

TREATMENT ALUMINIUM 6063 MENGGUNAKAN KARBON DIDEKORATIF PARTIKEL NIKEL-KROM

Moh Frenky Pradana Saputra; Ir. Masyrukan, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Kebutuhan material logam diberbagai industri semakin meningkat. Material logam yang banyak dibutuhkan oleh industri haruslah memiliki sifat mekanik yang baik. Sedangkan material logam yang tersedia saat ini tidak sepenuhnya memiliki karakteristik yang diinginkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil scanning electron microscopy (SEM) aluminium 6063 setelah treatment menggunakan karbon didekoratif partikel nikel-krom. Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM) dilakukan menggunakan standar ASTM E986. Hasil pengujian scanning electron microscopy (SEM) pada tahap 1 dan tahan 2 terjadi peningkatan nilai kandungan karbon dan penurunan nilai kandungan aluminium di semua area pengujian, sedangkan nilai kandungan nikel dan krom cenderung tetap atau stabil. Kandungan Nikel tertinggi terdapat pada spesimen tahap 2 sesudah treatment area atas sesudah pengetsaan dengan berat sebesar 0,206%, sedangkan kandungan Nikel terendah terdapat pada spesimen tahap 1 area samping sesudah pengetsaan dengan berat sebesar 0,041%. Kandungan Krom tertinggi terdapat pada spesimen tahap 2 sesudah treatment area atas sesudah pengetsaan dengan berat sebesar 0,155%, sedangkan kandungan Krom terendah terdapat pada spesimen tahap 1 area samping sesudah pengetsaan dengan berat sebesar 0,000% atau tidak terdeteksi.

Kata kunci : : Aluminium 6063, Carburizing, Scanning Electron Microscopy

Abstract

The need for metal materials in various industries is increasing. Metal materials that are needed by industry must have good mechanical properties. While the metal materials available today do not fully have the desired characteristics. The purpose of this study was to determine the results of scanning electron microscopy (SEM) aluminum 6063 after treatment using carbon decorated nickel-chrome particles. Scanning Electron Microscopy (SEM) tests are performed using ASTM E986 standard. The results of scanning electron microscopy (SEM) tests in stage 1 and hold 2 showed an increase in carbon content values and a decrease in aluminum content values in all test areas, while nickel and chrome content values tended to remain or stable. The highest Nickel content was found in the stage 2 specimen after the upper area treatment after etching with a weight of 0.206%, while the lowest densest Nickel content in the side area stage 1 specimen after etching with a weight of 0.041%. The highest Chrome content was found in stage 2 specimens after upper area treatment after etching weighing 0.155%, while the lowest Chrome content was found in stage 1 specimens of side area after etching weighing 0.000% or undetected.

Keywords : Aluminium 6063, Carburizing, Scanning Electron Microscopy

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan material logam diberbagai industri semakin meningkat. Material logam yang banyak dibutuhkan oleh industri haruslah memiliki sifat mekanik yang baik. Sedangkan material logam yang tersedia saat ini tidak sepenuhnya memiliki karakteristik yang diinginkan. Untuk kebutuhan tersebut, berbagai teknik rekayasa permukaan telah menjadi tujuan utama. Dengan begitu dibutuhkan peningkatan sifat-sifat mekanik yang memadai agar menjadi keras dan tahan terhadap keausan (Azmy dkk., 2022).

Alumunium paduan telah digunakan lama pada aplikasi-aplikasi tertentu karena memiliki kombinasi sifat mekanis antara lain kekuatan yang tinggi, densitas yang rendah, durabilitas yang baik, kemampuan permesinan yang baik dan biaya yang cukup kompetitif (Kurniawan & Isranuri, 2016). Untuk memperbaiki sifat-sifat aluminium, material tersebut dikembangkan menjadi sistem paduan dengan menambahkan unsur-unsur paduan seperti Zn, Cu, Ni, Mg, dan C. Proses penggabungan unsur-unsur ini bisa dilakukan satu persatu atau secara bersamaan (Muzayid dkk., 2023). Tetapi belum banyak data yang ditemukan tentang paduan unsur Nikel-Krom dan unsur Carbon (C) / carburizing pada logam aluminium.

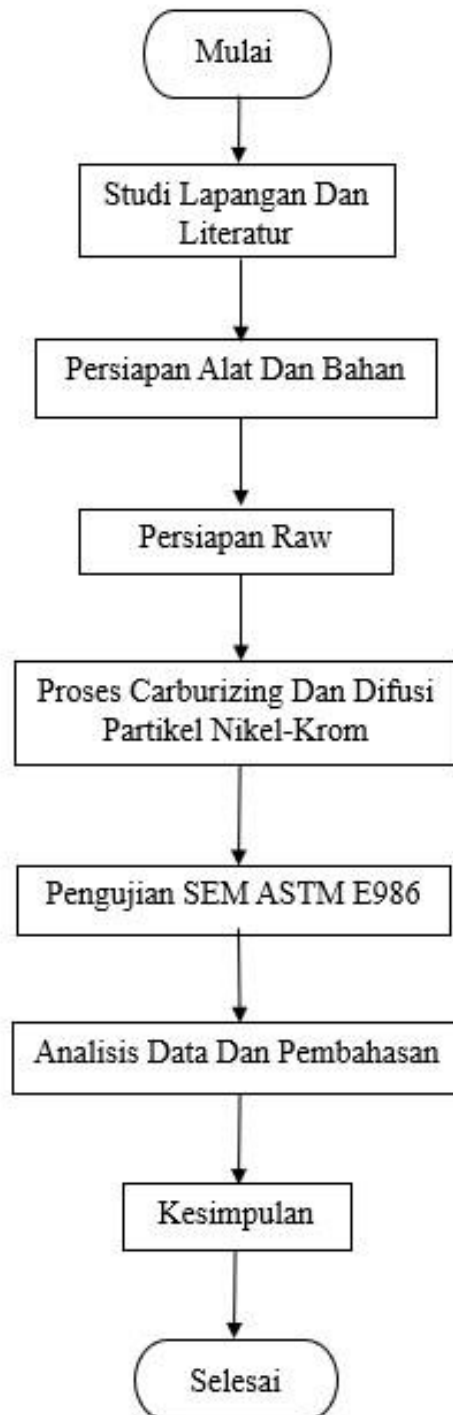
Selain dengan penambahan unsur paduan, salah satu cara untuk meningkatkan nilai kekerasan permukaan yaitu melalui proses perlakuan panas (heat treatment). Proses carburizing merupakan proses pengerasan permukaan dengan penambahan unsur karbon pada permukaan material. Proses carburizing juga merupakan metode yang menguntungkan dan paling banyak digunakan untuk pengerasan permukaan. Carburizing dapat digunakan sebagai variasi perlakuan panas pada material untuk memperbaiki sifat mekanik material dengan cara meningkatkan kandungan karbon (Sakura dkk., 2017).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekerasan adalah temperature, holding time dan cooling media. Penurunan nilai kekerasan aluminium setelah diberi perlakuan carburizing disebabkan karena berubahnya struktur mikro dari aluminium setelah perlakuan carburizing. (Pradani dkk., 2020).

