

DISERTASI

**ANALISIS DAN KARAKTERISASI PADUAN *ALUMINUM SCRAP*
DENGAN SILIKA ABU SEKAM PADI MENGGUNAKAN
PENGECORAN EVAPORATIF**



**Oleh:
Rudi Siswanto
NIM: 2040511310005**

**PROGRAM STUDI DOKTOR (S3) ILMU PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2025**

DISERTASI

**ANALISIS DAN KARAKTERISASI PADUAN *ALUMINUM SCRAP*
DENGAN SILIKA ABU SEKAM PADI MENGGUNAKAN
PENGECORAN EVAPORATIF**

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Doktor



**Oleh:
Rudi Siswanto
NIM: 2040511310005**

**PROGRAM STUDI DOKTOR (S3) ILMU PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2025**

DISERTASI

**ANALISIS DAN KARAKTERISASI PADUAN *ALUMINUM SCRAP*
DENGAN SILIKA ABU SEKAM PADI MENGGUNAKAN
PENGECORAN EVAPORATIF**

Oleh:
Rudi Siswanto
NIM: 2040511310005

**Dipertahankan di Depan penguji
Pada tanggal 03 Januari 2025
Dan dinyatakan memenuhi syarat**

**KOMISI PEMBEIMBING
Ketua,**



**Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, ST, MT
NIP. 197608052008121001**

Anggota 1



**Prof. Dr. Ir. Mastiadi Tamjidillah, ST, MT
NIP. 197003121995121002**

Anggota 2



**Dr. Ir. Mahmud, ST, MT
NIP. 197401071998021001**

Banjarbaru, 03 Januari 2025

**Koordinator,
Studi Doktor (S3) Ilmu Pertanian**



**Bambang Joko Priatmadi, M.P
NIP. 19630505 1990031001**

**Dekan,
Fakultas Pertanian ULM**



**Prof. Akhmad R. Saidy, SP., M.Ag.Sc., Ph.D
NIP. 196904251995121001**

IDENTITAS KOMISI PEMBIMBING DAN KOMISI PENGUJI

Judul Disertasi:

Analisis dan Karakterisasi Paduan *Aluminum Scrap* dengan Silika Abu Sekam Padi Menggunakan Pengecoran Evaporatif

Nama Lengkap : Rudi Siswanto
NIM : 2040511310005
Program Studi : Doktor (S3) Ilmu Pertanian

KOMISI PEMBIMBING:

Ketua : Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, ST, MT
Anggota 1 : Prof. Dr. Ir. Mastiadi Tamjidillah, ST, MT
Anggota 2 : Dr. Ir. Mahmud, ST., MT

KOMISI PENGUJI:

Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, ST., MT
Penguji 2 : Dr. Ir. Rony Riduan, ST., MT
Penguji 3 : Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, ST., MT

Tanggal Ujian Disertasi : 03 Januari 2025
SK Komisi Penguji : 048/UN8.1.23/KU/2025

PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Proposal Disertasi ini dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70 yang berbunyi : 'Lulusan perguruan tinggi yang karya ilmiahnya digunakan untuk memperoleh gelar akademik, profesi atau vokasi terbukti merupakan jiplakan dicabut gelarnya'. Pasal 70 yang berbunyi : 'Lulusan yang karya ilmiahnya yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 25 ayat 2 terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 200.000.000,00 (dua ratus juta rupiah).

Banjarbaru, Januari 2025



Handwritten signature of Rudi Siswanto.

Rudi Siswanto
NIM 2040511310005

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

NOMOR : 006/JUN8.1.23/DV.02.05/2025

Sertifikat ini diberikan kepada:

RUDI SISWANTO

Dengan Judul Disertasi :

Analisis dan Karakterisasi Paduan Aluminium Scrap dengan Silika Abu Sekam Padi Menggunakan Pengecoran Evaporatif

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi.

