TREATMENT ALUMUNIUM 6061 DALAM RUANG TERTUTUP MENGGUNAKAN MEDIA BUBUK KARBON DAN CHROM PADA TEMPERATUR 450ºC DENGAN VARIASI WAKTU 4, 5 DAN 6 JAM

Faisal Ivan Prasetyo, Masyrukan
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

ABSTRAK

Dalam dunia modern, konstruksi dan teknologi telah menjadi kebutuhan penting yang digunakan setiap hari. Logam sangat penting dalam kehidupan sehari-hari dan merupakan komponen penting dalam teknologi saat ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hasil pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*) menggunakan ASTM E98 pada alumunium 6061 setelah dilakukan treatment dalam ruang tertutup menggunakan media bubuk karbon dan Chrom (Cr^{24}) pada suhu 450ºC dengan variasi waktu 4,5, dan 6 jam. Berdasarkan hasil penelitian proses difusi karbon (C) pada sampel uji yaitu alumunium (Al) yang pada waktu treatment selama 4 jam difusi karbon (C) sebesar 13.167% berat, kemudian selama 5 jam sebesar 15.965% berat, dan selama 6 jam sebesar 29.254% berat karbon (C). Hasil uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) AlKarbon (C)+Chrom (Cr) menunjukkan perubahan morfologi pada sampel setelah ditreatment dengan variasi waktu 4, 5, dan 6 jam. Hal tersebut ditunjukkan setelah sampel dilakukan uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dimana pada treatment variasi waktu 4 jam kadar Chrome (Cr) sebesar 0.043%, variasi waktu 5 jam 0.121%, dan variasi waktu 6 jam sebesar 0.044%.

Kata kunci: Alumunium 6061, Carburizing, Heat Treatment, Karbon, Uji SEM.

ABSTRACT

In the modern world, construction and technology have become essential needs used every day. Metals are very important in daily life and are a crucial component in today's technology. Resistance to corrosion is one of the important properties for a metal, especially for building machines that will interact with their surrounding environment. The purpose of this research is to analyze the results of SEM (Scanning Electron Microscopy) testing using ASTM E98 on aluminum 6061 after treatment in a closed chamber using carbon powder and Chrom (Cr24) media at a temperature of 450°C with variations of 4, 5, and 6 hours. Based on the research results of the carbon (C) diffusion process on the test sample, namely aluminum (Al), during a 4-hour treatment, the carbon (C) diffusion was 13.167% by weight, then during 5 hours it was 15.965% by weight, and during 6 hours it was 29.254% by weight of carbon (C). The results of the Scanning Electron Microscopy (SEM) test on AlCarbon (C)+Chrom (Cr) show morphological changes in the samples after treatment with variations of 4, 5, and 6 hours. This was shown after the samples were subjected to Scanning Electron Microscopy (SEM) testing, where in the 4-hour treatment variation, the Chrome (Cr) content was 0.043% by, in the 5-hour variation it was 0.121%, and in the 6-hour variation it was 0.044%.

Keywords: Aluminum 6061, Carburizing, Heat Treatment, Carbon, SEM Test.

1. PENDAHULUAN

Dunia kontruksi dan teknologi saat ini menjadi kebutuhan dasar yang selalu digunakan dalam sehari-hari. Didalam aspek kehidupan tidak lepas juga dengan yang namanya bahan material, khususnya material logam. Logam memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari dan merupakan bahan dasar yang penting dalam teknologi modern.

Karena banyak digunakan pada komponen *shaft, crankshaft*, dan gear dalam industri otomotif dan *aerospace*, baja AlSI 4340 memerlukan proses rekayasa untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Struktur baja AlSI 4340 sering mengalami tegangan-tegangan geser gaya luar saat digunakan untuk pembebanan, yang dapat menyebabkan kerusakan atau perubahan bentuk. Dengan demikian, sifat mekanik yang lebih baik diperlukan untuk membuat baja AlSI 4340 lebih kuat dan tahan terhadap keausan. Salah satu cara meningkatkan sifat mekanik adalah dengan menggunaka proses perlakuan permukaan (*surface treatment*) pack carburizing, dimana kandungan karbon ditambahkan ke purmukaan baja (Azmy dkk., 2012).

Salah satu material non-ferro yang sering digunakan untuk komponen otomotif adalah alumunium paduan. Ketahanan terhadap korosi merupakan sifat penting alumunium paduan terutama ketika merencanakan konstruksi mesin yang berhubungan langsung dengan lingkungan sekitarnya. Alumunium paduan termasuk material ringan (2,7 gram/ cm3) dan kuat. Selain itu alumunium paduan dapat dipanaskan (heat treatment) dan memiliki ketahanan aus yang tinggi (Sugiarto dkk., 2021).

Aluminium 6061 adalah jenis paduan aluminium yang sebagian besar terdiri dari paduan Al-Si-Mg (Suprapto dkk., 2019). Salah satu manfaat alumunium 6061 adalah mampu ekstrusinya yang tinggi. Ini tentu saja disebabkan oleh kandungan solute yang relatif kecil dan titik leleh yang cenderung tinggi pada alumunium seri 6xxx. Alumunium 6061 banyak digunakan dalam industri otomotif, militer, dan dirgantara karena kekuatan, ketahanan korosi, dan beratnya yang lebih rendah daripada paduan alumunium lainnya (Wardani dkk., 2022).

Ditinjau dari jumlah penggunaan alumunium yang semakin bertambah setiap tahunnya, maka diperlukan perbaikan sifat mekanik. Sifat mekanik Paduan alumunium dapat ditingkatkan melalui proses aging (Andoko dkk,. 2020).

Perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan kombinasi proses pemanasan atau pendinginan suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mencapai sifat tertentu. Untuk mencapai sifat ini, kecepatan pendinginan dan batas suhu sangat penting, sehingga penentuan bahan logam yang tepat pada dasarnya adalah kesepakatan antara berbagai sifat, lingkungan,