Berdasarkan uraian diatas penulis akan melakukan penelitian “Treatment Aluminium Menggunakan Karbon di Dekoratif Partikel Nikel-Krom”. Tujuan yang ingin dicapai peneliti berdasarkan uraian diatas adalah untuk mengetahui dan menganalisa hasil setelah dilakukan proses *treatment* aluminium 6063 di dalam ruangan yang diisi karbon didekoratif partikel nikel-krom terhadap hasil SEM EDX.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian dilakukan dengan mengikuti alur penelitian yang telah direncanakan. Diagram alir dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: (1) Spesimen uji yang digunakan Aluminium 6063 dengan diameter 6mm dan tinggi 4mm. (2) Karbon dekoratif partikel nikel dan krom.

2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam proses persiapan spesimen dan pengujian spesimen yaitu sebagai berikut:

1. Tungku Pemanas (*Furnace Naber*)

Furnace atau tungku pemanas, Prinsip kerja *furnace* adalah memanaskan sampel dengan memasukkan ke dalam ruang pemanas, yang didalamnya terdapat filamen-filamen pemanas, termokopel dan alumina. Panas yang dihasilkan merambat secara radiasi menuju sampel.



Gambar 2 *Furnace Naber*

2. Kotak *Carburizing*

Kotak *carburizing* berguna untuk tempat spesimen dan karbon saat dimasukkan ke dalam tungku pemanas.



Gambar 3 Kotak *Carburizing*

3. Jarang Sorong

Jangka Sorong digunakan untuk mengukur spesimen sebelum dan sesudah proses *carburizing*.



Gambar 4 Jangka Sorong

4. Wadah Sampel Uji

Wadah digunakan untuk menyimpan bahan atau spesimen yang di uji.



Gambar 5 Wadah Sampel Uji

5. Amplas

Amplas berguna untuk meratakan permukaan spesimen yang belum rata dengan cara menggosokkan permukaan kasarnya ke spesimen.



Gambar 6 Amplas

6. Mesin Pemotong

Mesin pemotong berguna untuk memotong spesimen sesuai yang dibutuhkan dalam penelitian.



Gambar 7 Mesin Pemotong

2.3 Instalasi Pengujian

Alat pengujian material digunakan untuk menguji spesimen setelah dilakukan proses *carburizing*. Pengujian SEM digunakan untuk mengetahui kandungan kimia dan topografi yang terdapat pada spesimen sebelum dan sesudah di *carburizing*.

2.3.1. Pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Pengujian SEM menggunakan alat uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan standar ASTM E986 . SEM merupakan salah satu jenis mikroskop yang memanfaatkan *electron beam* (berkas elektron) berkecepatan tinggi sebagai sumber energinya untuk menghasilkan *image*. Resolusi *image* yang didapatkan dengan mikroskop cahaya, dimana resolusinya bisa mencapai skala nano. Alat uji SEM ditunjukkan pada Gambar 2.7

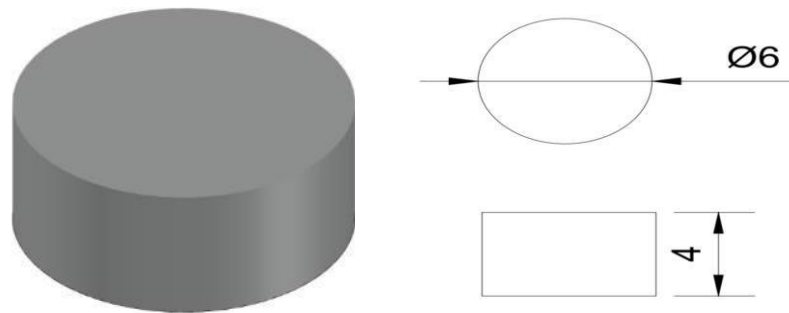


Gambar 8 Alat Uji SEM

2.4. Spesimen Penelitian

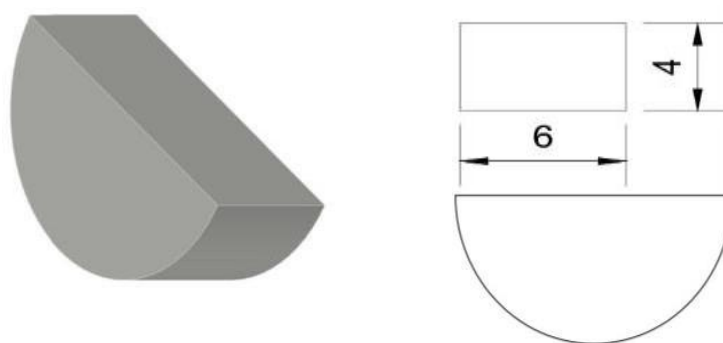
Spesimen yang akan digunakan dalam penelitian ini berbentuk tabung dengan diameter 6mm x 4mm, dengan permukaan dilakukan *polishing* terlebih dahulu. Spesimen atau material uji yang akan dilakukan memiliki 3 tahapan uji yaitu sebagai berikut :

