

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL REKAYASA & TEKNOLOGI MANUFAKTUR 2016

Meningkatkan
Penguasaan Teknologi &
Rancang Bangun
Produk Manufaktur Nasional
Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN
(MEA)

Kampus PSM MAN Bandung
11 Agustus 2016



Manufacturing Technology Leader

Penyelenggara :



Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Jl. Kanayakan No. 21 - Dago, Bandung 40135
Telp. 022 - 2500241 Fax. 022 - 2502649
homepage : steman.polman-bandung.ac.id

Supported By :



PROSIDING

Seminar Nasional Rekayasa dan Teknologi Manufaktur 2016 (STEMAN 2016)

Tema :
**Penguasaan Teknologi dan Rancang Bangun Produk Manufaktur
Nasional Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)**

Bandung, 11 Agustus 2016
RUPANTAMA ; RUANG B203 - B209
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Jl. Kanayakan No. 21 Dago
Bandung - 40135

Penyelenggara:



Politeknik Manufaktur Negeri Bandung (POLMAN Bandung)

Jln. Kanayakan 21, Dago-Bandung 40135

Telp : (022) 2500241, Fax : (022) 2502649

E-mail : steman@polman-bandung.ac.id

Seminar Nasional Rekayasa dan Teknologi Manufaktur (STEMAN) 2016

Tema :

Meningkatkan Penguasaan Teknologi dan Rancang Bangun Produk Manufaktur Nasional Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)

Bandung, 11 Agustus 2016
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
RUPANTAMA ; RUANG B203 - B209

Editor:

Nuryanti, S.T., M.Sc.
Riky Adhianto, S.T., M.T.
Gun Gun Maulana, S.T., M.T.

Desain Sampul:

Pramudiya Tri Hartadi

Hak Cipta (C) pada Penulis.

Hak Publikasi pada Politeknik Manufaktur Negeri Bandung (POLMAN Bandung). Artikel pada prosiding ini dapat digunakan dan disebarluaskan secara bebas untuk tujuan bukan komersial, dengan syarat tidak menghapus atau mengubah atribut penulis. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari Penerbit dan Penulis. Pemegang Hak Publikasi prosiding ini tidak bertanggung jawab atas tulisan dan opini yang dinyatakan oleh penulis dalam prosiding ini.

KATA PENGANTAR

Prosiding ini berisi makalah-makalah yang dipresentasikan pada STEMAN 2016, yaitu seminar dalam rangka memperingati Dies Natalis ke-39 Politeknik Manufaktur Negeri Bandung (POLMAN Bandung) dalam bidang Rekayasa dan Teknologi Manufaktur di Indonesia. STEMAN 2016 memilih tema Meningkatkan Penguasaan Teknologi dan Rancang Bangun Produk Manufaktur Nasional Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)

Tujuan utama dari seminar ini adalah:

1. Meningkatkan kontribusi akademisi dan profesional dalam pengembangan rekayasa dan teknologi manufaktur.
2. Sebagai media diskusi dan pertukaran informasi dalam kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang rekayasa dan teknologi manufaktur.
3. Membangun komunikasi dan jaringan antara perguruan tinggi, industri, lembaga penelitian dan pihak lainnya yang terkait.

Topik-topik yang dibahas di dalam seminar dan prosiding ini meliputi:

1. Rekayasa dan Teknologi Manufaktur untuk Pertanian, Pertambangan, Otomotif, Elektronika, Lingkungan, Mitigasi Bencana, Energi Alternatif dan Terbarukan, Industri Kecil, dll.
2. Perancangan dan Pengembangan Produk Manufaktur
3. Teknologi Material & Metalurgi
4. Proses dan Teknologi Manufaktur
5. Mesin dan Peralatan Industri Manufaktur
6. Sistem Manufaktur
7. Sistem Kendali dan Mekatronika Industri Manufaktur
8. Sosio-Manufaktur
9. Topik-topik lainnya yang terkait dengan rekayasa dan teknologi manufaktur

Seminar ini merupakan sarana diskusi ilmiah, komunikasi dan pertukaran informasi bagi para akademisi, peneliti, praktisi industri, pemerintah dan *stakeholder* lainnya dalam pengembangan rekayasa dan teknologi manufaktur. Panitia STEMAN 2016 menerima *Extended Abstract* sebanyak 68 hasil penelitian dari mahasiswa dan dosen Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Universitas Andalas, Institut Teknologi Bandung, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Universitas Mercubuana, Universitas Pendidikan Indonesia. Setelah melalui seleksi dan evaluasi oleh tim *reviewer* dan dewan editor, dari 68 peserta yang menyerahkan makalah, panitia memutuskan sebanyak 54 makalah dapat diterima untuk dipresentasikan dalam STEMAN 2016.