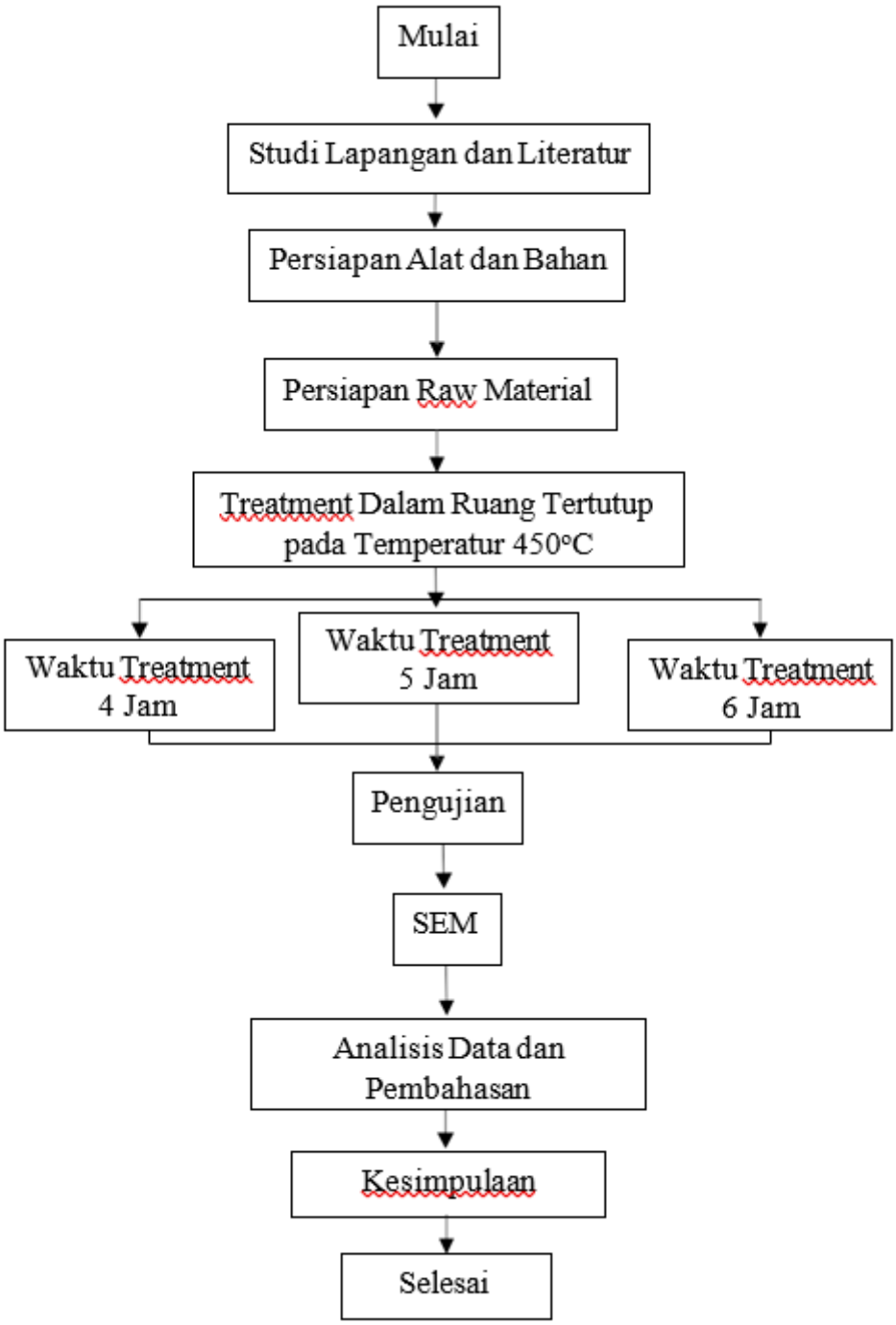
dan cara penggunaan hingga sifat logam tersebut dapat memenuhi syarat tertentu (Saefuloh dkk,. 2018).

Interaksi dengan bahan lain dan lingkungan akan mengubah suatu bahan. Degradasi ini menyebabkan material menjadi rusak sebelum mencapai batas umurnya yang ideal. Oleh karena itu, beberapa komponen mesin modern membutuhkan kekerasan yang tinggi. Bahan-bahan yang ringan tetapi kekerasan tinggi biasanya lebih berat. Salah satu bahan yang paling ringan adalah alumunium. Alumunium murni sangat lunak dan tidak kuat, sehingga jarang digunakan secara terpisah. Namun, jika dicampur dengan unsur lain, seperti tembaga (Cu), magnesium (Mg), silicon (Si), mangan (Mn), atau unsur lainnya, alumunium dapat menunjukan sifat yang lebih baik (Yulio, 2020).

Berdasarkan uraian diatas penulis akan melakukan penelitian "Treatment Alumunium 6061 Dalam Ruang Tertutup Menggunakan Media Bubuk Karbon dan Chrom Pada Temperatur 450^{o}C dengan Variasi Waktu 4,5 dan 6 Jam".

2. METODE

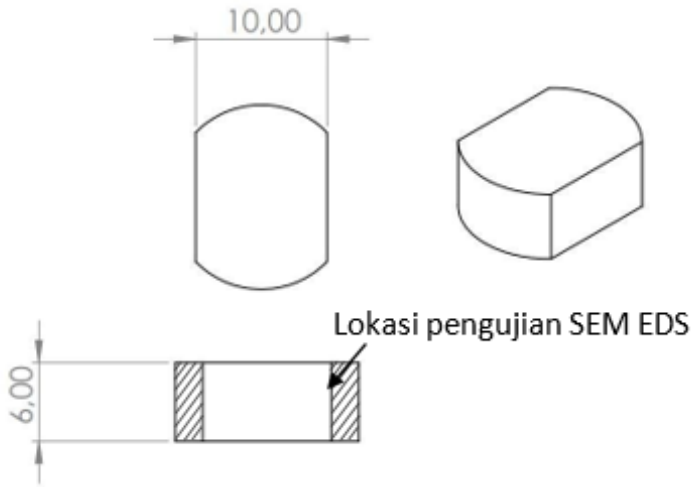
Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada Alumunium 6061 setelah dilakukan *treatment* dalam ruang tertutup menggunakan media bubuk karbon dekoratif partikel chrom pada temperatur 450^{o} dengan variasi waktu 4, 5, dan 6 jam. Penelitian ini diawali dengan melakukan studi lapangan dan studi literatur kemudian mempersiapkan alat dan bahan dengan menggunakan material yaitu Alumunium 6061 dengan diameter 6 mm tinggi 4 mm dan karbon dekoratif partikel Chrom. Selanjutnya akan dilakukan *treatment* dalam ruang tertutup dengan variasi waktu 4, 5 dan 6 jam yang kemudian dilakukan proses pengujian yaitu pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Untuk memperjelas proses penelitian yang dilakukan maka dibuat diagram alir yang dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

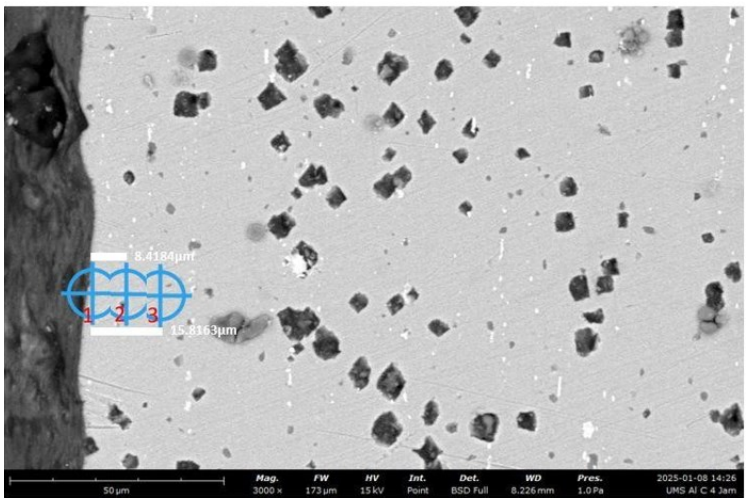
Pada bab ini membahas tentang hasil uji *Scanning Electron Microscopic*(SEM) dan *Energy Dispersive Spectroscopy*(EDS). Spesimen yang diuji meliputi Spesimen Uji di Treatment Tanpa media Karbon Dekoratif Chrom dan Spesimen Uji di Treatment dengan Media Karbon Dekoratif Chrom.



Gambar 2. Sketsa Spesimen Uji

3.1 Spesimen Uji di *Treatment* Tanpa Media Karbon Dekoratif Chrom

3.1.1 *Treatment* Dengan Waktu 4 Jam



Gambar 3. Spesimen Uji Al+Karbon (C) Setelah Pengujian Spot SEM EDS

Tabel 1. Hasil Analisis Spot Pertama Al-Karbon (C)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	13.733	6.620
	13	Al	Alumunium	86.267	93.988

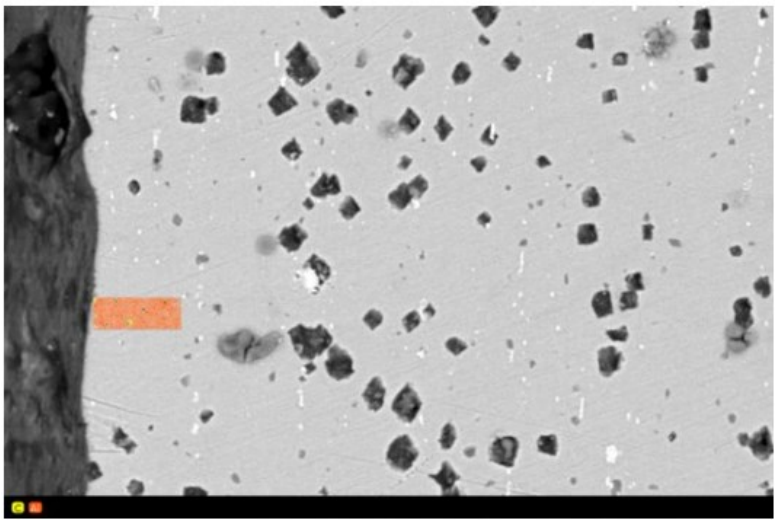
Tabel 2. Hasil Analisis Spot Kedua Al-Karbon (C)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	12.560	6.012
	13	Al	Alumunium	87.440	93.988