Banjarbaru, 21 Februari 2025

a.n. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik,

Dr. Ir. Ika Sumantri, S.Pt., M.Si., M.Sc., IPM

NIP. 197308071998031003



*Disertasi ini kupersembahkan kepada
Ayahanda Karsum (alm) dan Ibunda Sri Damiati tercinta,
Ketiga anak-anakku (Zakia Azzahro, Muhammad Haidir Ali, Navishah Jauharo)
dan istriku tersayang (Sapnah)*

RIWAYAT HIDUP

Rudi Siswanto, lahir di Genteng, Banyuwangi, 07 Juni 1968 anak dari ayah Karsum (alm) dan ibu Sri Damiati. Pendidikan dasar di SDN Kembiritan IV Genteng Banyuwangi pada tahun 1977-1983 dilanjutkan pendidikan lanjutan pada SMPN 2 Cluring Banyuwangi tahun 1983-1985 dan pendidikan menengah di Sekolah Teknologi Menengah Negeri (STMN) Banyuwangi tahun 1985-1988. Pendidikan SI ditempuh pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang, pada tahun 1988-1993. Pendidikan S2 ditempuh pada Magister Sistem Teknik Konsentrasi Teknologi Industri Kecil dan Menengah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, pada tahun 2007-2009. Pengalaman kerja sebagai dosen pada Program Studi Teknik Mesin di Akademi Teknik Pembangunan Nasional (ATPN) Banjarbaru tahun 1995-2016. Sebagai dosen di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat tahun 2009-sekarang.

Banjarbaru, Januari 2025
Rudi Siswanto

RINGKASAN

RUDI SISWANTO, NIM. 2040511310005. Analisis dan Karakterisasi Paduan *Aluminium Scrap* dengan Silika Abu Sekam Padi Menggunakan Pengecoran Evaporatif. Ketua Komisi Pembimbing: Rachmat Subagyo, Anggota Komisi Pembimbing 1: Mastiadi Tamjidillah, Anggota Komisi Pembimbing 2: Mahmud

Aluminium *scrap* merupakan limbah atau sisa dari peralatan/mesin yang mengalami rusak dan tidak dipergunakan lagi. Indonesia sebagai negara agraris termasuk Kalimantan Selatan, padi merupakan makanan pokok penduduknya. Sekam Padi merupakan kulit bagian luar padi yang jumlahnya mencapai 20–30% dari gabah. Sekam padi setelah melalui proses pembakaran menghasilkan abu sekam padi yang komposisi utamanya adalah silika (SiO_2). Selama ini limbah sekam padi dan Al *scrap* masih belum dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat dan industri. Padahal silika (SiO_2) merupakan salah satu unsur paduan aluminium (paduan Al-Si) pada pembuatan komponen mesin seperti *blok* silinder, *head* silinder, piston, stang piston, *peleg*, rumah pompa, baling-baling dan sebagainya. Paduan Al-Si dikenal memiliki sifat mekanis unggul, seperti tahan aus, tahan panas, tahan korosi, serta kemampuan untuk di cor dengan baik. Berdasarkan latar belakang tersebut maka ditetapkan tujuan penelitian, yaitu mengukur dan menganalisis efek suhu penuangan dan komposisi paduan Al *scrap* dan abu sekam padi terhadap; [1] komposisi Al-Si, [2] panjang fluiditas, [3] penyusutan dan pengembangan, [4] kekerasan dalam skala Brinell (HBN), [5] porositas dan [6] mikrostruktur dari komposit yang diproduksi dengan pengecoran evaporatif.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan variasi komposisi Al:ASP (100:0, 95:5, 90:10, 88.3:11.7, 95:15, 80:20, 75:25, 70:30, 65:35, 60:40) % berat. Variasi suhu penuangan (650°C, 700°C, 750°C) menggunakan metode pengecoran evaporative. Pengujian spesimen meliputi komposisi kimia Al-Si, panjang fluiditas, penyusutan dan pengembangan, kekerasan Brinell, porositas, dan mikrostruktur. Bahan penelitian yang digunakan adalah; [1] aluminium *scrap* dari kabel listrik sebagai matrik, [2] abu sekam padi (200 mesh) sebagai penguat, [3] styrofoam bekas *packing* alat elektronik sebagai pola (*pattern*), [4] pasir silika sebagai cetakan. Peralatan penelitian yang digunakan, yaitu; tungku krusibel sebagai tempat peleburan Al *scrap* dan pencampuran (Al-ASP), *furnace* untuk kalsinasi ASP, mesin *stir casting* sebagai pengaduk (Al cair dan ASP), mesin pengayak, alat pemotong *styrofoam*, serta peralatan pendukung pengecoran. Peralatan pengujian antara lain; *Scanning Electron Microscope (SEM)-Energy Dispersive X-Ray (EDX)*, mikroskop optik, alat uji kekerasan Brinell, *picnometer*, mistar sorong, *thermocouple* dan lainnya.