Hasil dari seminar nasional ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran untuk mendukung terbentuknya industri manufaktur nasional yang unggul dan meningkatnya daya saing bangsa.

Ketua Seminar Nasional Teknologi Manufaktur 2016

Cecep Ruskandi, S.T., M.T.

Komite Program :

Ketua : Direktur POLMAN
 Anggota : Para Wadir POLMAN

Pengarah :

Prof. Dr. Ir. Isa Setiasyah Toha, M.Sc. (Direktur POLMAN Bandung)

Tim Penelaah :

Prof. Dr. Ir. Isa Setiasyah Toha, M.Sc. (POLMAN Bandung/ITB)
 Ismet P. Ilyas, BSMET, M.Eng. Ph.D. (POLMAN Bandung)
 Dr. Beny Bandanadjaya, S.T., M.T. (POLMAN Bandung)
 Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc. (POLMAN Bandung)
 Dr. Noval Lilansa, M.T. (POLMAN Bandung)
 Dr. Cucuk Nur Rosyidi (UNS)
 Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. (POLSRI - Palembang)
 Dr. Alfadlani (UNAND)
 Dr. Carolus Bintoro, M.T. (Politeknik Negeri Bandung)
 Engr. Dr. Md Saidin Wahab (UTHM - Malaysia)

Pelaksana :

Ketua : Cecep Ruskandi, S.T., M.T.
 Wakil Ketua : Yuliar Yasin Erlangga, S.T., M.T.
 Anggota : Rendi Reynaldi, S.T.

Siti Hasanah

Yun Gumilang, S.T., M.T.
 M Nurdin, S.T., M.AB.
 Adhitya Sumardi, S.Si., M.Si.
 Wiwik Purwadi, S.T., M.T.
 Nuryanti, S.T., M.Sc.
 Ricky Adhiharto, S.T., M.T.
 Gun Gun Maulana, S.T., M.T.
 Yoyok Setiyo Pamuji, S.T., M.T.
 Pramudiya Tri Hartadi
 Idan Sukmara
 Ichwan Himawan, S.Sos
 M. Agus Solihin, S.T., M.T.
 Dodi Priambudi, S.AB.
 Yati Yulia, S.AP.
 Engkos Koswara

Alamat Sekretariat :

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
 Sdr. Rendi Reynaldi
 Jl. Kanayakan No. 21 Dago Bandung - 40135
 Tel. 022 - 250 02 41 ; Fax. 022 - 250 2649
 Email: steman@polman-bandung.ac.id
 Homepage: steman.polman-bandung.ac.id

STEMAN 2016

SEMINAR NASIONAL REKAYASA DAN TEKNOLOGI MANUFAKTUR
Rupantama, Ruang B203 – 209
Kamis, 11 Agustus 2016

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Susunan Panitia	ii
Daftar Isi	iv