Tabel 3. Hasil Analisis Spot Ketiga Al-Karbon (C)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	14.499	7.021
	13	Al	Alumunium	85.501	92.979

Dari penentuan titik area sampel uji Al+Karbon (C) yang telah dilakukan proses difusi sebelumnya, menunjukan hasil uji spot analisis seperti yang tertera pada gambar 3. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa pada spot analisis pertama Karbon (C) 13.733% berat, kedua 12.560% berat dan yang ketiga 14.499% berat dengan pengambilan jarak uji spot analisis dari tepi hingga titik spot terakhir sebesar 15.8163µm. Sehingga didapat hasil analisis tersebut dimana Karbon (C) mengalami penurunan berat pada spot pertama menuju spot kedua, tetapi pada spot kedua menuju ketiga mengalami kenaikan presentase.



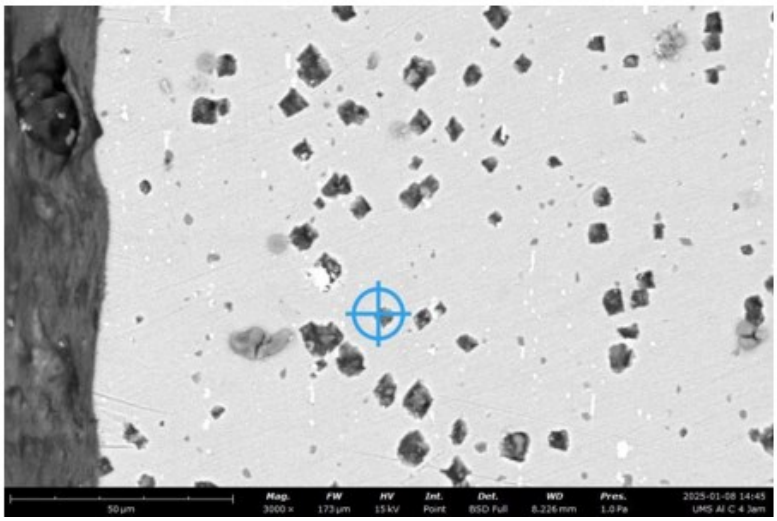
Gambar 4. Spesimen Uji Al+Karbon(C) Setelah Pengujian Mapping SEM EDS

Tabel 4. Hasil Map *Analysis* Spesimen Uji Al-C

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	13.167	6.325
	13	Al	Alumunium	86.833	93.675

Setelah penentuan area titik uji spot analisis yang ditunjukan gambar dihasilkan map analisis seperti yang tertera pada tabel 4. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa spesimen dengan variasi waktu 4 jam terdapat kandungan komposisi kimia dimana

Alumunium (Al) terdeteksi sebagai unsur kimia spesimen sejumlah 86.833% berat, kemudian unsur selanjutnya Carbon (C) 13.167% berat.



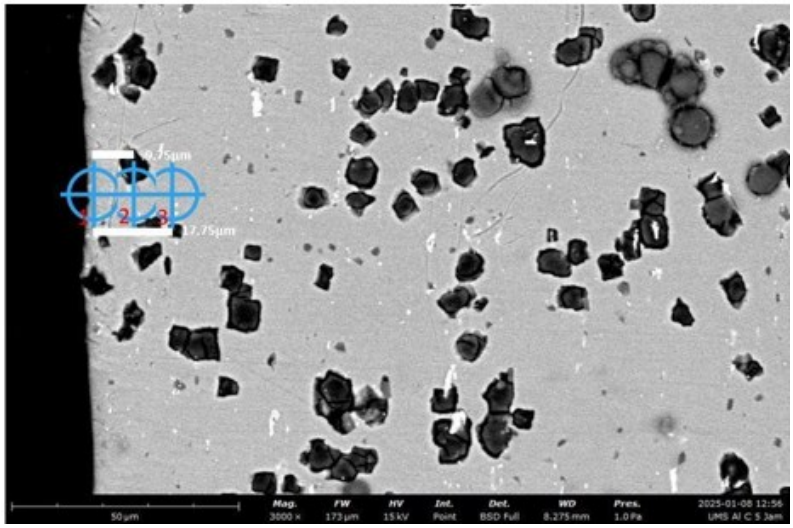
Gambar 5. Spesimen Uji Al+Karbon(C) Setelah Pengujian Spot SEM EDS

Tabel 5. Hasil Analisis Spot Al+Karbon (C)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	65.532	45.300
	13	Al	Alumunium	34.968	54.700

Kemudian, setelah melakukan analisis spot dan mapping di area tepi spesimen, dilakukan analisis spot di lokasi struktur mikro hasil etsa. Tabel 5 menunjukkan bahwa di lokasi tersebut terdapat kandungan komposisi kimia, dengan alumunium (Al) 34.968% berat dan karbon (C) mencapai 65.032% berat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan karbon (C) lebih banyak terlihat di area struktur mikro yang terbentuk oleh proses etsa daripada di tempat lain, yang artinya terjadi proses difusi karbon (C) yang cukup besar di area tersebut.

3.1.2 *Treatment* Selama 5 Jam



Gambar 6. Spesimen Uji Al+Karbon (C) Setelah Pengujian Spot SEM EDS

Tabel 6. Hasil Analisis Spot Pertama Al+Karbon

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	12.925	6.200
	13	Al	Alumunium	87.075	93.800

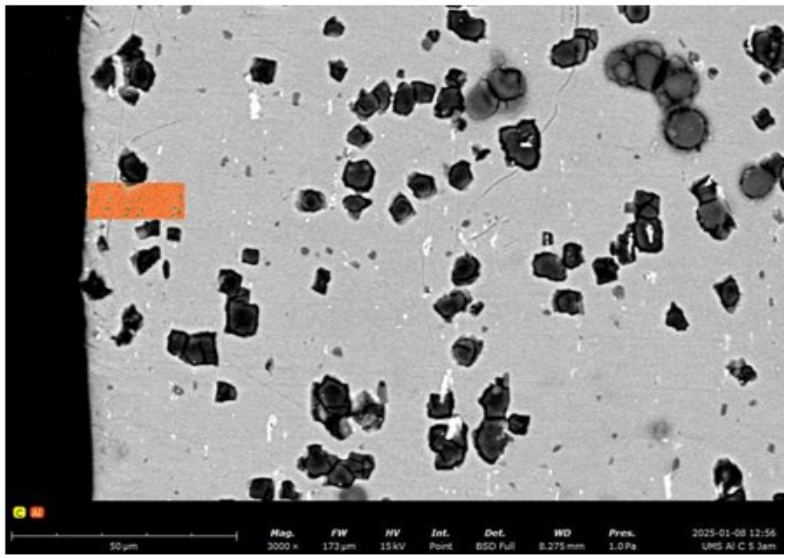
Tabel 7. Hasil Analisis Spot Kedua Al+Karbon

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	9.770	4.600
	13	Al	Alumunium	90.230	95.400

Tabel 8. Hasil Analisis Spot Ketiga Al+Karbon

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	11.165	5.300
	13	Al	Alumunium	88.835	94.700

Hasil uji spot analisis, yang ditunjukkan pada gambar 6, berasal dari penentuan titik area sampel uji Al+Karbon (C) yang telah dilakukan proses difusi sebelumnya. Berdasarkan tabel tersebut, diketahui bahwa pada spot analisis pertama Karbon (C) memiliki berat 12.295%, pada spot analisis kedua 9.770%, dan pada spot analisis ketiga 11.165%, dengan jarak uji spot analisis dari tepi hingga titik spot terakhir sebesar17.75 µm. Dengan demikian, Karbon (C) mengalami penurunan berat sehingga bapat diartikan proses difusi Karbon (C) berhasil.