Tahap 1 Dilakukan proses pengujian SEM dengan cara dilakukan pengetsaan dan tanpa pengetsaan dengan bentuk spesimen seperti Gambar 2.8



Gambar 9 Spesimen Uji

Tahap 2 Dilakukan proses pengujian SEM dengan cara dilakukan pengetsaan dan tanpa pengetsaan dengan bentuk setengah tabung, bentuk spesimen seperti Gambar 2.9



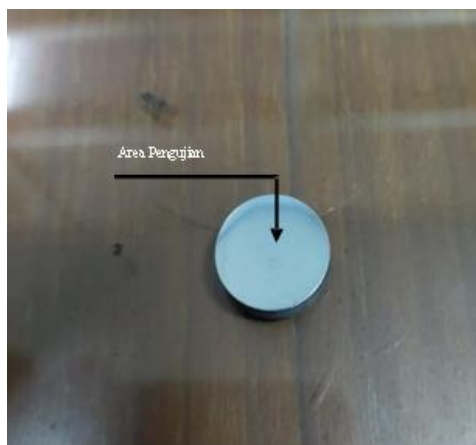
Gambar 10 Spesimen Uji Setelah Dipotong

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

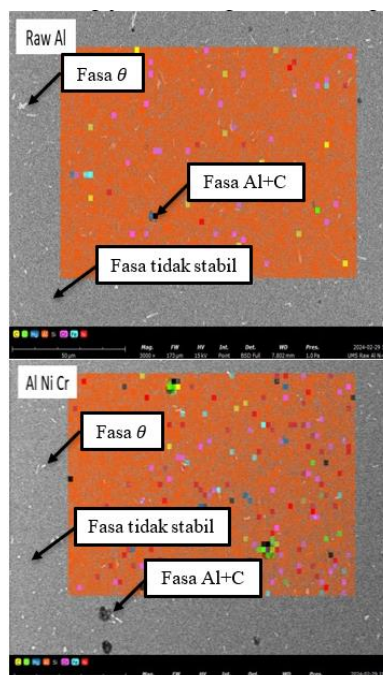
Pengujian SEM dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan alat uji *Scanning Electron Microscopy*. Tujuan dilakukan pengujian SEM untuk melihat topografi dan komposisi permukaan sampel. Data hasil pengujian SEM untuk menunjukkan perbedaan komposisi *raw material* dan setelah di *treatment* menggunakan karbon didekoratif partikel nikel dan sebelum pengetsaan serta sesudah dilakukan pengetsaan.

3.1 Pengujian SEM EDX Sebelum Cutting

1. Spesimen Pengujian Area Tengah Sebelum Pengetsaan



Gambar 11 Spesimen Pengujian Tahap



Gambar 11 Spesimen Uji Area Tengah Sebelum Pengetsaan

Tabel 1 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Raw Al

| | <i>Element Number</i> | <i>Element Symbbol</i> | <i>Element Name</i> | <i>Atomic Conc.</i> | <i>Weight Conc.</i> |
|--|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 6 | C | Carbon | 3.087 | 1.401 |
| | 8 | O | Oxygen | 0.993 | 0.601 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.762 | 0.701 |
| | 13 | Al | Aluminum | 94.545 | 96.396 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.377 | 0.400 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.051 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.095 | 0.200 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.090 | 0.200 |

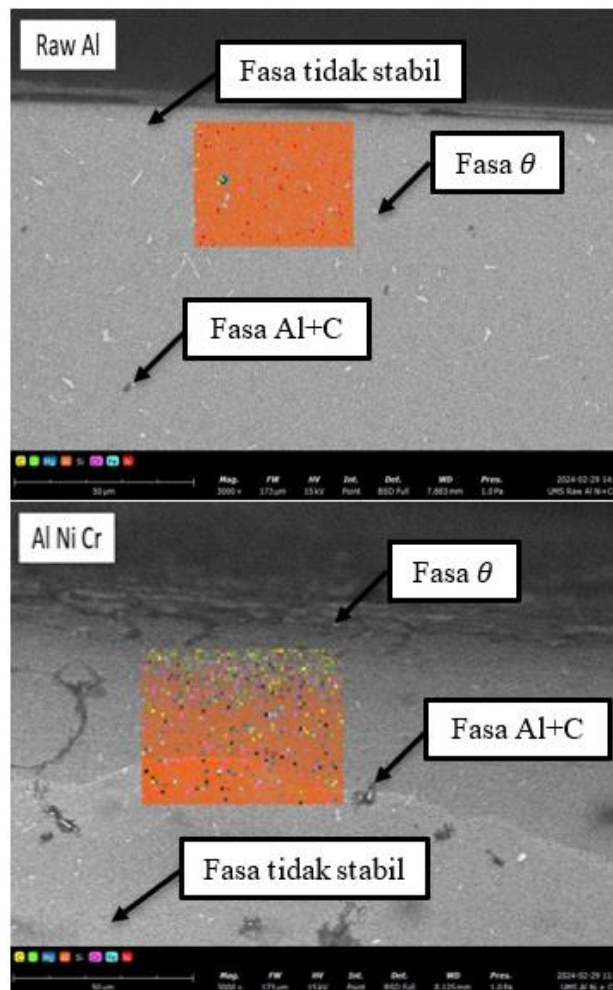
Tabel 2 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Al yang di *treatment*

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 6 | C | Carbon | 6.057 | 2.800 |
| | 8 | O | Oxygen | 1.137 | 0.700 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.641 | 0.600 |
| | 13 | Al | Aluminum | 91.608 | 95.100 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.370 | 0.400 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.050 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.093 | 0.200 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.044 | 0.100 |

Berdasarkan penentuan area titik uji berdasarkan Gambar 12 didapatkan *Map Analysis* seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Raw Al dengan Aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 94.454% berat. Sedangkan unsur lainnya (C) 3.087% berat, (O) 0.993% berat, (Mg) 0.762% berat, (Si) 0.377% berat, (Cr) 0.051% berat, (Fe) 0.095% berat dan (Ni) 0.090% berat.