Keynote Speaker

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Prof. Bambang Sunendar

DIRJEN ILMATE KEMENPERIN
Ir. Arus Gunawan

PT. NSK Bearing Mfg. Indonesia
Dr. Azhari Sastranegara

Makalah Peserta

A. BIDANG KAJIAN : REKAYASA DAN TEKNOLOGI MANUFAKTUR UNTUK PERTANIAN, PERTAMBANGAN, OTOMOTIF, ELEKTRONIKA, DLL

KAJI ANALISIS PENENTUAN KARAKTERISTIK PERONTOK GABAH (THRESHER) DENGAN PENDEKATAN MODEL KANO (KASUS: IKM ALSINTAN SUMBAR) Agus Sutanto, Nilda Tri Putri, Nafroh Bifadhli	A-1
RANCANG BANGUN PROTOTIPE AKUISISI DATA KECEPATAN ANGIN NIRKABEL DENGAN MENGGUNAKAN TELEPON GENGAM BERBASIS ANDROID Nuryanti, Yuliadi Erdani, Ari Sutikno.....	A-9
PERANCANGANSTATION UNTUK MENDETEKSI DISINFEKTAN PADA PUTING SAPI DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA MENGGUNAKAN SIMULASI LABVIEW Firsta Aditya Wiguna S, Hendy Rudiansyah, Ismail Rokhim.....	A-16
RANCANG BANGUN SISTEM AKUISISI DATA SUHU SAPI PERAH BERBASIS WEB Muhamad Iqbal Wiawan, Yuliadi Erdani , Ismail Rokhim	A-21
RANCANG BANGUN SISTEM PEMBERSIH KANDANG SAPI TIPE <i>FREESTALL</i> DENGAN METODE LOGIKA <i>FUZZY</i> MENGGUNAKAN ANTARMUKA <i>LABVIEW</i> Raynaldi Sulaiman, Hendy Rudiansyah, Hadi Supriyanto	A-27
RANCANG BANGUN PENGENDALIAN VENTILASI RUMAH HIJAU BERDASARKAN PREDIKSI KECEPATAN ANGIN Hanifah Az Zahra, Yuliadi Erdani, Nuryanti	A-32
PERANCANGAN KONSTRUKSI MESIN PENGEMAS ROTI UNTUK INDUSTRI KECIL Bustami Ibrahim, Mochamad Ega Oktavian.....	A-36

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PARKIR ROTASI VERTIKAL_BERBASIS RFID UNTUK SISTEM PARKIR PINTAR Pajar Nurega, Ruminto Subekti, Nur Wisma Nugraha.....	A-42
RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI ONLINE PADA PARKIR ROTASI VERTIKAL BERBASIS WEB UNTUK SISTEM PARKIR PINTAR Rifky Irfani, Ruminto Subekti, Yuliadi Erdani	A-48
RANCANG BANGUN SISTEM AKUISISI DATA AKTIVITAS SAPI PERAH BERBASIS WEB Irsal Rasyid, Yuliadi Erdani, Hadi Supriyanto.....	A-54
RANCANG BANGUN SISTEM APLIKASI AKUISISI DATA SUHU SAPI PERAH MENGUNAKAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION BERBASIS ANDROID Muhammad Raga Ihyansyah, Yuliadi Erdani, Hadi Supriyanto	A-60
PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DINI TANAH LONGSOR BERBASIS PERUBAHAN RESISTIVITAS TANAH DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINOMEGA 2560 DAN WEMOS ESP8266 D1-MINI Derri Adhitya Hilmy, Siti Aminah , Adhitya Sumardi Sunarya	A-66
RANCANG BANGUN SISTEM pemantau penggunaan laboratorium jurusan teknik mekatronika menggunakan sensor sidik jari berbasis pc dan mikrokontroler arduino nano Parahita Nur, Adhitya Sumardi Sunarya, SitiAminah	A-73
RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI FASE ESTRUSPADA SAPI BETINA MENGUNAKAN PEDOMETER Dani Muliawan, Yuliadi Erdani, Adhitya Sumardi Sunarya.....	A-79
DESAIN DAN IMPLEMENTASI MULTISENSOR DENGAN RASPBERRY PI PADA MOBILE ROBOT LINE FOLLOWER M.Zakky Algifari Martin, Afaf Fadhil Rifai, Siti Aminah	A-85
RANCANG BANGUN SISTEM INSTRUKSI MENGGUNAKAN GESTUR TANGAN PADA ROBOT HUMANOID Ridwan Herdian Hidayat, Aris Budiarto, Wahyudi Purnomo.....	A-91
PROSES KARBURASI PELAT BAJA KARBON RENDAH YANG DIAPLIKASIKAN PADA ROMPI ANTI PELURU Yubi Eza Friatna, Umen Rumendi.....	A97

B. BIDANG KAJIAN : PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK MANUFAKTUR

RANCANG BANGUN INTERKONEKSI NIRKABEL PADA PENGENDALIAN PENGASUTAN, ARAH PUTARAN, DAN KECEPATAN MOTOR AC 3 FASA UNTUK TEKNOLOGI MANUFAKTUR Ahshonat Khoerunnisa, Gun Gun Maulana, Nur Wisma Nugraha,	B-1
PERANCANGAN <i>IN-MOLD CLOSING</i> UNTUK PRODUK TUTUP <i>FLIP-TOP</i> Budiman Chandra, Hendrawan Hadi Sulistio	B-6