Kandungan silikon (Si) dalam komposisi Al-ASP meningkat seiring dengan tingginya konsentrasi abu sekam padi (ASP). Suhu penuangan yang tinggi (750°C) meningkatkan reaktivitas matriks aluminium, mempermudah difusi Si dalam material, sehingga menghasilkan distribusi yang lebih seragam. Panjang fluiditas optimal tercapai pada suhu 750°C, dengan nilai tertinggi pada komposisi 65:35. Suhu tinggi menurunkan viskositas logam cair, sehingga mempermudah aliran logam di dalam cetakan. Pada suhu yang lebih rendah, fluiditas menurun akibat pembekuan dini logam. Suhu penuangan tinggi mengurangi penyusutan dimensi, terutama pada komposisi Al-ASP rendah (90:10 hingga 80:20). Sebaliknya, pengembangan dimensi terjadi pada komposisi ASP tinggi (70:30 hingga 60:40)

karena akumulasi partikel penguat yang menghambat kontraksi selama pembekuan. Komposisi 60:40 pada suhu 750°C menghasilkan kekerasan tertinggi. Hal ini disebabkan oleh pembentukan fasa intermetalik Al-Si yang bertindak sebagai penghalang pergerakan dislokasi, meningkatkan kekuatan material. Namun, peningkatan kekerasan ini diikuti oleh penurunan keuletan. Porositas minimum tercapai pada komposisi 90:10 dengan suhu 750°C. Pada komposisi ASP tinggi (>30%), porositas meningkat akibat penggumpalan partikel ASP dan pelepasan gas yang terperangkap selama proses pengecoran. Mikrostruktur menunjukkan distribusi partikel Si yang lebih seragam pada suhu 750°C. Pada komposisi ASP rendah, partikel Si tersebar baik di dalam matriks aluminium, membentuk penguatan homogen. Sebaliknya, pada komposisi ASP tinggi, distribusi partikel kurang merata, menyebabkan cacat mikro seperti retakan dan pori-pori.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi (ASP) dalam paduan aluminium memengaruhi kandungan silikon (Si) dalam komposit bermatriks aluminium. Kadar Si meningkat seiring dengan kenaikan kadar ASP, dengan ASP 5% meningkatkan kandungan Si sebesar 1,98%, dan ASP 40% meningkatkan kandungan Si hingga 15,2%. Pada rentang ASP 5-30%, komposit masuk dalam kategori paduan Al-Si hipoeutektik ($Si < 11,7\%$), sedangkan pada ASP 35-40%, komposit berubah menjadi paduan Al-Si hipereutektik ($Si > 12,2\%$). Panjang fluiditas dipengaruhi oleh suhu penuangan, komposisi ASP, dan ketebalan pola styrofoam. Suhu penuangan semakin tinggi, secara signifikan meningkatkan panjang fluiditas. Komposisi ASP yang lebih tinggi juga berkontribusi pada fluiditas yang lebih baik, terutama pada suhu tinggi, dengan mengoptimalkan distribusi panas dan memperlambat laju pendinginan. Ketebalan pola *styrofoam* yang lebih besar, meningkatkan panjang fluiditas. Komposisi aluminium (Al) dan abu sekam padi (ASP) memengaruhi pengembangan dan penyusutan dimensi komposit. Penambahan ASP dalam rentang 0-12,7% dan 25-40% menyebabkan pengembangan dimensi, dengan pengembangan terbesar sebesar 0,77 mm dan terendah 0,27 mm. Sebaliknya, penambahan ASP dalam rentang 15-20% menghasilkan penyusutan dimensi, dengan nilai penyusutan terbesar -0,28 mm dan terkecil -0,1 mm. Kekerasan komposit Al-ASP meningkat seiring dengan bertambahnya kandungan ASP dan kenaikan suhu penuangan. Kekerasan tertinggi sebesar 45,6 HBN tercapai pada komposisi 60:40% dengan suhu penuangan 750°C. Suhu penuangan dan komposisi Al-ASP berperan penting dalam menentukan porositas komposit. Porositas minimum sebesar 1% tercapai pada suhu 750°C dengan komposisi Al-ASP 90:10%. Suhu 700°C juga menunjukkan konsistensi dalam menghasilkan porositas rendah pada komposisi ASP hingga 20%. Namun, penambahan ASP di atas 20% pada suhu tinggi meningkatkan porositas. Pengamatan mikrostruktur menunjukkan bahwa peningkatan kandungan Abu Sekam Padi (ASP) dalam paduan Aluminium (Al) memperkuat matriks namun meningkatkan porositas dan kerapuhan. Komposisi Al murni (100:0) menghasilkan struktur homogen. Penambahan ASP 5-10% memunculkan retakan mikro. Komposisi eutektik optimal (85:15) menawarkan keseimbangan distribusi partikel yang seragam. Sebaliknya, komposisi ASP >20% menghasilkan struktur eutektik yang kasar.

