



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





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 Priyanga 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 Celing 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 Calsium Chloride (CaCl ₂) (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 ΔT 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 ₂) 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 INDEX996

Pengaruh Aspek Desain *Leadscrew* Sebagai Komponen Mekanisme Gerak Modular Terhadap *Surface Finish* Produk Pemotongan

Susilo Adi Widyanto^{1, a *}, Achmad Widodo^{2, b} dan Sri Nugroho^{3, c}

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

^asusilo70@yahoo.com, ^bawid@undip.ac.id, ^csrinugroho@undip.ac.id

Abstrak

Leadscrew merupakan salah satu komponen gerak dalam mekanisme gerak sumbu mesin perkakas yang berfungsi untuk mengubah putaran motor menjadi gerak linier sistem *mover*. Paper ini membahas pengaruh aspek desain diameter minor *leadscrew*, arah gerakan *mover* dan posisi *mover* dalam mekanisme gerak modular terhadap kondisi permukaan produk pemotongan. Mekanisme sumbu gerak disusun dari dua batang baja silindris berdiameter 25 mm sebagai *slideway* dengan sistem *mover* yang menggunakan *ball bearing*. *Leadscrew* menggunakan ulir segitiga yang umum di pasaran. Sistem bantalan *leadscrew* menggunakan *double taper bearing* yang disusun secara *fixed-free*. Uji pemotongan dilakukan dengan mekanisme sumbu gerak tunggal yang dibautkan pada meja mesin *milling* konvensional. Gerakan pemakanan dilakukan secara independen dengan *stepping motor*, sedangkan gerak pemotongan dihasilkan oleh putaran spindle mesin *milling*. Benda kerja berupa bahan paduan aluminium (duralumin) dengan kecepatan potong konstan, yaitu 20 m/menit, kedalaman potong 0,7 mm dan kecepatan makan 60 mm/menit. Proses pemotongan dilakukan dalam kondisi kering tanpa cairan pendingin. Hasil pengujian pemotongan menunjukkan bahwa diameter minor *leadscrew* berpengaruh. Pada saat pemotongan, arah putaran *leadscrew* menentukan kondisi pembebanan aksial *leadscrew* yang berupa tekan atau tarik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pembebanan tekan pada *leadscrew* menghasilkan kondisi permukaan yang lebih kasar dibandingkan hasil pembebanan tarik *leadscrew*.

Kata kunci: *Leadscrew*, Diameter minor *leadscrew*, Kekakuan aksial, Pembebanan *leadscrew*, Mekanisme gerak modular

Pendahuluan

Dari perhitungan ongkos produksinya, 80% harga mesin perkakas ditentukan oleh ongkos produksi struktur mekaniknya [1]. Dengan memodifikasi bahan yang mudah diperoleh dan mudah dibuat akan mampu menurunkan ongkos produksi mesin perkakas CNC secara signifikan.

Beberapa bahan lain telah diteliti dalam penggunaannya sebagai struktur utama mesin perkakas, antara lain menggunakan Epoxy Concrete [2], *steel-fiber Polymer Concrete* (SFPC) [3], *reinforced composite* [4]. Pada sisi lain kekakuan struktur mesin perkakas dapat diperbaiki dengan optimasi geometri yang diperoleh dengan analisis kekakuan statik dan dinamik struktur mesin dengan FEM [5,6], konsep analisis nodal untuk memperoleh modulus frekuensi getar yang terjadi pada saat mesin dioperasikan [7].

Penelitian tentang konsep internal *damping device* untuk meredam getaran mesin perkakas juga telah dilakukan. Metode tersebut menggunakan suatu internal beam yang dilingkupi cairan yang diletakkan di dalam struktur mesin

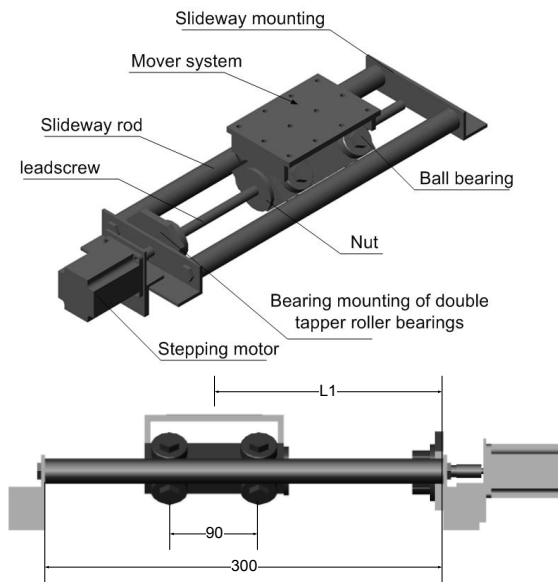
[8]. Sedangkan penelitian lainnya menggunakan *balls packing* untuk meningkatkan kapasitas peredaman struktur mesin perkakas [9].