KAJI ANALISIS PENGUKURAN KEAUSAN BUCKET TEETH MENGGUNAKAN OPERASI BOOLEAN 3D CAD MODEL Kurniawan, Suratman R , Satryo Soemantri B , Bagus Budiwantoro , I Wayan Suweca.....	B-11
PERANCANGAN TANGGA HIDROLIK <i>EXCAVATOR</i> HITACHI EX-1900 DI PTVI Riky Adhiharto, Nugroho Adhi Saputro, Bustami Ibrahim	B-15
PERANCANGAN AWAL TRAKTOR-TREK-MINI POLMAN BANDUNG Risky Ayu Febriani, Dicky Rachmat Riyanto, Isa Setiasyah Toha.....	B-21
PENGENDALIAN PENUMPUKAN TOLERANSI KOMPONEN RAKITAN MENGGUNAKAN METODE <i>CHARTING</i> Bani Wijaya, Isa Setiasyah Toha	B-31

C. TEKNOLOGI MATERIAL DAN METALURGI

PENGARUH TEMPERATUR ASAM KROMAT PROSES HARD CHROME TERHADAP KEKERASAN DAN KETEBALAN BESI COR KELABU PADA LAPISAN CINCIN TORAK Yusep Sukrawan.....	C-1
PENINGKATAN EFISIENSI PENAMBAH DENGAN PENGGUNAAN VARIASI BENTUK EXOTHERMIC-INSULATING SLEEVE BERBAHAN LOKAL Jaenudin Kamal, Wiwik Purwadi, Dewi Idamayanti, Cecep Ruskandi.....	C-5
ANALISIS KEGAGALAN PIPA AISI 316L PADA LINGKUNGAN LEPAS PANTAI Dewi Idamayanti, Beny Bandanadjaja, Mochamad Achyarsyah	C-12
PERLAKUAN PANAS MATERIAL AISI 4340 UNTUK MENGHASILKAN DUAL PHASE STEEL FERRIT BAINIT Beny Bandanadjaja, Cecep Ruskandi, Indra Pramudia	C-16
KARAKTERISASI MATERIAL WAX UNTUK WAX PATTERN INVESTMENT CASTING Faza Ghassani Putri, Wiwik Purwadi, Dewi Idamayanti.....	C-20
ANALISA KETANGGUHAN MATERIAL AISI P20 MOD.DENGAN UJI IMPAK MENGGUNAKAN METODE CHARPY PENDULUM IMPACT TEST Roni Kusnowo.....	C-26
ANALISIS KETEBALAN, KETAHANAN KOROSI, DAN DAYA LEKAT LAPISAN HASIL PROSES HARDCHROME PLATING PADA BAJA KARBON RENDAH SEBELUM DAN SESUDAH CASE HARDENING Fauzan Rayendra Sakti, Umen Rumendi	C-31
PEMBUATAN PEGAS TEKAN DARI MATERIAL LOW CARBON STEEL ST 37 SEBAGAI ALTERNATIF PEGAS TEKAN STANDAR PADA KONSTRUKSI MOULD MELALUI PROSES KARBURASI PADAT Fitriliani Amaliah, Umen Rumendi.....	C-38
PERILAKU CREEP PADA BAJA AUSTENITIK PADA KONDISI TEMPERATUR TINGGI Uum Sumirat, Yusep Sukrawan	C-47

KARAKTERISASI MATERIAL WAX UNTUK WAX PATTERN INVESTMENT CASTING

Faza Ghassani Putri, Wiwik Purwadi, Dewi Idamayanti

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
 Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung - 40135
 Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649
 Email: fazaghassani2624@gmail.com

Abstrak

Wax pattern atau pola wax merupakan bagian penting dalam proses *investment casting* yang berfungsi sebagai pola awal yang digunakan untuk membuat cetakan *slurry* untuk membuat suatu produk. Pembuatan pola wax dalam beberapa industri di Indonesia saat ini masih menggunakan material impor, sehingga biaya pembuatannya cukup tinggi. Resin arpus dan PET sebagai bahan campuran lokal merupakan material yang digunakan guna meningkatkan kualitas pola wax. Adapun studi penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi wax campuran yang optimal dengan melihat pengaruh dari dua bahan tambah tersebut. Metode penelitian yang dilakukan antara lain, pencampuran, peleburan, penuangan cairan wax pada cetakan paralon, pengamatan hasil optimasi wax. Adapun parameter tetap yang digunakan ialah penggunaan komposisi paraffin wax : beeswax (70:30), temperatur penuangan, dan cetakan. Sedangkan untuk parameter yang diuji coba ialah komposisi *additive* dan *filler* dengan range 5-20%. Hasil penelitian terbaik ialah formula campuran wax dengan 15% resin arpus untuk metode gravitasi dan formula campuran wax dengan 15% PET untuk metode injeksi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dua formula tersebut memiliki karakteristik yang cukup optimal terhadap proses pembuatan pola wax *investment casting* berdasarkan hasil permukaan, penyusutan, dan pemuaihan.