SUMMARY

RUDI SISWANTO, NIM. 2040511310005. Analysis and Characterization of Aluminum Scrap Alloy with Silica from Rice Husk Ash Using Evaporative Casting. Head of Advisory Committee: Rachmat Subagyo, Advisory Committee Member 1: Mastiadi Tamjidillah, Advisory Committee Member 2: Mahmud.

Aluminum scrap refers to waste or damaged equipment/machinery that is no longer in use. Indonesia, including South Kalimantan, as an agrarian country, has rice as its staple food. Rice husk, the outer layer of rice, constitutes 20–30% of the total weight of rice grains. When burned, rice husks produce rice husk ash (RHA), which primarily consists of silica (SiO_2). Both rice husk waste and aluminum scrap have not been effectively utilized by communities and industries. However, silica (SiO_2) is a key alloying element in aluminum (Al-Si alloys), which is widely used for manufacturing engine components such as cylinder blocks, cylinder heads, pistons, connecting rods, wheels, pump housings, propellers, and others. Al-Si alloys are known for their superior mechanical properties, including wear resistance, heat resistance, corrosion resistance, and excellent castability. Based on this background, the objectives of this study were established: to measure and analyze the effects of pouring temperature and the composition of aluminum scrap and rice husk ash alloy on [1] Al-Si composition, [2] fluidity length, [3] dimensional shrinkage and expansion, [4] Brinell hardness (HBN), [5] porosity, and [6] the microstructure of composites produced using evaporative casting.

This research employed an experimental method with varying Al:ASP compositions (100:0, 95:5, 90:10, 88.3:11.7, 85:15, 80:20, 75:25, 70:30, 65:35, 60:40)% by weight and pouring temperatures (650°C , 700°C , 750°C) using the evaporative casting method. The tests included chemical composition analysis of Al-Si, fluidity length, dimensional shrinkage and expansion, Brinell hardness, porosity, and microstructure. The materials used were [1] aluminum scrap from electrical cables as the matrix, [2] rice husk ash (200 mesh) as the reinforcement, [3] discarded styrofoam from electronic packaging as the pattern, and [4] silica sand as the mold. The equipment used included a crucible furnace for melting Al scrap and mixing (Al-ASP), a furnace for ASP calcination, a stir casting machine for mixing molten Al and ASP, sieving machines, styrofoam cutters, and other casting tools. The testing equipment included a Scanning Electron Microscope (SEM)-Energy Dispersive X-Ray (EDX), optical microscope, Brinell hardness tester, pycnometer, vernier caliper, thermocouple, and more.

The silicon (Si) content in the Al-ASP composition increases with higher concentrations of rice husk ash (ASP). High pouring temperatures (750°C) enhance the reactivity of the aluminum matrix, facilitating the diffusion of Si into the material, resulting in a more uniform distribution. Optimal fluidity length is achieved at a pouring temperature of 750°C , with the highest value observed at a 65:35 composition. Higher temperatures reduce the viscosity of the molten metal, allowing it to flow more easily within the mold. Conversely, at lower temperatures, fluidity decreases due to premature solidification. High pouring temperatures also reduce dimensional shrinkage, particularly in low Al-ASP compositions (90:10 to 80:20). On the other hand, dimensional expansion occurs in high ASP compositions (70:30 to 60:40) due to the accumulation of reinforcing particles that restrict contraction during solidification. The composition of 60:40 at a temperature of