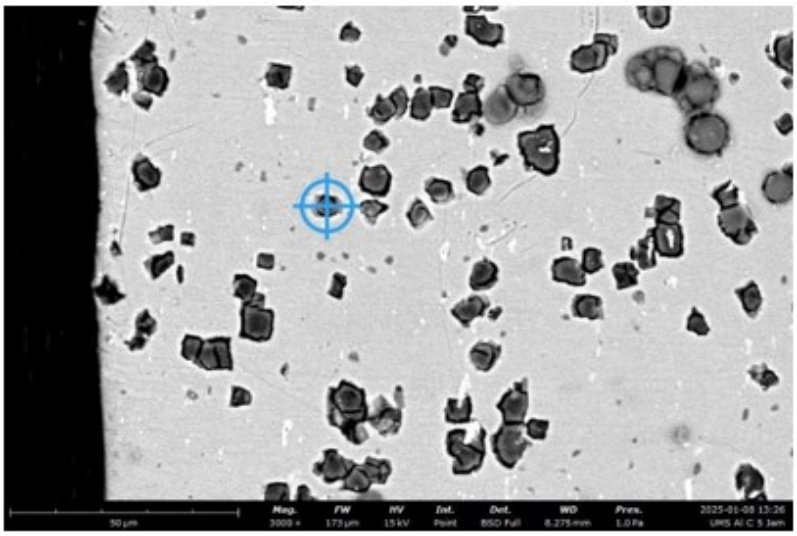


Gambar 7. Spesimen Uji Al+Karbon (C) Setelah Pengujian Mapping SEM EDS

Tabel 9. Hasil Analisis Mapping Al+Karbon (C)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	15.965	7.800
	13	Al	Alumunium	84.035	92.200

Setelah penentuan area titik uji spot analisis yang ditunjukan gambar 7 dihasilkan map analisis seperti yang tertera pada tabel 9. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa spesimen Al+Karbon (C) dengan variasi waktu 5 jam terdapat kandungan komposisi kimia dimana Alumunium (Al) terdeteksi sebagai unsur kimia spesimen sejumlah 84.035% berat, kemudian unsur selanjutnya Carbon (C) 15.965% berat.



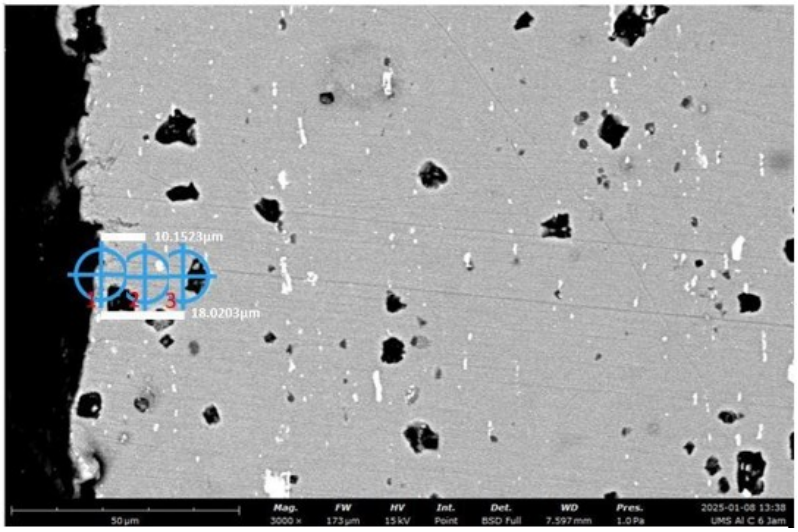
Gambar 8. Spesimen Uji Al+Karbon (C) Setelah Pengujian Mapping SEM EDS

Tabel 10. Hasil Analisis Mapping Al+Karbon (C)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	39.395	22.400
	13	Al	Alumunium	60.069	76.700
	17	Cl	Chlorine	0.536	0.900

Kemudian, setelah melakukan analisis spot dan mapping di area tepi spesimen, dilakukan analisis spot di lokasi struktur mikro hasil etsa. Tabel 10 menunjukkan bahwa di lokasi tersebut terdapat kandungan komposisi kimia, dengan alumunium (Al) 60.069% berat, karbon (C) mencapai 39.395% berat dan terdapat chlorine (Cl) sebesar 0.536% berat. Hasil tersebut menunjukkan di area struktur mikro yang terbentuk oleh proses etsa tidak hanya terdapat kandungan karbon (C), akan tetapi terdapat komposisi lain seperti chlorine (Cl). Sehingga berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan terjadi difusi karbon (C) di area tersebut tetapi tidak terlalu kuat.

3.1.3 *Treatment* Selama 6 Jam



Gambar 9. Spesimen Uji Al+Karbon (C) Setelah Pengujian Spot SEM EDS

Tabel 11. Hasil Analisis Spot Pertama Al+Karbon

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	23.952	12.300
	13	Al	Alumunium	76.048	87.700

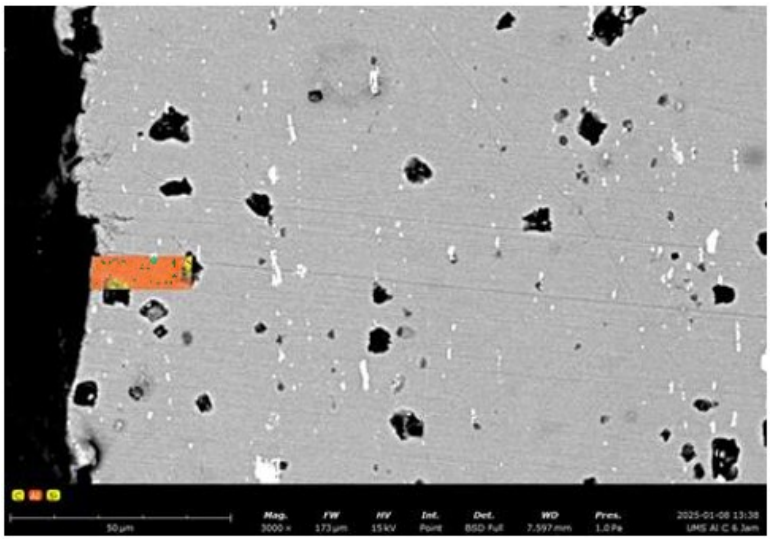
Tabel 12. Hasil Analisis Spot Kedua Al+Karbon

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	23.012	11.747
	13	Al	Alumunium	76.988	88.253

Tabel 13. Hasil Analisis Spot Ketiga Al+Karbon

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	27.257	14.300
	13	Al	Alumunium	72.743	85.700

Hasil uji analisis spot, yang ditunjukkan pada gambar 9, berasal dari penentuan titik area sampel uji Al+Karbon (C) yang telah melalui proses difusi sebelumnya. Menurut tabel, terlihat bahwa Karbon (C) memiliki berat 23.952% pada spot analisis pertama, 23.012% pada spot analisis kedua, dan 27.257% pada spot analisis ketiga. Pengambilan jarak uji dari tepi ke spot analisis ketiga sebesar 18.0203µm. Dengan demikian, Karbon (C) mengalami sedikit penurunan berat pada spot pertama ke spot kedua sehingga dapat dikatakan difusi karbon (C) berhasil tetapi lemah, karena pada spot kedua menuju spot ketiga karbon (C) mengalami kenaikan.