Kata kunci : *Investment casting, wax pattern, slurry*

6. Pendahuluan

Metode *investment casting* (biasanya dikenal sebagai '*lost wax casting*' atau '*precision casting*') telah menjadi proses yang paling banyak digunakan dalam beberapa abad, berdasarkan pengamatan Omark Bemblage dan D. Benny Karunakar [1]. Metode ini adalah salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk *casting*, khususnya untuk pembuatan produk yang presisi, memiliki toleransi kecil, permukaan halus (*surface finish*), minimum permesinan, dan produk yang memiliki bentuk dan ukuran yang kompleks dan tidak dapat dibuat dengan metode pengecoran logam yang lain.

Hanya beberapa industri di Indonesia yang mengembangkan teknologi *investment casting* ini. Salah satu penyebabnya ialah masalah ketersediaan raw material. Material yang banyak digunakan adalah material impor, sehingga biaya produksi relatif tinggi. Hal tersebut dapat diatasi dengan melakukan substitusi material impor dengan material lokal, seperti yang

dilakukan Wiwik, dkk (2007) dalam pembuatan produk baja dengan metode *investment casting* menggunakan material lokal.

Salah satu faktor yang memengaruhi kepresisian produk *investment casting* adalah pola (*pattern*). Wax atau lilin merupakan material yang sering digunakan sebagai pola untuk *ceramic mold investment casting*. Biasanya wax yang digunakan adalah *paraffin wax* dengan campuran *additive* atau *filler* untuk meningkatkan karakteristik wax. Adapun kualitas pola ini sangat bergantung pada karakteristik wax terhadap penyusutan, kekuatan, dan reaksi dengan *slurry*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan formula optimum dari wax untuk *investment casting*, tentunya dengan menggunakan material lokal.

7. Tinjauan Pustaka

Timothy M. Wolff, dkk [2] berpendapat bahwa menjadi sesuatu hal yang penting untuk mengenali semua bahan yang digunakan untuk

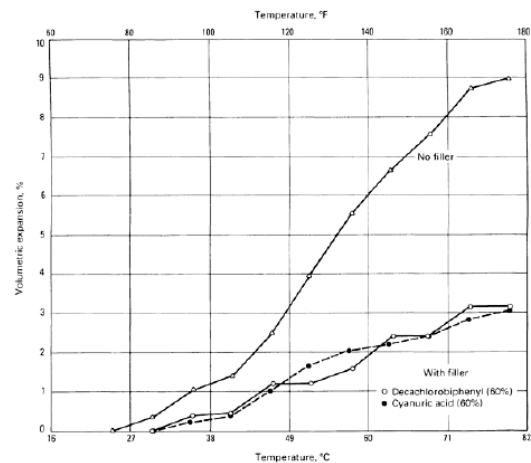
memproduksi casting yang merupakan bagian dari sistem dan menentukan kualitas casting. Oleh karena itu, produk akhir casting hanya dapat sebaik pola lilin yang dihasilkan.

Wax (atau wax campuran) terlihat lebih baik untuk digunakan sebagai material pola karena harganya yang relatif rendah. Pada beberapa penelitian, campuran wax dibuat dengan mencampur beberapa jenis wax, salah satunya adalah campuran paraffin wax dan beeswax dengan proporsi tertentu. Paraffin wax dan beeswax memberikan permukaan (*surface finish*) yang baik. [1].

Paraffin wax memiliki titik cair dengan range dari 52 sampai 68°C (126 sampai 156°F). Selain biaya yang murah, paraffin wax mudah dalam ketersediaan, memiliki pelumasan tinggi, dan viskositas cair yang rendah. Beeswax adalah lilin serangga (lilin madu) alami yang memiliki titik cair pada 64°C (147°F). Biasanya digunakan untuk pemodelan dan digunakan pada wax campuran, memberikan pengaruh karakteristik yang sama jika dibandingkan dengan microcrystalline wax. [3]

Additives merupakan bahan yang sering digunakan untuk meningkatkan karakteristik wax. Adapun beberapa bahan additive adalah polyethylene, ethyl cellulose, nylon, ethylene vinyl acetate, dan ethylene vinyl acrylate. Resin juga sering digunakan untuk mengurangi penyusutan dari pola wax. Adapun resin yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin Arpus/Gum Resin yang merupakan getah dari pohon pinus.