750°C produces the highest hardness. This is attributed to the formation of intermetallic Al-Si phases, which act as barriers to dislocation movement, thereby enhancing the material's strength. However, this increase in hardness is accompanied by reduced ductility. The minimum porosity is achieved at a 90:10 composition with a pouring temperature of 750°C. In contrast, higher ASP compositions (>30%) lead to increased porosity due to the clustering of ASP particles and trapped gases during the casting process. Microstructural observations reveal a more uniform distribution of Si particles at 750°C. In low ASP compositions, Si particles are well-dispersed within the aluminum matrix, forming a homogeneous reinforcement. Conversely, in high ASP compositions, the distribution of Si particles becomes less uniform, leading to microdefects such as cracks and pores.

The research results show that adding rice husk ash (ASP) to the aluminum alloy affects the silicon (Si) content in the aluminum matrix composite. The Si content increases with higher ASP concentrations, with 5% ASP increasing the Si content by 1.98%, and 40% ASP increasing the Si content to 15.2%. In the range of 5–30% ASP, the composite falls under the hypoeutectic Al-Si alloy category (Si < 11.7%), while at 35–40% ASP, the composite transitions to the hypereutectic Al-Si alloy category (Si > 12.2%). Fluidity length is influenced by pouring temperature, ASP composition, and styrofoam pattern thickness. Higher pouring temperatures significantly increase fluidity length. Higher ASP compositions also contribute to better fluidity, particularly at elevated temperatures, by optimizing heat distribution and slowing the cooling rate. A thicker styrofoam pattern further enhances fluidity length. The composition of aluminum (Al) and ASP affects the dimensional expansion and shrinkage of the composite. Adding ASP in the range of 0–12.7% and 25–40% causes dimensional expansion, with the largest expansion being 0.77 mm and the smallest 0.27 mm. Conversely, adding ASP in the range of 15–20% results in dimensional shrinkage, with the greatest shrinkage being -0.28 mm and the smallest -0.1 mm. The hardness of the Al-ASP composite increases with higher ASP content and pouring temperatures. The highest hardness of 45.6 HBN is achieved at a 60:40% composition with a pouring temperature of 750°C. Pouring temperature and ASP composition are critical in determining the porosity of the composite. The minimum porosity of 1% is achieved at 750°C with a 90:10% Al-ASP composition. A temperature of 700°C also consistently produces low porosity for ASP compositions up to 20%. However, ASP additions above 20% at high temperatures increase porosity. Microstructural observations indicate that higher ASP content in the aluminum alloy strengthens the matrix but also increases porosity and brittleness. Pure aluminum (100:0) produces a homogeneous structure. Adding 5–10% ASP initiates microcracks. The optimal eutectic composition (85:15) provides a balance with uniform particle distribution. Conversely, ASP compositions above 20% result in coarse eutectic structures.

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji syukur hanya bagi Allah SWT , karena atas segala karunia dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Disertasi dengan judul “**Analisis dan Karakterisasi Paduan *Aluminum Scrap* dengan Silika Abu Sekam Padi Menggunakan Pengecoran Evaporatif**”. Shalawat serta salam semoga terlimpahkan kepada Nabi Allah Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa’atnya di akhirat nanti.