Sedangkan, berdasarkan *Map Analysis* Tabel 2 diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Al Ni-Cr dengan aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 91.608% berat. Sedangkan, unsur lainnya (C) 6.057% berat, (O) 1.137% berat, (Mg) 0.641% berat, (Si) 0.370% berat, (Cr) 0.050% berat, (Fe) 0.093% berat, dan (Ni) 0.044% berat. Adanya C yang terjadi kenaikan sedangkan Ni dan Cr cenderung tetap, dapat diartikan telah terjadi difusi karbon pada aluminium tetapi Ni dan Cr cenderung tetap.

2. Spesimen Pengujian Area Samping Sebelum Pengetsaan



Gambar 12 Spesimen Uji Area Samping Sebelum Pengetsaan

Tabel 3 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Raw Al

| | <i>Element Number</i> | <i>Element Sysmbol</i> | <i>Element Name</i> | <i>Atomic Conc.</i> | <i>Weight Conc.</i> |
|--|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 6 | C | Carbon | 7.709 | 3.596 |
| | 8 | O | Oxygen | 1.125 | 0.699 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.740 | 0.699 |
| | 13 | Al | Aluminum | 89.736 | 94.006 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.458 | 0.500 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.049 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.138 | 0.300 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.044 | 0.100 |

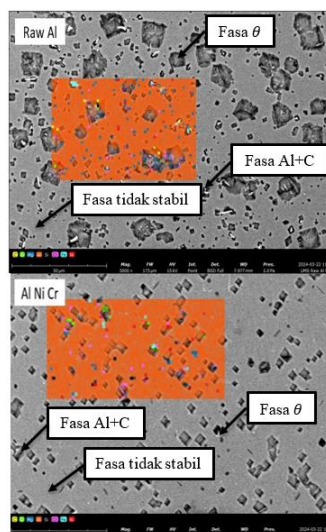
Tabel 4 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Al yang di *treatment*

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | 6 | C | Carbon | 23.322 | 11.988 |
| | 8 | O | Oxygen | 2.188 | 1.499 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.000 | 0.000 |
| | 13 | Al | Aluminum | 73.824 | 85.215 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.249 | 0.300 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.090 | 0.200 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.167 | 0.400 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.159 | 0.400 |

Berdasarkan penentuan area titik uji berdasarkan Gambar 13 didapatkan *Map Analysis* seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Raw Al dengan Aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 89.736% berat. Sedangkan unsur lainnya (C) 7.709% berat, (O) 1.125% berat, (Mg) 0.740% berat, (Si) 0.458% berat, (Cr) 0.049% berat, (Fe) 0.138% berat dan (Ni) 0.044% berat.

Sedangkan, berdasarkan *Map Analysis* Tabel 4 diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Al Ni-Cr dengan aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 73.824% berat. Sedangkan, unsur lainnya (C) 23.322% berat, (O) 2.188% berat, (Mg) 0% berat, (Si) 0.249% berat, (Cr) 0.090% berat, (Fe) 0.167% berat, dan (Ni)) 0.159% berat. Adanya peningkatan C, Ni, dan Cr dapat diartikan telah terjadi difusi pada aluminium.

3. pesimen Pengujian Area Tengah Sesudah Pengetsaan



Gambar 13 Spesimen Uji Area Tengah Sesudah Pengetsaan

Tabel 5 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Raw Al

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 6 | C | Carbon | 2.198 | 0.999 |
| | 8 | O | Oxygen | 2.475 | 1.499 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.651 | 0.599 |
| | 13 | Al | Aluminum | 93.968 | 95.904 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.470 | 0.500 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.051 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.142 | 0.300 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.045 | 0.100 |

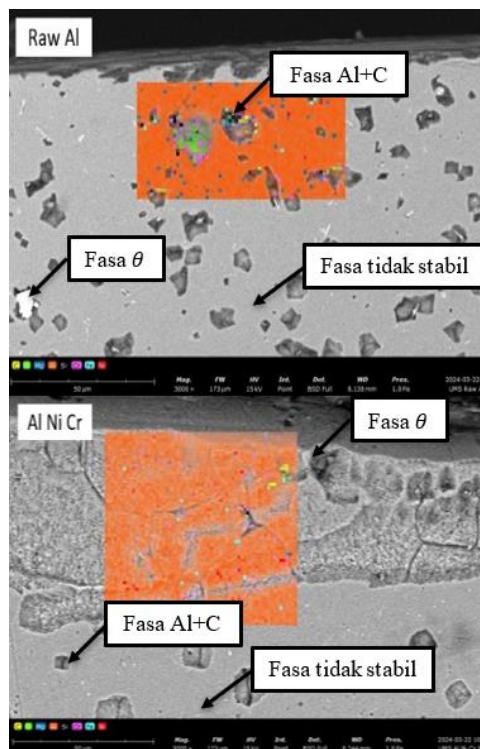
Tabel 5 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Al yang di *treatment*

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 6 | C | Carbon | 3.883 | 1.800 |
| | 8 | O | Oxygen | 4.857 | 3.000 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.320 | 0.300 |
| | 13 | Al | Aluminum | 90.292 | 94.000 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.461 | 0.500 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.050 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.093 | 0.200 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.044 | 0.100 |

Berdasarkan penentuan area titik uji berdasarkan Gambar 14 didapatkan *Map Analysis* seperti ditunjukkan pada Tabel 5. Diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Raw Al dengan Aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 93.968% berat. Sedangkan unsur lainnya (C) 2.198% berat, (O) 2.475% berat, (Mg) 0.651% berat, (Si) 0.470% berat, (Cr) 0.051% berat, (Fe) 0.142% berat dan (Ni) 0.045% berat.

Sedangkan, berdasarkan *Map Analysis* Tabel 6 diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Al Ni-Cr dengan aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 90.292% berat. Sedangkan, unsur lainnya (C) 3.883% berat, (O) 4.857% berat, (Mg) 0.320% berat, (Si) 0.461% berat, (Cr) 0.050% berat, (Fe) 0.093% berat, dan (Ni)) 0.044% berat. Adanya peningkatan C, sedangkan Ni dan Cr cenderung tetap. Dapat diartikan telah terjadi difusi pada aluminium.