Penggunaan komponen modular dalam struktur mesin perkakas juga merupakan salah satu cara untuk menurunkan ongkos produksi mesin perkakas. Paper ini mengusulkan pengembangan struktur mekanis mesin perkakas untuk gaya pemotongan rendah dengan menggunakan komponen modular seperti baja poros, poros ulir dan bantalan bola sebagai komponen pengganti konstruksi *slideway* konvensional. Penelitian difokuskan untuk mengamati pengaruh aspek desain *leadscrew* pada kondisi permukaan produk pemotongan.

Metodologi

Penelitian diawali dengan proses rancang bangun mekanisme gerak tunggal yang menggunakan komponen-komponen modular. *Slideway* menggunakan batang baja poros berdiameter 25 mm yang dtumpu pada kedua ujungnya dengan sambungan baut. Sistem *mover* menggunakan 8 buah *ball bearing* sebagai elemen

berputar yang bergerak relatif terhadap *slideway*. *Ball bearing* diposisikan dalam formasi V terhadap poros *slideway* pada sisi kiri dan kanan sehingga gaya kontakannya terhadap *slideway* dapat diatur dengan mengatur jarak kesejajaran antar *slideway*. Desain mekanisme gerak tunggal seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.



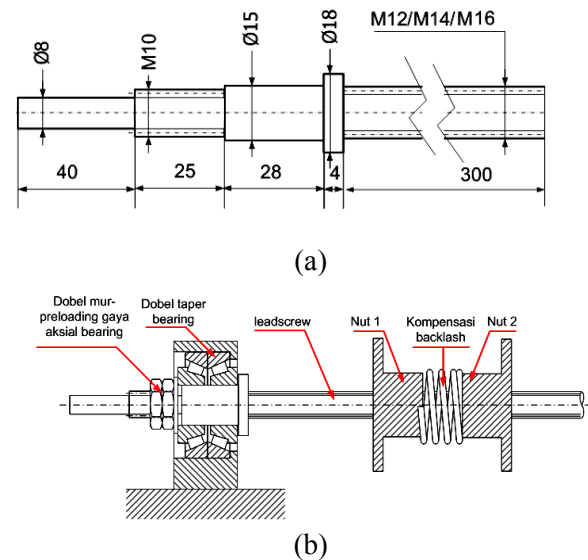
Gambar 1. Mekanisme gerak tunggal yang menggunakan *ball bearing* sebagai elemen gerak sistem *mover*.

Tabel 1. Spesifikasi *Linear Bearing* dan *Ball Bearing* yang Digunakan Dalam Mekanisme Gerak

	Linear bearing	Ball bearing
Basic dynamic load rating	1070 N	4200 N
Basic static load rating	1670	9700 N
Toleransi lubang poros	+11	-1

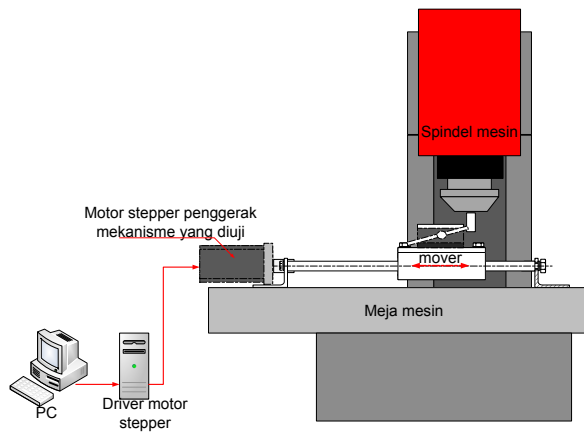
Dalam fungsinya sebagai sistem penggerak mesin perkakas, *leadscrew* menerima beban tarik atau tekan tergantung pada arah pemotongan. Dengan demikian kekakuan komponen *leadscrew* berpengaruh pada akurasi dimensi produk pemotongan. Untuk mengamati pengaruh dimensi *leadscrew* (diameter ulir dengan jenis ulir segitiga), diameter *leadscrew* divariasikan berdasarkan dimensi ulir yang digunakan. Ulir *leadscrew* yang digunakan meliputi: M12, M14 dan M16. Dimensi *leadscrew* seperti ditunjukkan dalam Gambar 2a. Sistem dukungan bantalan *leadscrew fixed-free* dengan menggunakan dua bantalan taper (*taper roller bearing*, tipe 30202). Untuk mengatur kekakuan aksial sambungan

bearing, sistem *preloading* dibuat dengan menggunakan *double nut* seperti ditunjukkan dalam Gambar 2b. Sedangkan nut menggunakan bahan kuningan yang dibuat dengan proses *taping* yang diikat dengan 4 buah baut M5 dengan sistem *mover*.