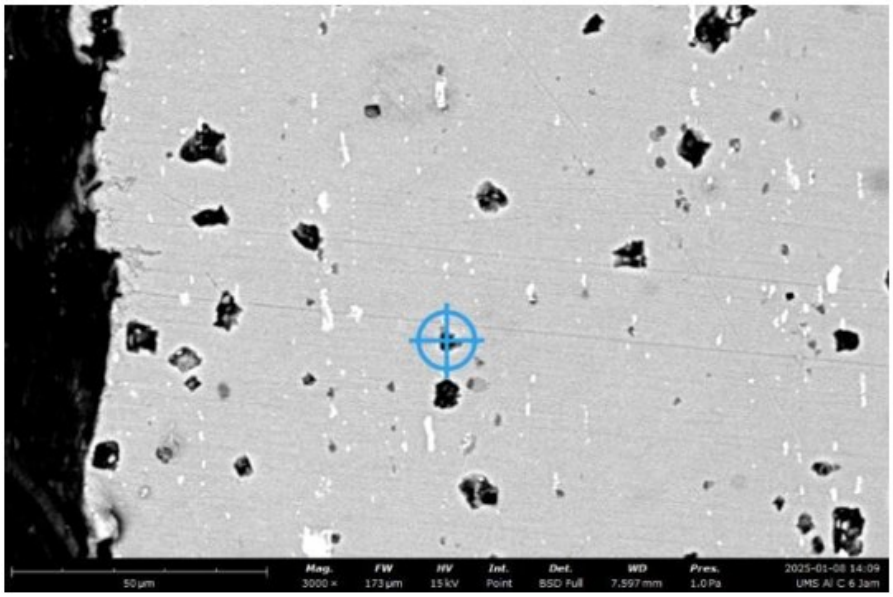


Gambar 10. Spesimen Uji Al+Karbon (C) Setelah Pengujian Mapping SEM EDS

Tabel 14. Hasil Analisis Mapping Al+Karbon (C)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	29.254	15.547

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	13	Al	Alumunium	70.262	83.852
	14	Si	Silicon	0.484	0.602



Gambar 11. Spesimen Uji Al+Karbon (C) Setelah Pengujian Spot SEM EDS

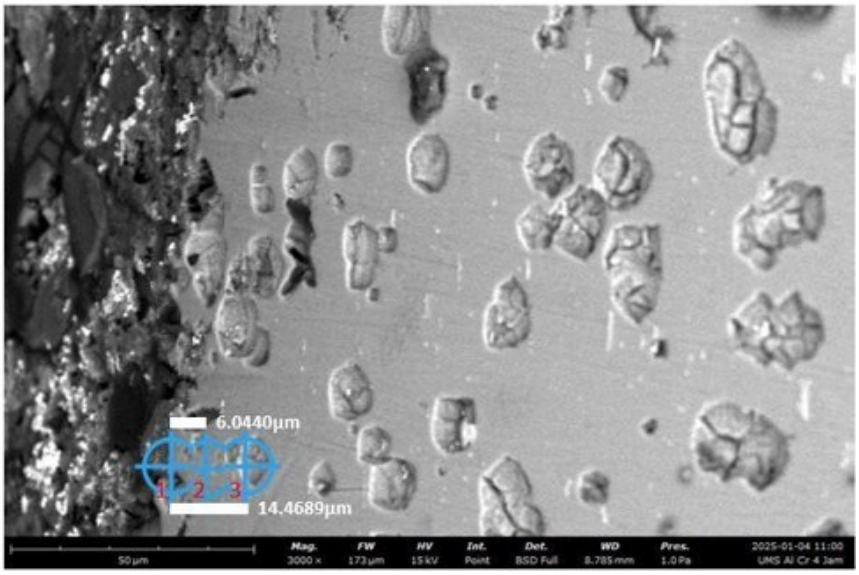
Tabel 15. Hasil Analisis Spot Al+Karbon (C)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	33.099	18.054
	13	Al	Alumunium	66.901	81.946

Selanjutnya, analisis titik dilakukan di lokasi mikrostruktur yang dihasilkan dari etsa setelah map dan spot analisis dilakukan di area tepi spesimen. Di lokasi berdasarkan gambar 11, Tabel 15 menunjukkan komposisi kimia, termasuk aluminium (Al) sebesar 66.901% berat dan karbon (C) sebesar 33.099% berat. Hasil ini menunjukkan bahwa di area mikrostruktur yang terbentuk oleh proses etsa mengalami difusi karbon (C)..

3.2 Spesimen Uji di *Treatment* Dengan Media Karbon Dekoratif Chrom

3.2.1 *Treatment* Dengan Waktu 4 Jam



Gambar 12. Spesimen Uji Al Karbon (C)+Chrom (Cr) Setelah Pengujian Spot SEM EDS

Tabel 16. Hasil Analisis Spot Pertama Al Karbon+Chrom (Cr)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	29.319	15.584
	13	Al	Aluminum	70.637	84.316
	24	Cr	Chromium	0.043	0.100

Tabel 17. Hasil Analisis Spot Kedua Al Karbon+Chrom (Cr)

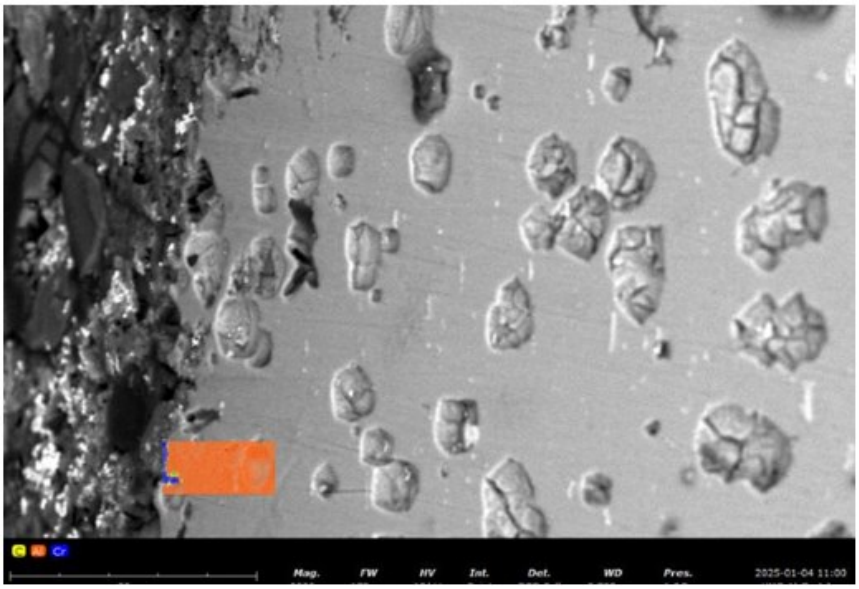
	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	38.653	21.900
	13	Al	Aluminum	61.306	78.000
	24	Cr	Chromium	0.041	0.100

Tabel 18. Hasil Analisis Spot Ketiga Al Karbon+Chrom (Cr)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	41.475	23.976
	13	Al	Aluminum	58.485	75.924
	24	Cr	Chromium	0.040	0.100

Hasil uji spot analisis pada sampel Al Karbon (C)+Chrom (Cr) yang telah dilakukan proses difusi sebelumnya ditunjukkan pada gambar 12. Pada sampel Al Karbon (C)+Chrome (Cr) jarak uji spot analisis dari tepi hingga titik spot terakhir sebesar

14.4689µm. Berdasarkan tabel tersebut hasil uji spot analisis menunjukkan bahwa spot analisis pertama menunjukkan 29.319% berat Karbon (C) 0.043% berat Chrom (Cr). Kemudian spot analisis kedua menunjukkan 38.653% berat Karbon (C) 0.041% berat Chrom (Cr), dan spot analisis ketiga menunjukkan 41.475% berat Karbon (C) 0.040% berat Chrom (Cr). Dari hasil tersebut adanya penambahan karbon dekoratif Chrom (Cr) yang mengalami penurunan dan Karbon (C) mengalami kenaikan, dapat diartikan difusi karbon dekoratif Chrom (Cr) berhasil.