3. Spesimen Pengujian Area Samping Sesudah Pengetsaan



Gambar 14 Spesimen Uji Area Samping Sesudah Pengetsaan

Tabel 6 Hasil Map Analysis Spesimen Uji Raw Al

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | 6 | C | Carbon | 11.232 | 5.495 |
| | 8 | O | Oxygen | 7.204 | 4.695 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.605 | 0.599 |
| | 13 | Al | Aluminum | 80.389 | 88.312 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.349 | 0.400 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.047 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.132 | 0.300 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.042 | 0.100 |

Tabel 7 Hasil Map Analysis Spesimen Uji Al yang di treatment

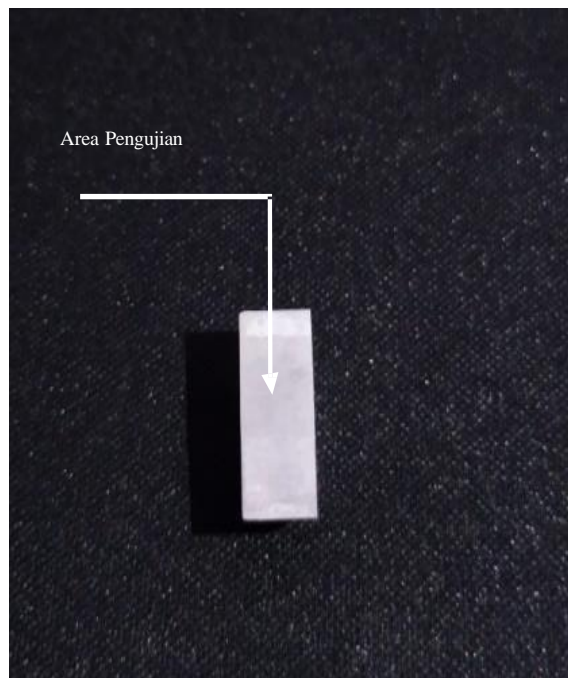
| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | 6 | C | Carbon | 16.130 | 8.000 |
| | 8 | O | Oxygen | 3.481 | 2.300 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.100 | 0.100 |
| | 13 | Al | Aluminum | 79.817 | 88.900 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.345 | 0.400 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.000 | 0.000 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.087 | 0.200 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.041 | 0.100 |

Berdasarkan penentuan area titik uji berdasarkan Gambar 15 didapatkan Map Analysis seperti ditunjukkan pada Tabel 7. Diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Raw Al dengan Aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 80.389% berat. Sedangkan unsur lainnya (C) 11.232% berat, (O) 7.204% berat, (Mg) 0.605% berat, (Si) 0.349% berat, (Cr) 0.047% berat, (Fe) 0.0132% berat dan (Ni) 0.042% berat.

Sedangkan, berdasarkan Map Analysis Tabel 8 diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Al Ni-Cr dengan aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 79.817% berat. Sedangkan, unsur lainnya (C) 16.130% berat, (O) 3.481% berat, (Mg) 0.100% berat, (Si) 0.345% berat, (Cr) 0% berat, (Fe) 0.087% berat, dan (Ni) 0.041% berat. Adanya peningkatan C dan penurunan Cr, sedangkan Ni cenderung tetap. Dapat diartikan telah terjadi difusi pada aluminium.

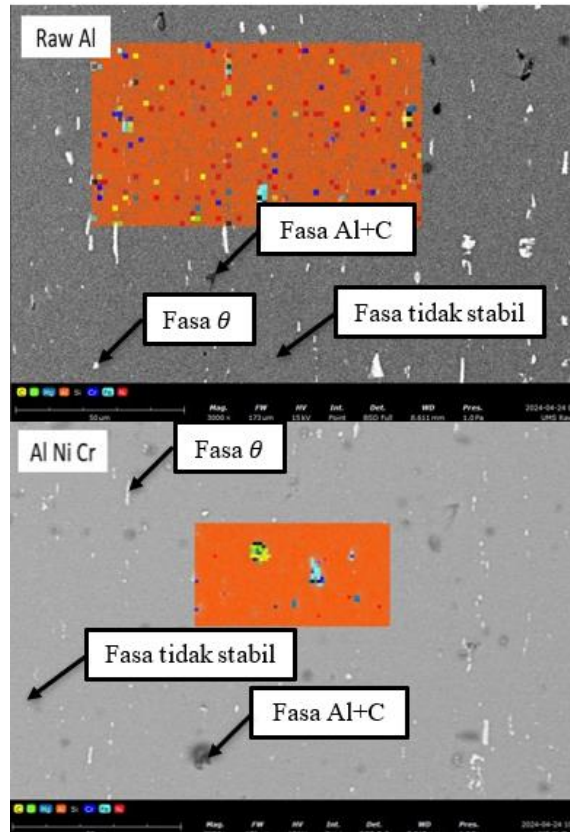
3.1.2. Pengujian SEM EDX Sesudah *Cutting*

Spesimen yang akan diuji berbentuk setengah lingkaran dengan surface berukuran 6mm x 4mm. Spesimen terlebih dahulu dilakukan pengamplasan dan pemolesan untuk menghilangkan goresan pada surface yang akan diuji, dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 15 Spesimen Pengujian Tahap 2

1. Spesimen Pengujian Area Tengah Sebelum Pengetsaan



Gambar 16 Spesimen Uji Area Tengah Sebelum Pengetsaan

Tabel 8 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Raw Al

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | 6 | C | Carbon | 3.949 | 1.800 |
| | 8 | O | Oxygen | 0.659 | 0.400 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.650 | 0.600 |
| | 13 | Al | Aluminum | 94.177 | 96.400 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.375 | 0.400 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.051 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.094 | 0.200 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.045 | 0.100 |

