

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh penambahan kalsium (Ca) terhadap pengurangan kadar silikon (Si) pada proses *refining scrap* aluminium berbasis limbah velg, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil uji komposisi menunjukkan bahwa penambahan Ca mampu menurunkan kadar Si secara signifikan pada paduan Al–Si hasil *remelting*. Pada suhu peleburan 650°C, kadar Si menurun dari $\pm 13,45\%$ menjadi 11,3% pada penambahan Ca 3%, kemudian turun lebih lanjut menjadi 8,7% dan 8,1% masing-masing pada penambahan Ca 5% dan 7%. Hasil ini menegaskan bahwa Ca berperan efektif sebagai agen desilikasi pada *scrap* aluminium.
2. Peningkatan suhu peleburan meningkatkan efektivitas reaksi antara Ca dan Si. Pada suhu 800°C, penurunan kadar Si berlangsung lebih signifikan dibandingkan suhu 650°C dan 725°C, yang ditunjukkan oleh hasil SEM-EDX dengan kadar Si terendah mencapai 0,67% pada penambahan Ca 7%. Hal ini menunjukkan bahwa suhu tinggi mempercepat kinetika reaksi dan pembentukan senyawa intermetalik CaSi_2 .
3. Hasil pengamatan SEM-EDX mengonfirmasi bahwa mekanisme utama penurunan kadar Si adalah pembentukan fasa intermetalik CaSi_2 . Fasa ini

terbentuk akibat reaksi langsung Ca dengan Si bebas dalam lelehan aluminium dan memiliki densitas lebih rendah dibandingkan matriks aluminium, sehingga cenderung terangkat ke permukaan dan dapat terpisahkan melalui proses skimming.

4. Penambahan Ca menyebabkan perubahan morfologi eutektik Si dari bentuk jarum kasar menjadi lebih halus dan terdistribusi lebih merata dalam matriks α -Al. Modifikasi struktur mikro ini semakin jelas pada penambahan Ca 7% dan 9% pada suhu 725°C dan 800°C, yang ditandai dengan berkurangnya panjang dan ketajaman fasa Si.
5. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa peningkatan kadar Ca cenderung meningkatkan nilai kuat tarik, khususnya pada suhu 725°C dan 800°C. Kuat tarik tertinggi diperoleh pada penambahan Ca 7% pada suhu 800°C, namun disertai dengan penurunan persentase elongasi. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan fasa intermetalik CaSi_2 berkontribusi terhadap peningkatan kekuatan, tetapi menurunkan kemampuan deformasi plastis material.
6. Meskipun penambahan Ca efektif dalam menurunkan kadar Si dan meningkatkan kuat tarik, penambahan Ca yang terlalu tinggi (9%) berpotensi menghasilkan fasa intermetalik CaSi_2 berukuran besar yang terperangkap dalam matriks aluminium. Kondisi ini dapat menurunkan keuletan dan berpotensi menjadi titik awal retak, sehingga diperlukan pengendalian kadar Ca yang optimum.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar penelitian

selanjutnya dapat difokuskan pada penentuan kadar kalsium (Ca) optimum yang mampu menurunkan kadar silikon (Si) secara efektif tanpa menimbulkan penurunan keuletan material yang signifikan. Pengaturan kadar Ca yang lebih presisi diperlukan mengingat pembentukan fasa intermetalik CaSi_2 , meskipun berperan dalam meningkatkan kekuatan tarik, berpotensi menurunkan kemampuan deformasi plastis apabila terbentuk secara berlebihan atau berukuran kasar.

Penelitian lanjutan juga disarankan untuk melakukan karakterisasi mikrostruktur yang lebih mendalam menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) yang dilengkapi dengan *elemental mapping* serta pengujian X-Ray Diffraction (XRD), guna mengidentifikasi secara pasti jenis, distribusi, dan fraksi volume fasa intermetalik Ca–Si yang terbentuk selama proses *refining*. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara mekanisme desilikasi, evolusi struktur mikro, dan sifat mekanik material. Selain itu, perlu dilakukan kajian terhadap pengaruh waktu tahan peleburan dan metode skimming terhadap efisiensi pemisahan fasa CaSi_2 dari lelehan aluminium. Variasi parameter proses tersebut berpotensi meningkatkan efektivitas pengurangan Si sekaligus meminimalkan kehilangan Ca reaktif selama proses *refining*.

Untuk penerapan pada skala industri, disarankan dilakukan penelitian lanjutan pada skala pilot guna mengevaluasi stabilitas proses, efisiensi konsumsi Ca, serta dampaknya terhadap kualitas produk akhir dan biaya produksi. Kajian ini penting sebagai dasar pengembangan teknologi *refining scrap* aluminium yang lebih

berkelanjutan dan aplikatif, khususnya untuk pemanfaatan limbah velg aluminium sebagai bahan baku sekunder bernilai tambah.