Gambar 2. a. Dimensi *leadscrew*, b. Sistem bantalan *fixed-free* yang digunakan dalam pemasangan *leadscrew*.

Setelah dilakukan pengujian ketelitian berdasarkan standar Schlesinger [10], uji pemotongan dilakukan dengan menggunakan mekanisme gerak tunggal yang telah dirancang bangun. Mekanisme gerak diletakkan pada mesin mesin *milling* manual dengan sambungan baut. Proses pemotongan dilakukan dengan memanfaatkan gerak potong spindel mesin *milling*, sedangkan gerak makan diatur secara independen dengan menggunakan *stepping motor* yang dikendalikan oleh perangkat computer. Benda kerja yang digunakan adalah paduan aluminium (*duralumin*) dengan kecepatan potong dan kecepatan makan ditetapkan masing-masing 20 m/min dan 60 mm/min. Kedalaman potong diatur pada 0,7 mm. Setup pengujian pemotongan seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Set-up uji pemotongan.

Hasil Dan Pembahasan

Dalam teknik pemotongan, gerak pemotongan terjadi akibat gerakan relatif pahat terhadap benda kerja. Pada proses *milling* gerak pemotongan dilakukan oleh putaran pahat, sedangkan gerak makan dihasilkan oleh gerakan sistem *mover* (konstruksi dudukan meja mesin) yang terjadi akibat putaran *leadscrew*. Mengacu pada arah gerakan sistem *mover*, *leadscrew* mengalami beban tarik atau beban tekan, sedangkan posisi relatif *mover* terhadap sistem dudukan bantalan (*bearing mounting*) *leadscrew* mempengaruhi tingkat kekakuan aksial *leadscrew* ybs. Untuk model dudukan *bearing fixed-free*, formulasi empiris yang menggambarkan kondisi kekakuan aksial *leadscrew* dinyatakan dalam Persamaan 1[11].

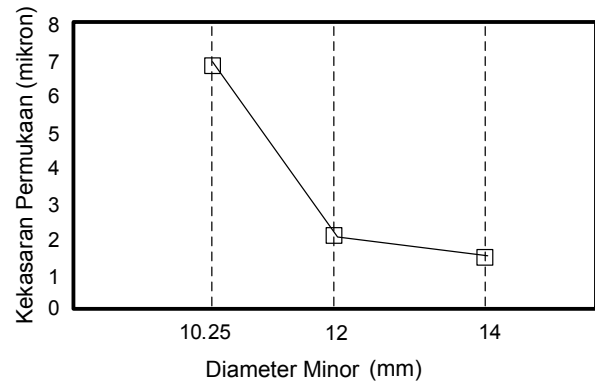
$$Ks = \frac{A.E}{1000.L} \quad (1)$$

dimana, A adalah diameter minor *leadscrew*, (mm^2), E modulus Young ($2,06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$), L posisi sistem *mover* terhadap dudukan bantalan (mm).

Adanya korelasi langsung antara gaya aksial *leadscrew* dengan gaya pemakanan, gaya dinamik proses *milling* menyebabkan siklus defleksi pada *leadscrew*. Sekalipun dari analisis gerakan dominan kekasaran permukaan produk dipengaruhi oleh fluktuasi gaya aksial pemotongan, tetapi siklus pembebanan *leadscrew* juga berpengaruh pada kondisi permukaan produk pemotongan.