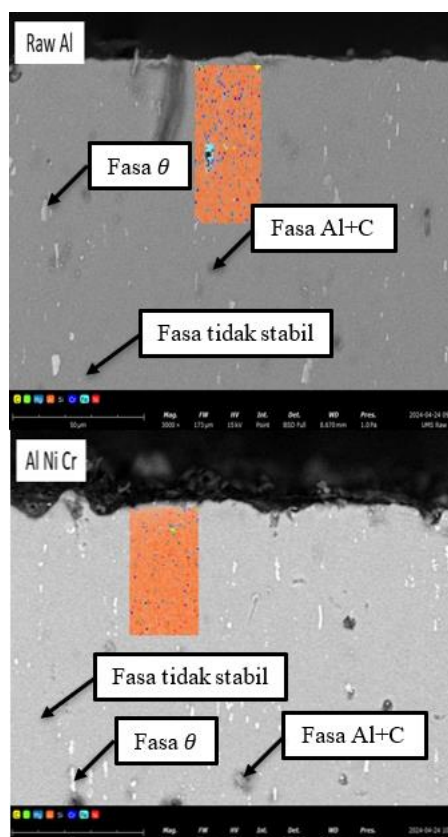
Tabel 3. 9 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Al yang di *treatment*

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | 6 | C | Carbon | 12.699 | 6.094 |
| | 8 | O | Oxygen | 1.094 | 0.699 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.720 | 0.699 |
| | 13 | Al | Aluminum | 84.639 | 91.209 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.534 | 0.599 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.048 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.224 | 0.500 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.043 | 0.100 |

Berdasarkan penentuan area titik uji berdasarkan Gambar 7 didapatkan Map Analysis seperti ditunjukkan pada Tabel 9. Diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Raw Al dengan Aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 94.177% berat. Sedangkan unsur lainnya (C) 3.949% berat, (O) 0.659% berat, (Mg) 0.650% berat, (Si) 0.375% berat, (Cr) 0.051% berat, (Fe) 0.094% berat dan (Ni) 0.045% berat.

Sedangkan, berdasarkan Map Analysis Tabel 10 diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Al Ni-Cr dengan aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 84.639% berat. Unsur lainnya (C) 12.699% berat, (O) 1.094% berat, (Mg) 0.720% berat, (Si) 0.534% berat, (Cr) 0.048% berat, (Fe) 0.224% berat, dan (Ni) 0.043% berat. Adanya C yang meningkat, sedangkan Ni dan Cr cenderung tetap. Dapat diartikan telah terjadi difusi pada aluminium.

2. Spesimen Pengujian Area Atas Sebelum Pengetsaan



Gambar 11 Spesimen Uji Area Atas Sebelum Pengetsaan

Tabel 3. 10 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Raw Al

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 6 | C | Carbon | 9.553 | 4.496 |
| | 8 | O | Oxygen | 0.797 | 0.500 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.629 | 0.599 |
| | 13 | Al | Aluminum | 88.293 | 93.307 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.454 | 0.500 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.049 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.183 | 0.400 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.043 | 0.100 |

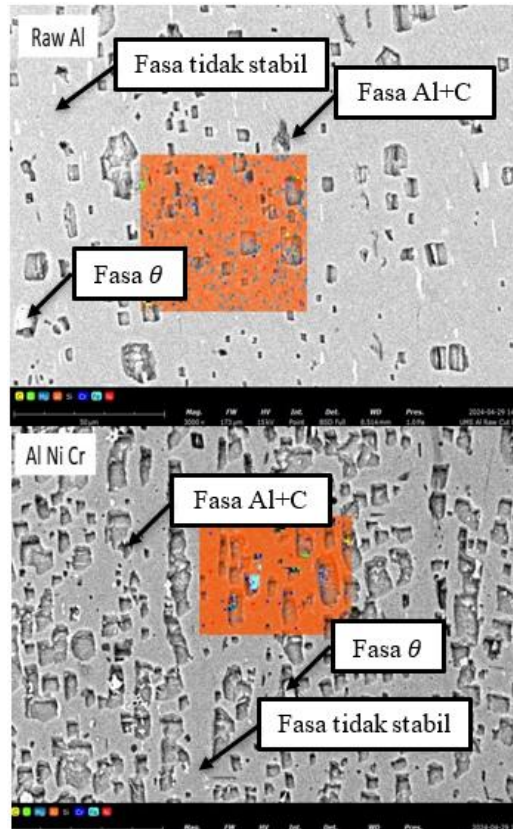
Tabel 3. 11 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Al yang di *treatment*

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 6 | C | Carbon | 9.340 | 4.400 |
| | 8 | O | Oxygen | 1.115 | 0.700 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.000 | 0.000 |
| | 13 | Al | Aluminum | 89.135 | 94.300 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.272 | 0.300 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.049 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.046 | 0.100 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.043 | 0.100 |

Berdasarkan penentuan area titik uji berdasarkan Gambar 18 didapatkan *Map Analysis* seperti ditunjukkan pada Tabel 11. Diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Raw Al dengan Aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 88.293% berat. Sedangkan unsur lainnya (C) 9.553% berat, (O) 0.797% berat, (Mg) 0.629% berat, (Si) 0.454% berat, (Cr) 0.049% berat, (Fe) 0.183% berat dan (Ni) 0.043% berat.

Sedangkan, berdasarkan *Map Analysis* Tabel 12 diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Al Ni-Cr dengan aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 89.135% berat. Sedangkan, unsur lainnya (C) 9.340% berat, (O) 1.115% berat, (Mg) 0% berat, (Si) 0.272% berat, (Cr) 0.049% berat, (Fe) 0.046% berat, dan (Ni) 0.043% berat. Adanya C, Ni, dan Cr yang cenderung tetap. Dapat diartikan difusi yang terjadi tidak merata disemua area.

