan proyek berdasarkan pendekatan metode EVA. Dengan adanya fitur ini, pengendalian biaya pada saat pembangunan kapal berlangsung dapat dilakukan. Ilustrasi penerapan metode EVA dalam model dapat dilihat pada Gambar 3.

### 4.3 Simulasi model

Sebelum melakukan simulasi, diperlukan data progress fisik pembangunan kapal yang sedang berlangsung untuk mengetahui kinerja proyek dan nantinya akan diproyeksikan kedalam estimasi biaya dan waktu penyelesaian proyek pembangunan kapal. Pada Gambar 4, disajikan progress fisik pembangunan kapal (*hull construction*) yang diintegrasikan dengan kurva *earned value*. Gambar 4 merupakan kurva “S” yang menunjukkan progres pembangunan *hull construction* (HC) sebuah kapal Tanker. Estimasi biaya penyelesaian pembangunan HC diperkirakan mencapai Rp. 24 milyar dengan jangka waktu penyelesaian sekitar 596 hari kerja. Kurva S diatas memberikan informasi status proyek saat pelaporan pada hari ke -264 menunjukkan kinerja masih dalam nilai yang direncanakan (*planned value*). Fluktuasi progres fisik dan dan progres biaya yang harus menjadi perhatian oleh galangan adalah pada hari pelaporan ke-57 dan hari ke-204.



Gambar 4. Kurva “S” progress fisik, varians biaya dan waktu pelaksanaan pembangunan *hull construction* kapal tanker 6500 DWT PT. ABC pada hari pelaporan ke-264

Pada Tabel 1 dapat diperhatikan bahwa pada hari pelaporan ke-57, pekerjaan fisik kapal melewati dari target jadwal yang direncanakan. Namun, dari segi progress biaya pada hari tersebut, proyek mengalami *over budget* dengan nilai Rp. 42 juta. Pada hari pelaporan ke-90, progres fisik dan biaya sudah dapat dikontrol kembali, dan kondisi ideal ditemukan pada hari pelaporan ke-136, dimana kinerja biaya dan pembangunan HC dilaksanakan tepat waktu dan tepat anggaran (*on schedule on budget*).

Peringatan penting (*early warning report*) muncul pada hari pelaporan ke-204, dimana status kinerja proyek dan biaya berada dibawah dari target yang direncanakan. Warning inilah yang harus ditindak lanjuti oleh galangan. Penyebab dari turunnya kinerja proyek dan biaya ini biasanya dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya yaitu terjadinya pengulangan kerja (*rework*), lembur yang berlebihan, keterlambatan datangnya material, kerusakan mesin-mesin produksi dan lain sebagainya.

Tabel 1. Status kinerja biaya dan waktu pembangunan *hull construction*

Bulan ke -	Hari ke -	PV (Rp. Juta)	EV (Rp. Juta)	AC (Rp. Juta)	CV = EV - AC (Rp. Juta)	SV = EV - PV (Rp. Juta)	CPI = EV/AC	SPI = EV/PV	ETC (Rp. Juta)	EAC (Rp. Juta)	Sisa Waktu (hari)	ETS (hari)	EAS (hari)	Warning
1	27	872	1.240	1.217	23	368	1,02	1,42	23.129	24.347	569	19	588	Ahead of schedule Under Budget
2	57	1.747	1.788	1.830	(42)	42	0,98	1,02	23.547	25.378	539	56	595	Ahead of schedule Over Budget
3	90	2.415	4.216	4.176	39	1.801	1,01	1,75	20.391	24.567	506	52	558	Ahead of schedule Under Budget
4	115	3.477	5.208	5.202	6	1.731	1,00	1,50	19.570	24.772	481	77	558	Ahead of schedule Under Budget
5	136	4.456	4.456	4.456	-	-	1,00	1,00	20.343	24.799	460	136	596	On schedule On Budget
6	167	5.693	6.696	6.679	17	1.003	1,00	1,18	18.058	24.737	429	142	571	Ahead of schedule Under Budget
7	204	6.707	6.456	7.456	(1.000)	(251)	0,87	0,96	21.184	28.640	392	212	604	Behind schedule Over Budget
8	245	7.939	8.184	8.128	56	245	1,01	1,03	16.502	24.630	351	238	589	Ahead of schedule Under Budget
9	264	9.139	9.176	9.139	37	37	1,00	1,00	15.561	24.700	332	263	595	Ahead of schedule Under Budget

Sumber : data diolah

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan beberapa kajian yang telah dilakukan melalui analisa SWOT, didapatkan model estimasi anggaran yang lebih sistematis, realistis dan rinci dalam mengendalikan biaya pembangunan kapal. Pendekatan yang digunakan dalam model yang dikembangkan adalah metode *Activity-Based Budgeting* (ABB) untuk melakukan fungsi estimasi anggaran. Sedangkan untuk pengendalian biaya pembangunan kapal digunakan pendekatan konsep *earned value analysis*. Prototipe yang dikembangkan telah memenuhi fungsionalitas disain. Namun, pengembangan lebih lanjut dengan penerapan sistem *decision making* (DSS) akan membuat model ini lebih sempurna dan bermanfaat bagi industri galangan kapal.

## Referensi

- [1] Eyres, D.J. (2001), *Ship Construction Sixth Edition*. Butterworth-Heinemann, Jordan Hill. OXFORD.
- [2] Ennis, Kristina Jasaitis et. al. (1997), *Product-Oriented Design and Construction Model*, SNAME.
- [3] Junaedy, Ismail. (2004), *Identifikasi Penyebab Terjadinya Pemnyimpangan Biaya (Cost Overrun) dalam Pengelolaan Biaya Subkontraktor pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Bertingkat di Jabodetabek*. Tesis, M.T. Univ. Indonesia. Jakarta
- [4] Soemardi, B.W., Wirahadikusumah, R.D, Abduh, M., (2006). “*Pengembangan Sistem Earned Value untuk Pengelolaan Proyek Konstruksi di Indonesia*”, Laporan Hasil Riset, ITB.
- [5] Lipke, Walt et al., (2009). *Prediction of project outcome The application of statistical methods to earned schedule performance indexes*, Journal of Project Management, Elsevier 27, p. 400-407.
- [6] Chou, Jui-Sheng et al., (2010). *Visualized EVM system for assessing project performance*, Journal of Automation in Construction, Elsevier 19, p. 596-607.