Pada Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Komisi Pembimbing yaitu Ketua, bapak Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, ST, MT, IPM; Anggota 1, bapak Prof. Dr. Ir. Mastiadi Tamjidillah, ST, MT, IPM, dan Anggota 2, bapak Dr. Ir. Mahmud, ST., MT., IPM, yang telah memberikan bimbingan dan wawasan tentang penelitian yang penulis lakukan.
2. Komisi Penguji, yaitu; Penguji 1, bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, ST., MT, IPM; Penguji 2, bapak Dr. Ir. Rony Riduan, ST., MT, IPM, dan Penguji 3, bapak Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, ST., MT., IPM, serta Penguji Tamu bapak Prof. Dr. Ir. Helmy Purwanto, ST., MT., IPM, atas kesediaannya untuk memberikan saran dan masukan sehingga disertasi ini menjadi lebih baik lagi.
3. Bapak Dr. Ir. Bambang Joko Priatmadi, M.P, selaku Plt. Koordinator Program Studi Doktor (S3) Ilmu Pertanian dan bapak Prof. Akhmad R. Saidy, SP., M.Ag.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat.
4. Ayahanda Karsum (alm), ibunda Sri Damiati dan istriku Saphah serta anak-anakku Zakia Azzahro, Muhammad Haidir Ali dan Navishah Jauharo.
5. Bapak/Ibu dosen Doktor (S3) Ilmu Pertanian dan rekan-rekan sejawat dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, serta semua yang membantu terselesainya disertasi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Laporan disertasi ini tentu saja masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan sehingga dapat lebih baik lagi di kemudian hari. Demikian, semoga disertasi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Banjarbaru, Januari 2025
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN COVER.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR IDENTITAS KOMISI PEMBIMBING DAN KOMISI PENGUJI PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI.....	iv v
SERTIFIKAT UJI PLAGIASI.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
RINGKASAN.....	ix
SUMMARY.....	x
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Kebaruan Penelitian (<i>Novelty</i>).....	5
1.6. Batasan Masalah.....	6
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Pengecoran Evaporatif (<i>Lost Foam Casting</i>).....	17
2.3. <i>Polystyrene Foam</i>	19
2.4. Aluminium (Al).....	21

2.5. Silikon (Si).....	22
2.6. Paduan Aluminium.....	23
2.7. Diagram Fasa	31
2.8. Abu Sekam Padi (ASP).....	35
2.9. Penuangan Logam Cair	38
2.10. Fluiditas.....	40
2.11. Penyusutan dan Pengembangan.....	42
2.11.1. Penyusutan Coran.....	43
2.11.2. Pengembangan Coran.....	47
2.12. Kekerasan Coran.....	48
2.13. Uji Komposisi Kimia.....	49
2.14. Porositas.....	49
2.15. Struktur Mikro.....	51
2.16. Uji <i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i> (EDX).....	54
2.17. Uji Statistik.....	54
3. METODE PENELITIAN.....	59
3.1. Kerangka Penelitian.....	59
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	62
3.3. Tahapan Penelitian.....	63
3.4. Bahan dan Alat.....	64
3.4.1. Bahan Penelitian.....	64
3.4.2. Peralatan Penelitian.....	67
3.5. Variabel Penelitian.....	69
3.6. Diagram Alir Penelitian.....	70
3.7. Prosedur Penelitian.....	73
3.7.1. <i>Prepare</i> Bahan, Peralatan, K3.....	73
3.7.2. Proses Peleburan dan Penuangan.....	74
3.8. Disain Pola (<i>Styrofoam</i>).....	75
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	77
4.1. Hasil Pengecoran.....	77
4.1.1. Obyek Penelitian.....	77

4.1.2. Material Komposit Al <i>Scrap</i> dan ASP.....	77
4.1.3. Pengujian <i>Energy Dispersive X-ray</i> (EDX) Bahan Baku Al-ASP.....	79
4.1.4. Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) Al <i>Scrap</i> -ASP.....	80
4.1.5. Pola dan Cetakan.....	81
4.1.6. Pembuatan Komposit Al-ASP.....	82
4.1.7. Hasil Pembuatan Spesimen Komposit.....	82
4.2. Pengujian Fluiditas.....	85
4.2.1. Hasil Pengujian Fluiditas.....	85
4.2.2. Pembahasan Panjang Fluiditas.....	88
4.3. Pengujian Pengembangan dan Penyusutan.....	91
4.3.1. Hasil Pengujian Pengembangan dan Penyusutan.....	91
4.3.2. Pembahasan Penyusutan dan Pengembangan.....	92
4.4. Pengujian Komposisi Al-Si.....	96
4.4.1. Hasil Pengujian Komposisi AL-Si.....	96
4.4.2. Pembahasan Komposisi Al-Si.....	97
4.5. Pengujian Kekerasan Komposit.....	99
4.5.1. Hasil Pengujian Kekerasan.....	99
4.5.2. Pembahasan Pengujian Kekerasan.....	103
4.6. Pengujian Porositas.....	105
4.6.1. Hasil Pengujian Porositas.....	105
4.6.2. Pembahasan Porositas.....	107
4.7. Pengujian Mikrostruktur.....	112
4.7.1. Hasil Pengujian Mikrostruktur.....	112
4.7.2. Pembahasan Mikrostruktur.....	119
4.8. Uji ANOVA.....	122
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	125
5.1. Kesimpulan.....	125
5.2. Saran.....	126
DAFTAR PUSTAKA.....	128
LAMPIRAN.....	141
GLOSARIUM.....	161
PUBLIKASI ILMIAH TERKAIT DISERTASI.....	164