3. Spesimen Pengujian Area tengah Sesudah Pengetsaan



Gambar 12 Spesimen Uji Area Tengah Sesudah Pengetsaan

Tabel 12 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Raw Al

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | 6 | C | Carbon | 5.833 | 2.700 |
| | 8 | O | Oxygen | 1.622 | 1.000 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.640 | 0.600 |
| | 13 | Al | Aluminum | 91.395 | 95.000 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.369 | 0.400 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.050 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.046 | 0.100 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.044 | 0.100 |

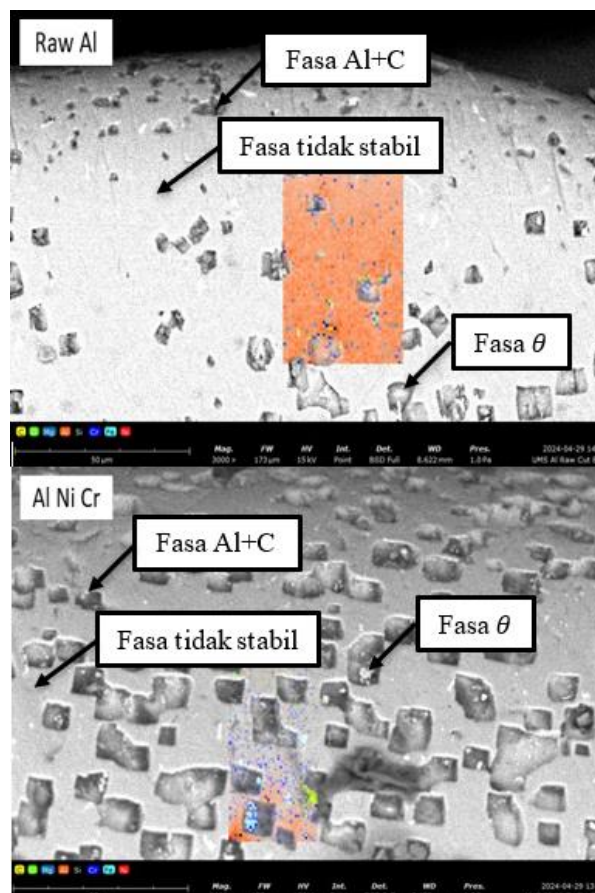
Tabel 13 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Al yang di *treatment*

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | 6 | C | Carbon | 9.473 | 4.500 |
| | 8 | O | Oxygen | 3.160 | 2.000 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.312 | 0.300 |
| | 13 | Al | Aluminum | 86.152 | 91.900 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.630 | 0.700 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.049 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.181 | 0.400 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.043 | 0.100 |

Berdasarkan penentuan area titik uji berdasarkan Gambar 19 didapatkan Map Analysis seperti ditunjukkan pada Tabel 13. Diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Raw Al dengan Aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 91.395% berat. Sedangkan unsur lainnya (C) 5.833% berat, (O) 1.622% berat, (Mg) 0.640% berat, (Si) 0.369% berat, (Cr) 0.050% berat, (Fe) 0.046% berat dan (Ni) 0.044% berat.

Sedangkan, berdasarkan Map Analysis Tabel 14 diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Al Ni-Cr dengan aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 86.152% berat. Sedangkan, unsur lainnya (C) 9.473% berat, (O) 3.1660% berat, (Mg) 0.312% berat, (Si) 0.630% berat, (Cr) 0.049% berat, (Fe) 0.181% berat, dan (Ni)) 0.043% berat. Adanya Cyang meningkat, sedangkan Ni dan Cr cenderung tetap. Dapat diartikan telah terjadi difusi pada aluminium.

4. Spesimen Pengujian Area Atas Sesudah Pengetsaan



Gambar 20 Spesimen Uji Area Atas Sesudah Pengetsaan

Tabel 14 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Raw Al

| | <i>Element Number</i> | <i>Element Sysmbol</i> | <i>Element Name</i> | <i>Atomic Conc.</i> | <i>Weight Conc.</i> |
|--|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 6 | C | Carbon | 13.801 | 6.700 |
| | 8 | O | Oxygen | 2.010 | 1.300 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.509 | 0.500 |
| | 13 | Al | Aluminum | 83.194 | 90.700 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.264 | 0.300 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.048 | 0.100 |
| | 26 | Fe | Iron | 0.133 | 0.300 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.042 | 0.100 |

Tabel 15 Hasil *Map Analysis* Spesimen Uji Al yang di *treatment*

| | Element Number | Element Symbol | Element Name | Atomic Conc. | Weight Conc. |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 6 | C | Carbon | 46.509 | 27.700 |
| | 8 | O | Oxygen | 2.395 | 1.900 |
| | 12 | Mg | Magnesium | 0.083 | 0.100 |
| | 13 | Al | Aluminum | 49.497 | 66.200 |
| | 14 | Si | Silicon | 0.072 | 0.100 |
| | 24 | Cr | Chromium | 0.155 | 0.400 |
| | 26 | Fe | Iron | 1.083 | 3.000 |
| | 28 | Ni | Nickel | 0.206 | 0.600 |

Berdasarkan penentuan area titik uji berdasarkan Gambar 10 didapatkan *Map Analysis* seperti ditunjukkan pada Tabel 15. Diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Raw Al dengan Aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 83.194% berat. Sedangkan unsur lainnya (C) 13.801% berat, (O) 2.010% berat, (Mg) 0.509% berat, (Si) 0.264% berat, (Cr) 0.048% berat, (Fe) 0.133% berat dan (Ni) 0.042% berat.

Sedangkan, berdasarkan *Map Analysis* Tabel 16 diketahui bahwa terdeteksi beberapa unsur komposisi kimia spesimen Al Ni-Cr dengan aluminium merupakan unsur dengan kapasitas tertinggi sebesar 49.497% berat. Sedangkan, unsur lainnya (C) 46.506% berat, (O) 2.395% berat, (Mg) 0.083% berat, (Si) 0.072% berat, (Cr) 0.155% berat, (Fe) 1.083% berat, dan (Ni)) 0.206% berat. Adanya C, Ni, dan Cr yang meningkat. Dapat diartikan telah terjadi difusi pada aluminium.