Korelasi antara kekasaran permukaan produk pemotongan dengan diameter minor *leadscrew* yang mewakili kondisi kekakuannya ditunjukkan dalam Gambar 4. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa semakin besar diameter *leadscrew* semakin halus permukaan pemotongan yang dihasilkan. Namun berapa besar pengaruh diameter *leadscrew* pada kekasaran permukaan

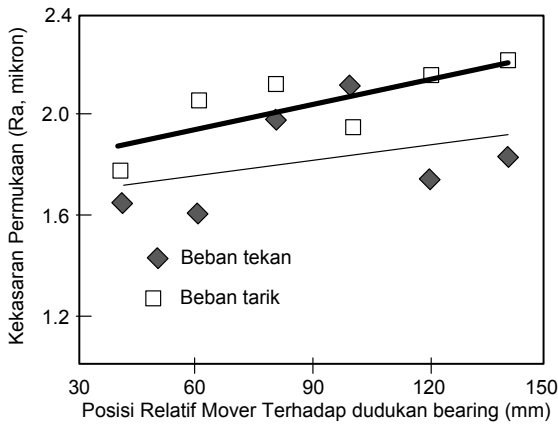
belum tergambarkan dengan jelas. Kekasaran permukaan produk pemotongan merupakan dampak gabungan dari komponen-komponen di dalam mekanisme gerak. Dari hasil analisis dampak kekakuan masing-masing komponennya, pengaruh terbesar terhadap kondisi permukaan produk pemotongan berasal dari kondisi kekakuan *slideway*. Dalam mekanisme gerak yang diteliti, *slideway* terbuat dari batang baja silindris (diameter 25 mm) yang ditumpu pada kedua ujungnya.



Gambar 4. Hubungan kekasaran permukaan dengan diameter minor *leadscrew* ($a = 0,7 \text{ mm}$, posisi relatif pahat dengan dudukan poros pembimbing 130/170 mm, pembebanan tekan) [12].

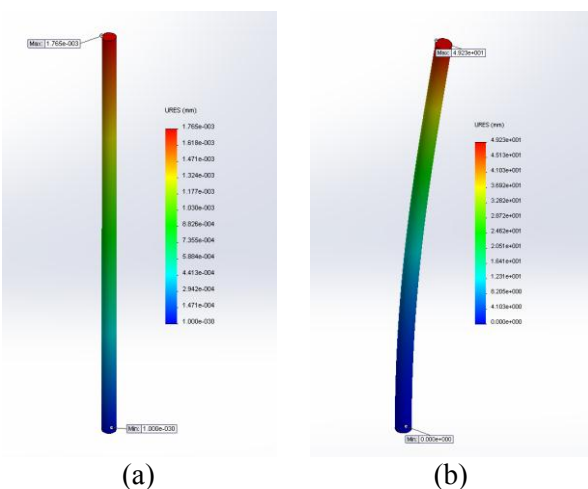
Pada saat pemotongan berlangsung, *leadscrew* dibebani gaya tarik atau tekan tergantung pada arah pemotongannya. Besar gaya tersebut sama dengan gaya pemakanan ditambah gaya gesek kinetik untuk menggerakkan sistem *mover*. Pengaruh arah gaya pembebanan *leadscrew* pada kualitas permukaan produk pemotongan ditunjukkan dalam Gambar 5 yang menjelaskan bahwa permukaan produk pada kondisi *leadscrew* dikenai beban tekan cenderung lebih kasar dibandingkan pada kondisi *leadscrew* terkena beban tarik.

Slope peningkatan kekasaran permukaan produk sebagai fungsi posisi *mover* baik untuk hasil pembebanan tarik maupun tekan pada *leadscrew* menunjukkan pengaruh defleksi *slideway* akibat gaya potong aksial (searah sumbu z).



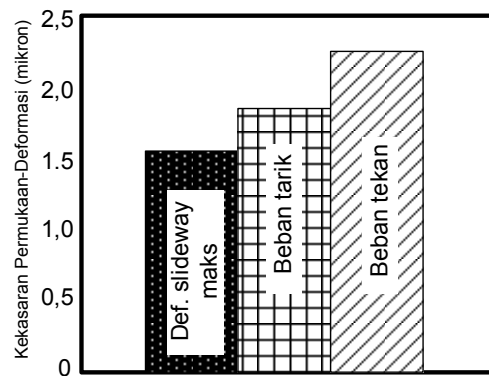
Gambar 5. Kondisi kekasaran permukaan pada kondisi *leadscrew* terkena beban tarik dan beban tekan (diamater minor *leadscrew* = 12 mm)

Bila dikenai beban tekan, *leadscrew* mengalami fenomena *buckling* yang besarnya tergantung pada posisi tumpuan terhadap titik beban. Untuk beban yang sama (tetapi arahnya berbeda sehingga menghasilkan gaya tarik dan tekan), simpangan yang dihasilkan karena fenomena *buckling* lebih besar dibandingkan deformasi yang terjadi akibat beban tarik seperti ditunjukkan dalam Gambar 6. Hal tersebut menjelaskan bahwa kekakuan aksial akibat beban tarik lebih tinggi daripada beban tekan yang menyebabkan kondisi *buckling*. Bila diterapkan pada mekanisme gerak mesin perkakas fenomena tersebut dapat menjelaskan mengapa pengaruh pembebanan tekan pada *leadscrew* mengakibatkan permukaan produk yang lebih kasar dibandingkan pembebanan tarik.