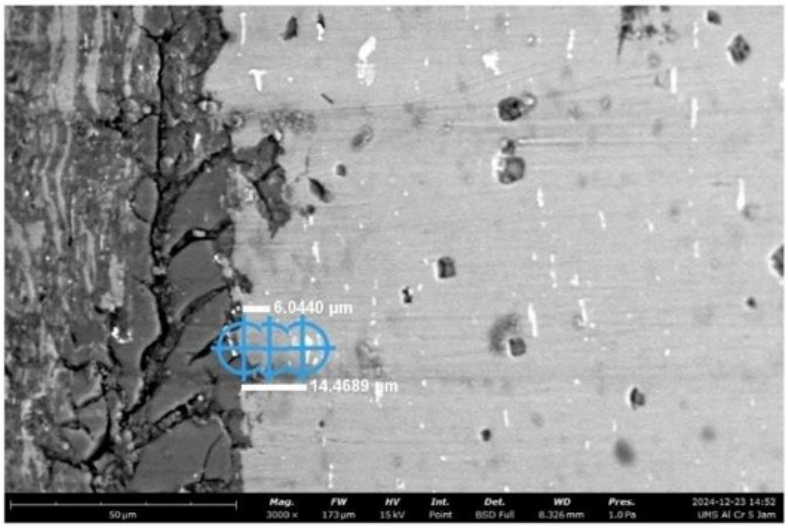
Gambar 13. Spesimen Uji Al Karbon (C)+Chrom (Cr) Setelah Pengujian Mapping SEM EDS

Tabel 19. Hasil Analisis Mapping Al Karbon+Chrom (Cr)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	29.658	15.800
	13	Al	Aluminum	70.298	84.100
	24	Cr	Chromium	0.043	0.100

Hasil map analisis menunjukan seperti yang tertera pada tabel 19 setelah penentuan area titik uji spot analisis, yang digambarkan pada gambar 13. Dengan variasi waktu empat jam, spesimen Al- Karbon (C)+Chrom (Cr) mengandung komposisi kimia, dengan Alumunium (Al) 70.298% berat, Karbon (C) 29.658% berat, dan Chrom (Cr) 0.043% berat, menurut tabel tersebut.

3.2.2 *Treatment* Selama 5 Jam



Gambar 14. Spesimen Uji Al Karbon (C)+Chrom (Cr) Setelah Pengujian Spot SEM EDS

Tabel 20. Hasil Analisis Spot Pertama Al Karbon+Chrom (Cr)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	13	Al	Aluminum	99.896	99.800
	24	Cr	Chromium	0.104	0.200

Tabel 21. Hasil Analisis Spot Kedua Al Karbon+Chrom (Cr)

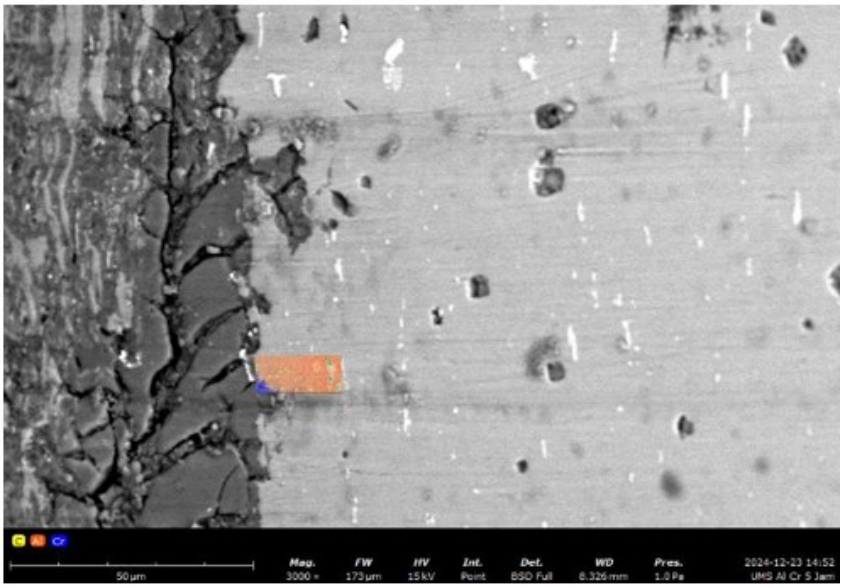
	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	13	Al	Aluminum	99.896	99.800
	24	Cr	Chromium	0.104	0.200

Tabel 22. Hasil Analisis Spot Ketiga Al Karbon+Chrom (Cr)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	34.368	18.900
	13	Al	Aluminum	65.590	81.000
	24	Cr	Chromium	0.042	0.100

Hasil uji spot analisis pada sampel Al Karbon (C)+Chrom (Cr) yang telah dilakukan proses difusi sebelumnya ditunjukkan pada gambar 14. Pada sampel Al Karbon (C)+Chrom (Cr) jarak uji spot analisis dari tepi hingga titik spot terakhir sebesar 14.4689µm. Berdasarkan tabel tersebut hasil uji spot analisis menunjukkan bahwa spot

analisis pertama menunjukkan 0.104% berat Chrom (Cr). Kemudian spot analisis kedua menunjukkan 0.104% berat Chrom (Cr), dan spot analisis ketiga menunjukkan 34.368% berat Karbon (C) 0.042% berat Chrom (Cr). Dari hasil tersebut adanya penambahan karbon dekoratif Chrom (Cr) yang mengalami penurunan dan Karbon (C) mengalami kenaikan, dapat diartikan difusi karbon dekoratif Chrom (Cr) berhasil.



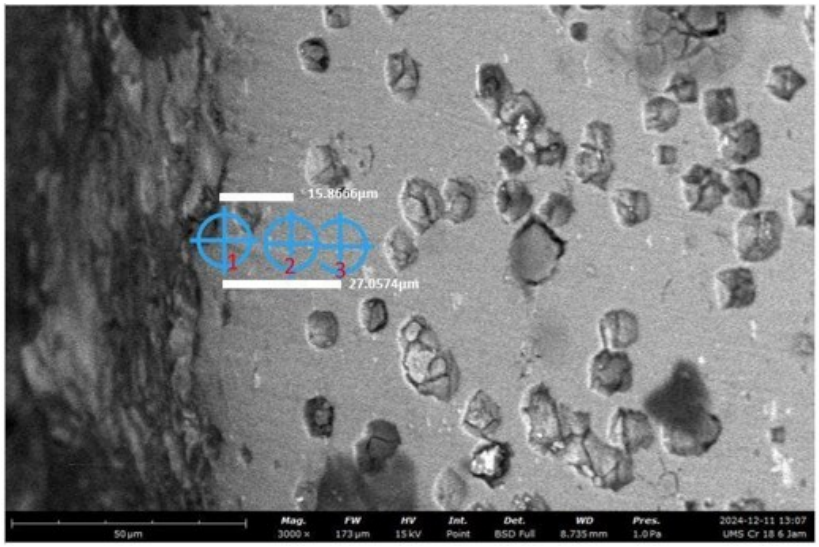
Gambar 15. Spesimen Uji Al Karbon (C)+Chrom (Cr) Setelah Pengujian Mapping SEM EDS

Tabel 23. Hasil Analisis Mapping Al Karbon+Chrom(Cr)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	23.452	8.600
	13	Al	Alumunium	82.506	91.300
	28	Ni	Nickel	0.042	0.100

Setelah penentuan area titik uji spot analisis, yang ditunjukan pada gambar 15, hasil map analisis ditunjukan pada tabel 23. Berdasarkan tabel, spesimen Al Karbon (C)+Chrom (Cr) dengan variasi waktu difusi lima jam mengandung komposisi kimia alumunium (Al) 59.958% berat, karbon(K) sebesar 39.920% berat, dan chrom (Cr) 0.121% berat.