Fillers adalah material serbuk padat yang menjadi campuran wax yang dapat menurunkan penyusutan pada proses solidifikasi wax. Material ini larut di dalam wax dan memiliki titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan wax dasar. Fillers yang biasa digunakan dalam pola wax diantaranya adalah polystyrene, jenis dicarboxamides, isophthalic acid, pentaerythritol, dan hexamethylenetetramine. Fillers yang digunakan harus dalam bentuk yang kecil, dan memiliki ukuran yang sama. Adapun yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji plastik PET. Gambar 1 menunjukkan efek fillers dalam menurunkan pemuaian selama pemanasan.



Gambar 1. Efek dari material filler pada volumetric thermal expansion dari pola wax

8. Metodologi

Penelitian ini dilakukan guna mengetahui pengaruh yang diberikan oleh paraffin wax dan beeswax (sebagai base wax), resin Arpus/Gum Resin, dan biji plastik PET dengan proporsi yang berbeda pada karakteristik wax campuran untuk pola wax. Adapun hal yang diamati dalam studi karakteristik material lokal ini ialah karakteristik wax campuran terhadap hasil akhir permukaan (*surface finish*), kekerasan (*hardness*), penyusutan (*shrinkage*) dan pemuaian (*expansion*).

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini ialah metode konvensional tanpa proses injeksi. Wax campuran yang telah dilelehkan dan tercampur rata sampai temperatur yang telah ditentukan, dituang ke dalam cetakan paralon yang telah disiapkan dengan metode gravitasi. Tabel 1 menunjukkan properties dari material yang digunakan.

Tabel 1. Properties material

No.	Nama Material	Melting Point (°C)
1	Paraffin wax	64
2	Beeswax	65
3	Resin arpus	75
4	PET	120

Setelah proses solidifikasi, masing-masing pola wax dengan formula yang berbeda diamati dengan menggunakan parameter karakteristik yang telah ditentukan.

Permukaan yang diamati adalah permukaan yang menempel langsung dengan dinding cetakan. Hasil permukaan setiap sampel diamati dengan menggunakan SEM.

Penyusutan pola wax campuran ini dapat dihitung dengan metode Archimedes, yakni dengan mengetahui volume awal dan akhir dari sampel uji. Adapun rumus umum yang digunakan untuk metode ini ialah sebagai berikut,

$$\% \text{ Penyusutan} = \frac{V_r - (V_t - V_o)}{V_r} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

V_r = Volume cetakan rata

V_t = Volume akhir

V_o = Volume awal

Sedangkan untuk pemuaiian, diamati dengan cara memasukkan sampel uji ke dalam gelas ukur dan dipanaskan dengan menggunakan oven hingga mencapai temperatur 130°C. Metode ini diaplikasikan untuk melihat besarnya ekspansi wax pada saat proses dewaxing didalam autoclave.

9. Hasil dan Pembahasan

Paraffin wax dan beeswax merupakan bahan dasar wax yang digunakan dalam penelitian ini. Guna melihat pengaruh masing-masing tambahan, resin Arpus dan biji plastik PET diberikan secara terpisah dengan proporsi yang berbeda. Proporsi yang telah ditentukan untuk melihat pengaruh masing-masing bahan tambah ini terdapat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Proporsi wax campuran dengan Arpus

No.	Paraffin Wax (%)	Beeswax (%)	Arpus (%)
1	66.5	28.5	5
2	63	27	10
3	59.5	25.5	15
4	56	24	20

Tabel 2. Proporsi wax campuran dengan PET

No.	Paraffin Wax (%)	Beeswax (%)	PET (%)
1	66.5	28.5	5
2	63	27	10
3	59.5	25.5	15
4	56	24	20

A. Parameter optimasi wax

Parameter yang ditentukan untuk mendapatkan formula wax yang optimum adalah sebagai berikut,

- Persentase penyusutan berdasarkan standar, yakni maksimal 2%,
- Hasil permukaan yang baik (halus),
- Kekerasan dan elastisitas yang menyerupai wax standar,
- Kemampuan mengikat slurry.