Gambar 6. Pemodelan Simpangan yang terjadi pada batang baja ST-37 a. Akibat beban tarik 12 kg, simpangan maksimum $1,77 \times 10^{-3}$ mm, b. Akibat beban tekan 12 kg, simpangan maksimum 0,492 mm.

Bila kondisi kekasaran permukaan produk pada posisi relatif *mover* terhadap dudukan bearing adalah 130/70 dibandingkan dengan defleksi *slideway* yang terjadi, maka kekasaran produk yang dihasilkan oleh pembebanan *leadscrew* baik berupa beban tarik maupun tekan lebih besar daripada defleksi *slideway* (Gambar 7). Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi kekasaran permukaan produk tidak semata-mata hanya ditentukan oleh aspek desain *leadscrew*, tetapi beberapa faktor lain turut menentukan yang dinyatakan dalam aspek kekakuan dan kemampuan peredaman struktur mekanisme gerak.



Gambar 7. Perbandingan kekasaran permukaan produk pemotongan akibat gaya pembebanan *leadscrew* dan simulasi defleksi *slideway* akibat beban aksial gaya pemotongan (sumbu z) pada parameter pemotongan yang ditentukan (6,7 kg).

Kesimpulan

Semakin kecil diameter minor *leadscrew* kekakuan aksialnya semakin menurun yang berdampak pada peningkatan kekasaran produk pemotongan, Pada saat pemotongan arah putaran *leadscrew* menentukan kondisi pembebanan aksial *leadscrew* yang berupa tekan atau tarik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pembebanan tekan pada *leadscrew* menghasilkan kondisi permukaan yang lebih kasar dibandingkan pembebanan tarik *leadscrew*.

Pustaka

- [1] E. Kushnir, T. Sheehan, Development of machine tool structure at the early stages of design process, Proceeding of ASME 2003 International Mechanical Engineering Congress and Exposition November. (2003) 15-21.
- [2] K.P. Roysarkar, Banerjee, Designing Machine Tool Structures With Epoxy Concrete, Buletin of Rapid prototyping and tolling group of Central Mechanical

- Engineering Research Institute, Durgapur-713, 2003, pp. 209.
- [3] X. Ping, Y.U.Y. Hua, Research on steel-fiber polymer concrete machine tool structure, *J. of Coal and Engineering*, 14(4), 2008, pp. 689-692.
- [4] D.G. Lee, J.G. Suh, H.S. Kim, J.M. Kim, Design and manufacture of composite high speed machine tool structures, *Composites Science and Technology*. 64 (2004) 1523–1530.
- [5] M. Nakaminami, T. Tokuma, K. Matsumoto, S. Sakashita, T. Moriwaki, K. Nakamoto, Optimal Structure Design Methodology for Compound Multiaxis Machine Tools, *Int. J. of Automation Technology*. 1/2 (2007) 87.
- [6] P. Koci, Assessment of machine tool dynamic properties. *Acta Montanistica Slovaca*. 8/4 (2003).
- [7] A. Harms, Increasing the dynamic stiffness of Machine tools by means of Modal Analysis, *Proceeding of Machine Tool Construction Conference 23th March 2006, Munich, Germany, (2006)*.
- [8] H.S. Alexander, R.M. Eric, H.S. Douglas, A new damper design for machine tool structures: the replicated internal viscous damper, *Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 2003*.
- [9] W. Yasunori, H. Masatoshi, M. Etsuo, The damping capacity improvement of machine tool structures by balls packing, *Int. J. of Machine tools and Manufacture*, 44 (2004) 1527-1536.
- [10] G. Schlesinger, *Testing Machine Tools*, Pergamon Press in Oxford [Eng.], New York, 1978.
- [11] THK, *Linear Motion System Catalog*, 100-1AE.
- [12] S.A. Widyanto, A. Widodo, S. Nugroho, Surface Roughness Identification of Cutting Product on Design Aspect Variation of Modular Axis Mechanism, *Proceeding 5th International Conference on Mechanical and Manufacturing Engineering (ICME2014), October 2014, Bandung, Indonesia, (2014)*