4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan data sebagai berikut: (1) Berdasarkan data hasil pengujian SEM EDX sebelum cutting dan sesudah cutting mengalami peningkatan nilai kandungan karbon dan penurunan nilai kandungan aluminium di semua area pengujian, sedangkan nilai kandungan nikel dan krom cenderung tetap atau stabil. (2) Kandungan Nikel tertinggi terdapat pada pengujian SEM EDX sesudah cutting area atas sesudah pengetsaan dengan berat sebesar 0,206%, sedangkan kandungan Nikel terendah terdapat pada pengujian SEM EDX sebelum cutting area samping sesudah pengetsaan dengan berat sebesar 0,041%. Kandungan Krom tertinggi terdapat pada pengujian SEM EDX sesudah cutting area atas sesudah pengetsaan dengan berat sebesar 0,155%, sedangkan kandungan Krom terendah terdapat pada pengujian SEM EDX sebelum cutting area samping sesudah pengetsaan dengan berat sebesar 0,000% atau tidak terdeteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmy, I., Masruri, D., Rahardyanto, R., & Suyitno. (2022). Pengaruh Proses Pack Carburizing Baja AISI 4340 Terhadap Peningkatan Kekerasan dan Ketahanan Aus. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 5(2), 102–107. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMMECC-BY-SALisence%0Ahttps://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- Kurniawan, F. A., & Isranuri, I. (2016). Penyelidikan Karakteristik Mekanik Tarik Paduan Aluminium Magnesium (Al-Mg) Dengan Metode Pengecoran Konvensional. *Jurnal Inotera*, 1(1), 1-4.
- Muzayid, A., Hartono, P., Lesmanah, U., 2023, Pengaruh Persentase Tambahan Unsur Karbon Arang Kayu Jati Pada Logam Paduan Al-Si Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro, Vol 20 (2).
- Sakura, R. R., Suheni, S., & Iskandar, D. D. (2017). Pengaruh Variasi Karbon Aktif dan Waktu Tahan Terhadap Kekerasan Material JIS G-3123 Menggunakan Metode Pack Carburizing. *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 2(1), 31. <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v2i1.805>
- Pradani Y.F., Sulaiman M. dan Hardiyanto S., 2020, Analisis Tingkat Kekerasan Aluminium 6061 Berdasarkan Variasi Media Pendingin Pada Proses Pack Carburizing, , 2, 1–10.
- Ismail, Lutfi T. R. M., 2019, Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Dan Waktu Pendinginan Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Perlakuan Panas T6, , 5 (2)

- Saepuddin A., Machfuroh T. dan Zainul A., 2020, Pengaruh ukuran butir serbuk arang tempurung kelapa terhadap tingkat kekerasan material aluminium 6061 pada proses pack carburizing Effect of grain size of coconut shell charcoal powder on the hardness level of 6061 aluminum material in the pack carburizi, , 8 (2), 25–36.
- 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, Vol.3 (2), 128-137.
- Setiadi, B., Martupa, L., Lumban, D., Moh, J., Ii, K., Sawah, S., & Selatan, J. (2022). Analisa Sifat Mekanis Velg Aluminium Sepeda Motor Menggunakan Metode Heat Treatment Dengan Variasi Waktu Kelipatan 3 Jam Pada Suhu Aging 150°C. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 32(Vol. 32 No. 4 (Desember 2022)), 64–73. <https://doi.org/10.37277/stch.v32i4.1474>
- Sultan, A. Z., & Hamzah, N. (2019). Pengaruh Solution Treatment Dan Artifial Aging Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Paduan Alumunium A383. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, 2019*, 68–77.
- Supriyanto, S., & Ismanto, I. (2020). Analisa Pengaruh Holding Time Pada Proses Karburasi Dalam Media Arang Kayu Jati Terhadap Kekerasan Baja ST-37. *Jurnal Mesin Nusantara*, 3(1), 29–36. <https://doi.org/10.29407/jmn.v3i1.14636>
- Niam, M. Y. A. Purwanto, H. dan Respati, S. M. B., 2017, Pengaruh Waktu Pelapisan elektro Nikel-Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan dan Kekasaran Lapisan, Vol. 13 (1), 7-10.
- Fikara, A. F. Siswanto. R., 2021, Pengaruh Holding Time Dan Media Pendingin Pada Carburizing Material Sus 630 Terhadap Nilai Kekerasan Dan Strukur Mikro, Vol. 3 (1), 81-94
- Assegaff, M. Purwanto, H., 2017, Pengaruh Tegangan Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan dan Kekasaran Lapisan, Vol. 13 (2), 19–24.
- Erlambang, B. Palupi, A.E., 2020, Analisis Pengaruh Variasi Waktu Dan Temperatur Pelapisan Nikel – Krom Dekoratif Terhadap Ketebalan Dan Ketangguhan Baja Astm A36, Vol 8 (1), 1-8.
- Nugroho. M. W., Sakti. A. M., 2020, Pengaruh Waktu Dan Temperatur Hot Dip Galvanizing Terhadap Ketebalan Dan Kekuatan Bending Pada Baja St 41, Vol. 8 (1), 119-128

- Sumpena. Wardoyo., 2018, Pengaruh Variasi Temperatur Hardening dan Tempering Paduan AlMgSi-Fe12% Hasil Pengecoran Terhadap Kekerasan, Jurnal ENGINE Vol . 2 (1), 26-32.
- Masthura M., Sirait R., Sagala R. M., 2023, Pengaruh Penambahan Abu Kulit Cacao terhadap Sifat Mekanik dan Morfologi Bata Merah, Vol. 2 (2), 135-141.
- Adhika R., Anindya A.L., Tanuwijaya V.V. dan Rachmawati H., 2018, Teknik Pengamatan Sampel Biologi dan Non-konduktif Menggunakan Scanning Electron Microscopy, , 10-11.
- Budiarto, Antonius D. dan Putra A. B., 2020, Analisis Pengaruh Waktu Artificial Age Terhadap Kekerasan , Densitas Dan Struktur Kristal Paduan, 20 (1), 13-28.
- Setiawan R. Sehonu, dan Setiawan F., 2024, Analisis waktu pelapisan nikel pada aluminium alloy 2024 terhadap uji kekerasan vickers dengan menggunakan proses elektroplating 1, 8 (1), 180-185.