3.2.3 *Treatment* Selama 6 Jam



Gambar 16. Spesimen Uji Al Karbon (C) +Chrom (Cr) Setelah Pengujian Spot SEM EDS

Tabel 24. Hasil Analisis Spot Pertama Al Karbon+Chrom (Cr)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	45.603	25.425
	13	Al	Aluminum	47.331	59.259
	14	Si	Silicon	2.303	3.003
	24	Cr	Chromium	0.207	0.501
	26	Fe	Iron	4.556	11.812

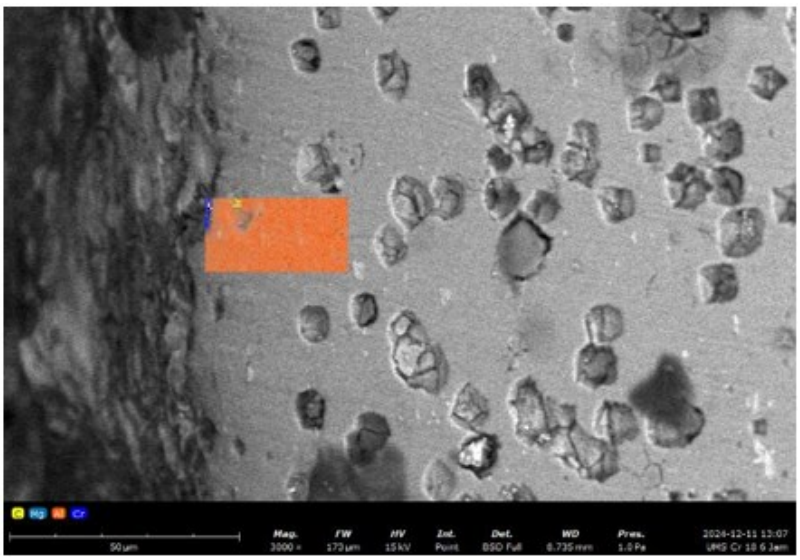
Tabel 25. Hasil Analisis Spot Pertama Al Karbon+Chrom (Cr)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	47.871	29.000
	12	Mg	Magnesium	0.082	0.100
	13	Al	Aluminum	51.971	70.700
	24	Cr	Chromium	0.076	0.200

Tabel 26. Hasil Analisis Spot Pertama Al Karbon+Chrom (Cr)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	48.662	29.670
	12	Mg	Magnesium	0.081	0.100
	13	Al	Aluminum	51.219	70.130
	24	Cr	Chromium	0.038	0.100

Gambar 16 menunjukkan hasil uji analisis titik pada sampel Al Karbon (C)+Chrom (Cr) yang telah melalui proses difusi. Jarak dari tepi sampel hingga titik analisis terakhir adalah 27.0574µm. Menurut tabel, hasil uji spot analisis menunjukkan bahwa spot analisis pertama menunjukkan berat kromium (Cr) sebesar 0.207%, spot analisis kedua menunjukkan berat kromium (Cr) sebesar 0.079%, dan spot analisis ketiga menunjukkan berat kromium (Cr) sebesar 0.038%. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan bahwa adanya penurunan berat karbon dekoratif chrome (Cr) pada saat difusi yang dapat diartikan difusi karbon berhasil.

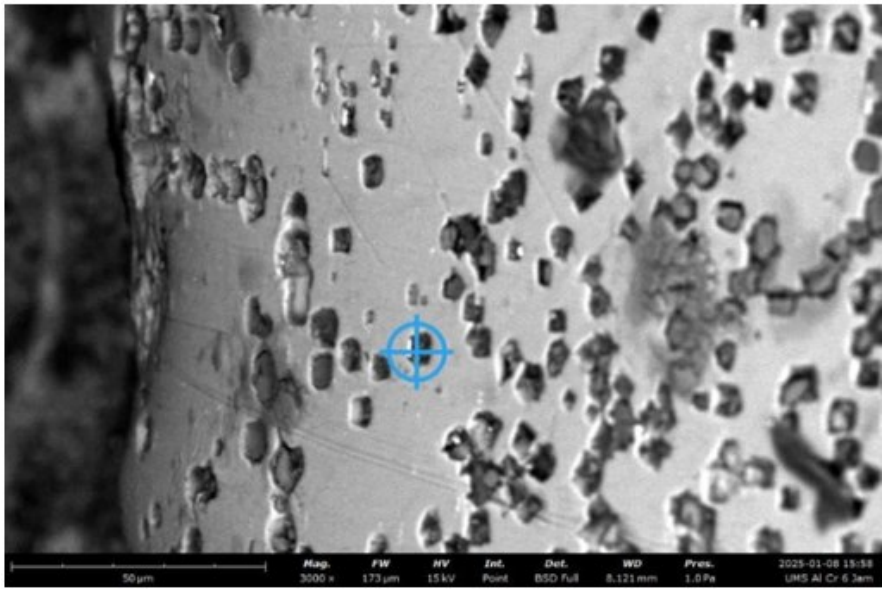


Gambar 17. Spesimen Uji Al Karbon (C) +Chrom (Cr) Setelah Pengujian Mapping SEM EDS

Tabel 27. Hasil Analisis Mapping Al Karbon+Chrom (Cr)

	Element Number	**Element Symbol**	**Element Name**	**Atomic Conc.**	**Weight Conc.**
	6	C	Carbon	26.455	13.800
	13	Al	Aluminum	73.501	86.100
	24	Cr	Chromium	0.044	0.100

Hasil dari map analisis ditunjukkan pada tabel 27 setelah menentukan area titik uji analisis, seperti yang ditunjukkan pada gambar 17. Dengan variasi waktu difusi enam jam, berdasarkan tabel spesimen karbon (C)+chrom (Cr) mengandung komposisi kimia aluminium (Al) 73.501% berat, karbon (K) 26.455% berat, dan chrom (Cr) 0,121% berat.



Gambar 18. Spesimen Uji Al Karbon (C) +Chrom (Cr) Setelah Pengujian Spot SEM EDS

Tabel 28. Hasil Analisis Spot Al Karbon+Chrom(Cr)

	Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
	6	C	Carbon	51.866	32.400
	13	Al	Aluminum	47.618	66.800
	14	Si	Silicon	0.479	0.700
	24	Cr	Chromium	0.037	0.100