B. Pola wax campuran

Pemberian resin arpus pada campuran wax memberikan pengaruh terhadap kehalusan permukaan dan kekerasan pola wax. Formula dengan penggunaan resin arpus memberikan efek 'plugging' pada proses solidifikasi pola wax dan cenderung lebih 'stacky' pada dinding cetakan, sehingga pola cukup sulit dikeluarkan dari cetakan. Sedangkan formula dengan penggunaan PET menghasilkan pola wax yang cenderung lebih getas, mudah dalam pencabutan dari cetakan, dan cenderung tidak mengalami plugging. Gambar 1 menunjukkan pola wax resin arpus yang mengalami plugging. Gambar 2 menunjukkan pola wax PET yang tidak mengalami plugging.



Gambar 1. Pola wax dengan plugging



Gambar 2. Pola wax tanpa plugging

Efek plugging ini akan memberikan pengaruh pada proses pembuatan pola wax dengan metode injeksi. Semakin besar efek plugging yang dihasilkan suatu campuran wax, pola wax akan semakin sulit dikompensasi.

C. Hasil pengamatan karakteristik wax
Setelah proses pembuatan pola wax dengan masing-masing campuran resin arpus dan PET, dilakukan pengamatan karakteristik wax sebagai berikut :

C.1. Penyusutan (Shrinkage)

Berdasarkan data hasil pengukuran penyusutan dengan metode archimedes, pola wax campuran resin arpus memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap nilai penyusutan wax. Semakin tinggi proporsi resin arpus pada campuran wax, nilai penyusutan yang dihasilkan semakin baik. Sebaliknya, pada pola wax campuran PET, semakin banyak proporsi yang diberikan, maka semakin besar nilai penyusutan pola wax tersebut. Tabel 3 menunjukkan data nilai penyusutan pola wax campuran resin arpus. Tabel 4 menunjukkan data nilai penyusutan pola wax campuran PET.

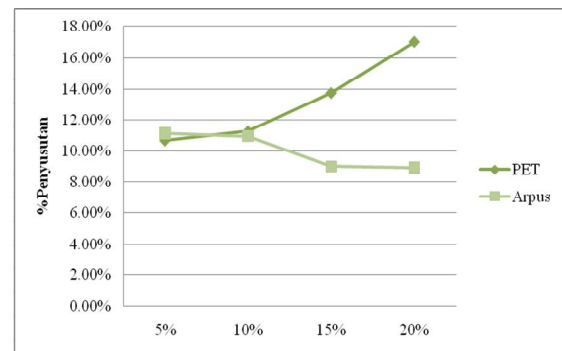
Tabel 3. Nilai penyusutan wax-arpus

No.	Proporsi (%)	Penyusutan (%)
1	5	11.13
2	10	10.66
3	15	9.01
4	20	8.38

Tabel 4. Nilai penyusutan wax-PET

No.	Proporsi (%)	Penyusutan (%)
1	5	10.68
2	10	12.15
3	15	13.75
4	20	17.41

Secara grafik, pengaruh resin arpus dan PET dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik penyusutan volume pola wax campuran

Meski pengaruh nilai penyusutan yang diberikan oleh resin arpus relatif lebih baik, namun pada proses solidifikasinya pola wax dengan campuran arpus menghasilkan plugging yang dapat menyulitkan kompensasi cairan wax pada pembuatan pola. Jadi, untuk aplikasi dalam proses pembuatannya, pola wax dengan resin arpus baik untuk penggunaan metode gravitasi yang digunakan untuk produksi skala kecil. Sedangkan pola wax dengan PET, baik untuk penggunaan metode injeksi yang digunakan untuk produksi skala besar (mass-production).

C.2. Pemuaiian (Expansion)

Campuran resin arpus memberikan pengaruh muai yang lebih tinggi dibandingkan dengan PET pada pola wax. Tabel 5 menunjukkan data nilai pemuaiian pola wax campuran resin arpus. Tabel 6 menunjukkan data nilai pemuaiian pola wax campuran PET.