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian terdahulu	8
Tabel 2.2. Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang.....	13
Tabel 2.3. Karakteristik dan sifat mekanik logam aluinium.....	22
Tabel 2.4. Karakteristik dan sifat mekanik silikon.....	23
Tabel 2.5. Titik cair dan temperatur penuangan paduan Al.....	33
Tabel 2.6. Komposisi kimia sekam padi.....	36
Tabel 2.7. Komposisi kimia abu sekam padi.....	36
Tabel 2.8. Karakteristik fisika, mekanika, termal dan sifat elektrik silika amorf dan silika kristal.....	37
Tabel 2.9. Penyusutan bahan coran.....	44
Tabel 2.10. Shrinkage allowance untuk beberapa logam.....	45
Tabel 2.11. Diameter bola baja pengukuran kekerasan Brinell.....	49
Tabel 2.12. Kandungan Al <i>Scrap</i>	49
Tabel 3.1. Waktu pelaksanaan penelitian.....	63
Tabel 3.2. Peralatan penelitian.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tahapan proses pengecoran <i>evaporative</i>	18
Gambar 2.2. Bentuk <i>polystyrene foam</i>	20
Gambar 2.3. Proses polimerisasi.....	20
Gambar 2.4. Aluminium murni.....	21
Gambar 2.5. Unsur Silikon (Si).....	23
Gambar 2.6. Diagram fasa Al-Si.....	32
Gambar 2.7. (a) tanaman padi (b) sekam padi.....	35
Gambar 2.8. (a) Arang sekam padi (b) abu sekam padi (c) silika abu sekam padi.....	37
Gambar 2.9. Model uji fluiditas; (a) metode spiral, (b) metode Birmingham, UK, (c) metode Qudong.....	42
Gambar 2.10. (a) Cacat porositas (<i>shrinkage</i>); (b) cacat porositas gas.....	51
Gambar 3.1. Kerangka pemikiran.....	61
Gambar 3.2. Kabel aluminium rongsokan (<i>scrap</i>).....	64
Gambar 3.3. Abu sekam padi.....	65
Gambar 3.4. Pola Styrofoam.....	65
Gambar 3.5. Pasir cetak (silika).....	66
Gambar 3.6. Lem styrofoam.....	66
Gambar 3.7. Cairan etsa.....	66
Gambar 3.8. Amplas.....	67
Gambar 3.9. Autosol.....	67
Gambar 3.10. Diagram alir proses kalsinasi abu sekam padi.....	71
Gambar 3.11. Diagram alir pembuatan pola.....	71
Gambar 3.12. Diagram alir penelitian	72
Gambar 3.13. Desain pola spesimen uji metode Qudong (Modifikasi).....	76
Gambar 4.1. Kabel listrik Al <i>scrap</i>	78
Gambar 4.2. Tahapan pembuatan abu sekam padi.....	78

Gambar 4.3. Hasil pengujian <i>Energy Dispersive X-ray</i> bahan baku.....	79
Gambar 4.4. Gambar hasil pengujian <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	80
Gambar 4.5. Pola dan rangka cetak.....	81
Gambar 4.6. Komposit Al-ASP diproduksi dengan pengecoran evaporatif.....	83
Gambar 4.7. Spesimen uji panjang fluiditas dan pengembangan-penyusutan.....	84
Gambar 4.8. Mekanisme pengujian panjang fluiditas.....	85
Gambar 4.9. Grafik hasil pengujian panjang fluiditas.....	86
Gambar 4.10. Mekanisme pengembangan-penyusutan coran.....	91
Gambar 4.11. Grafik hasil pengujian pengembangan-penyusutan coran.....	92
Gambar 4.12. Grafik komposisi kandungan Al-Si dalam komposit.....	97
Gambar 4.13. Spesimen uji kekerasan.....	100
Gambar 4.14. Grafik nilai kekerasan Brinell (HBN).....	101
Gambar 4.15. Grafik pengujian porositas.....	106
Gambar 4.16. Foto mikrostruktur.....	113