Setelah dilakukan map analisis, spot analisis dilakukan kembali di lokasi mikrostuktur yang diperoleh melalui etsa. Tabel 28 menunjukkan komposisi kimia di lokasi berdasarkan gambar 18, yang menunjukan aluminium (Al) sebesar 47.618% berat, karbon (C) sebesar 51.866% berat, chrom (Cr) sebesar 0.037% berat, dan terdapat silikon (Si) sebesar 0.479% berat. Dengan hasil ini menunjukkan bahwa terjadi difusi karbon (C) yang tinggi dan difusi karbon dekoratif chrome (Cr) relatif rendah di area mikrostruktur yang dibentuk oleh proses etsa, sehingga dapat dikatakan proses difusi berhasil pada kedalaman tertentu.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan dapat dibuat sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), Al+Karbon (C) menunjukan perubahan morfologi setelah dilakukan treatment dengan variasi waktu 4,5 dan 6 jam. Hal itu dibuktikan dengan hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada sampel uji Al+Karbon (C). Fenomena tersebut terjadi karena adanya proses difusi karbon (C) pada sampel uji yaitu alumunium (Al) yang pada waktu treatment selama 4 jam difusi karbon (C) sebesar 13.167% berat, kemudian selama 5 jam sebesar 15.965% berat, dan selama 6 jam sebesar 29.254% berat karbon (C). Dapat disimpulkan bahwa treatment dalam ruang tertutup dengan variasi waktu 4,5,dan 6 jam pada suhu 450^{o}C meningkatkan kadar karbon (C) dan merubah morfologi logam alumunium (Al).
2. Hasil uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Al Karbon (C)+Chrom (Cr) menunjukkan perubahan morfologi pada sampel setelah ditreatment dengan variasi waktu 4, 5, dan 6 jam. Hal tersebut ditunjukkan setelah sampel dilakukan uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dimana pada treatment variasi waktu 4 jam kadar Chrome (Cr) sebesar 0.043% berat, variasi waktu 5 jam 0.121% berat, dan variasi waktu 6 jam sebesar 0.044% berat. Yang artinya pada waktu 4 dan 6 jam difusi karbon dekoratif partikel chrom (Cr) berhasil, tetapi pada sampel dengan waktu treatment 5 jam difusi karbon dekoratif partikel chrom tidak berhasil atau lemah penyebarannya tidak mencapai ke area inti spesimen alumunium 6061.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, ada beberapa hal yang harus perlu diperhatikan dalam penelitian serupa maupun pengembangannya, sehingga penulis menyarankan beberapa hal antara lain:

1. Untuk penelitian selanjutnya topik treatment alumunium pada ruang tertutup diharapkan adanya pembaruan variasi dengan penggunaan suhu 600^{o}C.
2. Pada penelitian selanjutnya dilakukan pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Hardness* untuk mengetahui lebih detail hasil dari topik treatment alumunium pada ruang tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, Y., Sudaryanto, Mardhatila, F. A., Kristiadi, R., & Kuncoro, Y. J. (2022). Paduan Alumunium Berdasarkan Sifat Mekanik: Studi Literatur Singkat. *Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 722-732.

Atmoko, N. T., Chamim, M., Priyambodo, B. H., & Subiyati. (2021). Efek Perlakuan Panas(Heat Treatment) Pada Besi Cor Kelabu Terhadap Sifat Mekanik Dn Struktur

Mikro. *Jurnal Creative Research Engineering*, Vol. 1, No. 2 67-63.

Azarbarmas, M., Alipour, M., & M. E. (2011). Study On Fracture Behaviour Of Al– 15%Mg2si Metal Matrix Composite With And Without Berrllium Additions. *Journal Of Material Science*.

Fauzy, M. R., & Tsamroh, D. I. (2022). Peningkatan Sifat Mekanik Al6061 Melalui Heat Treatment Natural-Artifical Aging. *Jurnal Teknologi Terapan*, Vol.6. No.1.

Gunawan, S. (2021). Efek Waktu Tahan Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Dan Keausan Nosel Imitasi Truk Barang. *Jurnal Penelitian Inovatif(Jupin)*, Vol.1 No.2 Hal. 193-200.

Jumalik, & Siswanto, R. (2022). Pengaruh Temperatur Tuang Terhadap Porositas, Struktur Mikro Dan Kekerasan Dari Alumunium Rongsok Baling-Baling Kapal Menggunakan Pengecoran Evaporatif. *Rotary*, Volume 4 No.1.

Kido, M. I., Sugiarto, & Darmadi, D. B. (2021). Perubahan Sifat Mekanik Hasil Penglasan Gesek Alumunium 6061 Akibat Perubahan Temperatur Lingkungan. *Rekayasa Mesin*, 95-102.

Murtiono, A. (2012). Pengaruh Quenching Dan Tempering Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Untuk Mata Pisau Pemanen Sawit. *Jurnal E-Dinamis*, Volume Ii.

Priyambodo, B. H., Margono, & Nugroho, K. C. (2021). Analisis Lapisan Hard Chrome Dengan Heat Treatment Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Permukaan Baja Karbon S45c. *Quantum Teknika*, Hal 24-28.

Purboputro, P. I., Partono, P., & Ekaputra, R. (2022). Analisis Pengaruh Proses Carburizing Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja St 60 Dengan Bahan Karburasi Karbon Dengan Mesh 80. *Jurnal Terapan Teknik Mesin*, Volume 3, Nomor 2.

Purboputro, P. I., Putro, S., & Satrijo, D. (2023). Analisis Proses Carburizing Dengan Variasi Waktu Tahan 15, 30, 45, 60 Menit Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon St 60. *Jurnal Terapan Teknik Mesin*, Volume 4, Nomor 1.

Purboputro, P. I., Putro, S., & Satrijo, D. (2023). Analisis Proses Carburizing Dengan Variasi Waktu Tahan 15,30,45,60 Menit Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon St 60. *Jurnal Terapan Teknik Mesin* , Volume 4, Nomor 1.

Suarsana, I. K., Astika, I. M., Kurniawan, D., & Suryawan, I. A. (2021). Efek Perlakuan Pack Carburizingdan Media Korosif Pada Baja Alsi 1045 Terhadap Laju Korosi. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, Vol. 14 No.2(37-43).

Sudarmono, Kurnia, H., Wahyuni, A. D., Adistyani, N., Asep, & Sulaeman, A. (2023). Penggunaan Material Logam Di Berbagai Industri Manufaktur Indonesia : Sistematik Kajian Literatur. *Jurnal Industry Xplore*, Vol.8, No.1.

Sunardi, Lusiani, R., & Fitra, A. O. (2013). Pengaruh Pack Carburizing Dan Kekasaran Permukaan Terhadap Umur Fatik Material Poros Baja S45c. *Jurnal Foundry*, Vol. 3 No. 2.

Tsamroh, D. I., Sasongko, M., & Yazirin, C. (2022). Analisis Sifat Mekanik Dan Sifat Fisik Paduan Alumunium Pada Perlakuan Penuaan Buatan. *Jurnal Transmisi*, Volume 18 Nomor 1.

Kadriadi, Fajrul, R., & Wirakusuma, K. W. (2021). Pengaruh Media Carbuzing Antara Arang Tempurung Kelapa Dan Arang Kayu Bakau Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah. Ejurnal Binawakya Vol.16 No.2, 6403- 6411.

Kumayasari, M. F., & Sultoni, A. I. (2017). Studi Uji Kekerasan Rockwell Superficial Vs Micro Vickers. Jurnal Teknologi Proses Dan Inovasi Industri, Vol. 2, No. 2, 85-89.

Maulana, T. A., Sisworo, S. J., & Santosa, A. W. (2023). Analisis Korosi Pada Pipa Mine Line Cargo Heater System Tipe Sus/Ss 316 L Pada Kapal Mt Suprime Star. Jurnal Teknik Perkapalan, Vol. 11, No.1, 23-30.

Mazuli, S., & Haripriadi, B. D. (2020). Analisa Pengaruh Arang Kayu Bakau, Arang Tempurung Kelapa Dan Arang Kayu Leban Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Baja Karbon St 37. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi Vol. 3, No. 2,, 128-137

Paksi, J. G., Cristian, I. A., & Indriansyah, R. (2021). Perancangan Struktur Road Bike Frame Menggunakan Alumunium 6063 Melalui Proses Optimalisasi Perlakuan Panas. Jurnal Teknik Mesin – Iti Vol.5 No.2, 49-58.

Saefuloh, I., Pramono, A., Jamaludin, W., Rosyadi, I., & Haryadi. (2018). Studi Karakterisasi Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Material Piston Alumunium-Silikon Alloy. Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta, 56-62.

Setiadi, B., & Toruan, L. M. (2022). Analisa Sifat Mekanis Velg Aluminium Sepeda Motor Menggunakan Metode Heat Treatment Dengan Variasi Waktu Kelipatan 3 Jam Pada Suhu Aging 150ºc . Sainstech Vol. 32 No. 4, 64-73.