Tabel 5. Nilai pemuaiian wax-arpus

No.	Proporsi (%)	Pemuaiian (%)
1	5	18.04
2	10	17.82
3	15	17.00
4	20	19.05

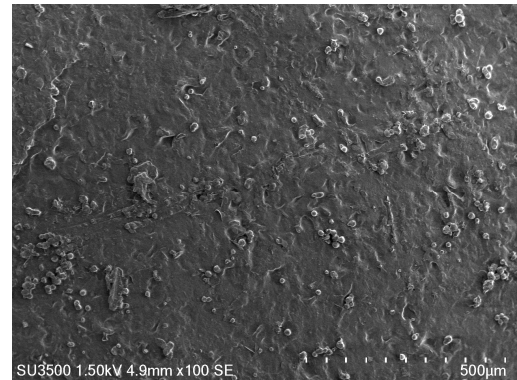
Tabel 6. Nilai pemuaiian wax-PET

No.	Proporsi (%)	Pemuaiian (%)
1	5	19.7
2	10	17.0
3	15	14.4
4	20	14.3

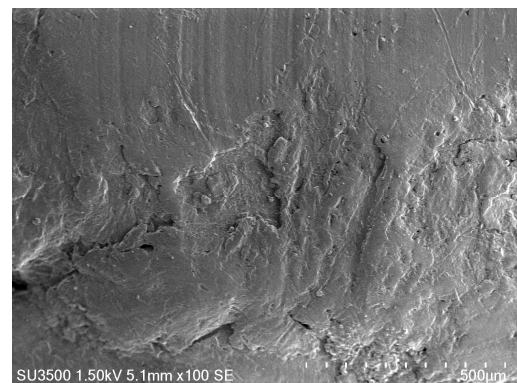
Besarnya pemuaiian material akan memberikan pengaruh terhadap cetakan ceramic-slurry pada proses dewaxing. Pemuaiian yang besar akan berisiko pada retaknya cetakan keramik.

C.3. Kontur Permukaan (Surface-contour)

Resin arpus dalam campuran wax banyak memberikan pengaruh pada hasil permukaan pola wax. Secara visual, kontur permukaan pola wax dengan campuran resin arpus cenderung lebih halus dibandingkan permukaan pola wax dengan campuran PET yang cenderung berkontur kasar. Diamati dengan menggunakan SEM, pola wax dengan campuran arpus memiliki kontur yang cenderung kecil dan merata. Sedangkan pola wax dengan campuran PET memiliki kontur yang cenderung lebih besar, sehingga lebih banyak menghasilkan lubang-lubang pada permukaan pola wax. Gambar 4 menunjukkan kontur permukaan pola wax dengan campuran resin arpus dengan perbesaran 100x. Gambar 5 menunjukkan kontur permukaan pola wax dengan campuran PET dengan perbesaran 100x.



Gambar 4. Kontur pola wax-arpus



Gambar 5. Kontur pola wax-PET

10. Kesimpulan

1. Resin arpus dan PET sebagai bahan lokal campuran untuk pembuatan pola wax memberikan pengaruh masing-masing yang berbeda terhadap pola wax yang dihasilkan. Formula optimum pada pola wax campuran resin arpus ialah pada proporsi 15% dengan kelebihan pada dinding permukaan yang halus dan nilai penyusutan sebesar 9.01%. Penyusutan ini dapat dikompensasi dengan penggunaan penambah (riser) pada proses penuangan cairan wax. Adapun pemuian yang masih cukup besar, dapat dikompensasi dengan pengaturan tekanan pada proses dewaxing dengan autoclave.
2. Pada formula campuran wax dengan PET didapatkan hasil yang diamati paling optimum ialah pada proporsi 15% dengan kelebihan pada nilai pemuaiian sebesar 14.4% dan dinding

permukaan yang cukup baik. Adapun penyusutan sebesar 13.75% dapat dikompensasi dengan proses injeksi yang cenderung lebih mudah dibandingkan proses kompensasi dengan metode gravitasi.

Referensi/Daftar Pustaka

- [1] Omkar Bemblage dan D. Benny Karunakar, "A Study on the Blended Wax Patterns in Investment Casting Process", (2011), dalam Proceeding of the World Congress on Engineering. WCE 2011, July 6-8, 2011, London, U.K.
- [2] Timothy M. Wolff, M. Argueso & Co., Inc., dan Muskegon, Michigan, "Investment Casting Waxes : Influences which Eliminate Wax Pattern Defects.
- [3] Wiwik Purwadi, Cecep Ruskandi, dan Dewi Idamayanti, "Making Steel Products by Investment Casting Method Using Local Materials", (2012), Dalam Proceeding of Annual South East Asian International Seminar (ASAIS) 2012.