



Efek Temperatur Proses Penekanan Panas dan Reduksi Ketebalan Terhadap Kestabilan Dimensi Material Aluminium Komposit (AMC) Berpenguat Abu Dasar Batu Bara Setelah Perlakuan Panas T6

Dedik Saputro Hardianto, Harjo Seputro

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: dediksaputro10@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Penelitian mengenai kestabilan dimensi berbahan aluminium composite abu dasar batubara sangat penting dilakukan untuk mengetahui kelayakan suatu komponen. Tanpa kestabilan dimensi yang baik, maka sebuah komponen tidak akan mampu memenuhi standart mutu yang sudah ditetapkan. Adapun komponen dari bahan yang yang digunakan adalah Aluminium 6061, serbuk aluminium murni, Cairan HNO_3 , Magnesium, Serbuk Al_2O_3 , dan serbuk abu dasar batubara (Buttom Ash yang kemudian dielectroless plating). selanjutnya bahan di cor dengan metode stir casting, setelah itu melewati proses homogenizing dan hot pressing dengan temperatur yang mana setiap temperatur akan dikombinasikan dengan 3 variasi reduksi 5 %, 10%, 15%. Setelah pelat jadi, pelat akan dipotong dengan proses pemesian untuk membuat spesimen uji. Setelah itu spesimen uji akan melewati proses pengujian ukuran dengan metode Coordinat Measuring Machine (CMM) dan dilanjutkan dengan proses pemanasan T6, setelah proses perlakuan panas T6, spesimen uji akan kembali diuji kestabilan dimensinya dengan metode CMM, untuk mengetahui kestabilan dimensi setelah spesimen uji mendapat perlakuan panas T6. Kestabilan dimensi dapat diamati dari perubahan titik-titik yang diamati, sebuah titik koordinat bisa dikatakan stabil apabila tidak terjadi pergeseran lokasi pada titik tersebut

Kata kunci: komposite, reduksi, temperatur, kestabilan dimensi, perlakuan panas T6, metode CMM, hot pressing

PENDAHULUAN

Aluminium adalah bahan yang menarik diteliti karena karena sifatnya yang bisa dipadukan dengan Berbagai macam bahan yang lain. Menurut (P.Shangmugha sundaram,2011) aluminium yang diperkuat keramik telah menarik banyak perhatian karena sifat gabungannya seperti kekuatan tinggi, rasio berat tinggi, kekakuan tinggi, koefisien ekspansi termal rendah, dan stabilitas dimensi pada suhu tinggi dibandingkan dengan bahan monolitik. Menurut (R. Sargent, 2019) kestabilan

dimensi suatu benda penting diperoleh karena tanpa kestabilan dimensi yang baik, maka sebuah komponen tidak akan mampu memenuhi standart mutu yang sudah ditetapkan. Perubahan dimensi dapat terjadi karena adanya perubahan struktur mikro, sedangkan struktur mikro dipengaruhi oleh proses pembentukan dan perlakuan panas yang dilalui. Menurut (Jinfeng Nie, 2016) pada tenik accumulative roll-bonding (ARB) pada pelat Al-TiB₂ / TiC yang direduksi hingga 50% dapat meningkatkan sifat mekanik komposit yang dihasilkan. Partikel

keramik TiB₂ dan TiC adalah partikel penguat dalam paduan Al, menawarkan stabilitas termodinamika yang baik, kekerasan tinggi, titik leleh tinggi, modulus tinggi, ketahanan korosi tinggi, dan kepadatan rendah. Menurut (K. Sekar, 2014) Paduan A356-Al₂O₃ yang melewati proses perlakuan panas T6 menunjukkan distribusi nano partikel yang seragam, selain itu bahan paduan mengalami peningkatan kekerasan, kuat tekan dan kuat geser. Menurut (H. Sulaikan) peningkatan temperatur antara 400°C hingga 430°C memiliki dampak penurunan kekerasan pada matrik, sedangkan terjadi peningkatan kekerasan pada komposit dan densitas pada paduan AC8A/ SiCp

Proses pembentukan dengan cara hot pressing yang memvariasikan temperatur dan reduksi serta perlakuan panas T6 yang diterapkan berpengaruh pada kestabilan dimensi. Besaran reduksi antara 5%-50% dapat meningkatkan sifat mekanik sehingga memungkinkan material memiliki kestabilan dimensi yang baik, dan perlakuan panas yang diberikan dapat merubah bentuk butir menjadi lebih halus dan dengan halusnya butir tersebut membuat material memiliki stabilitas dimensi yang baik hal ini disebabkan semakin banyaknya batas butir, energi yang diperlukan untuk melewatinya akan semakin besar sehingga dibutuhkan lebih banyak energi untuk mendeformasi material tersebut. sehingga memungkinkan bahwa material akan memiliki stabilitas dimensi yang baik setelah melewati proses perlakuan panas T6.

Dari uraian di atas maka diperlukan penelitian tentang “Pengaruh Variasi Temperatur Penekanan Panas (Hot Press) dan Reduksi Ketebalan Terhadap Kestabilan Dimensi Material aluminium matrix Composite AMC) Berpenguat Abu Dasar Batu Bara” sebagai alternatif pembuatan pelat dengan komposisi bahan yang berbeda. Diharapkan dengan penelitian ini penulis mampu menemukan cara meningkatkan sifat mekanik dari AMC dengan proses penekanan panas dan perlakuan panas T6

PROSEDUR EKSPERIMEN

Penelitian ini dilakukan dengan melewati beberapa proses. Proses penelitian digambarkan pada diagram alir. Langkah pertama yaitu mempersiapkan bahan-bahan penelitian yaitu Aluminium paduan 6061, serbuk Al murni, Abu dasar batu bara, serbuk magnesium dan larutan Asam Nitrat (HNO₃)65%, Aluminium oksida, alkohol 70% untuk pencucian abu dasar batubara

Proses electroless plating

electroless plating merupakan proses pelapisan serbuk abu dasar batubara yang telah di ayak dengan ayakan 200 mesh. selanjutnya kalsinasi abu dasar batu bara selama 3 jam pada temperatur 100°C, setelah selesai gunakan alkohol berkadar 70% untuk membersihkan abudasar batu bara. Jika telah bersih keringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 100°C. Kemudian masukkan HNO₃, Mg, Al murni, Abu dasar batubara, Al₂O₃ kedalam gelas ukur/gelas elenmeyer dan aduk dengan magnetic stirer, setelah tercampur keringkan kembali selama 180 menit pada temperatur 150°C. Selanjutnya keluarkan dari oven dan dinginkan pada temperatur ruang. Dengan begini maka abu dasar batu bara telah terlapisi dengan bahan-bahan yang telah dicampurkan sebelumnya.

Proses Pengecoran Dengan Metode Stirring Casting

Persiapkan alat dan bahan-bahan yang akan dileburkan, dan nyalakan tungku untuk peleburan. Atur temperatur hingga 700°C dan masukkan aluminium 6061 yang digunakan sebagai matrik disusul abu dasar batubara yang telah melewati proses electroless plating, dan dilanjutkan memasukkan magnesium dan aluminium oksida. Tunggu Aduk material didalam kowi dengan metode stirring casting dengan cara pengadukan yang dilakukan setiap interval 5 menit dalam setiap adukan lakukan pengadukannya selama 1 menit penuh selama dengan waktu tahan selama 2,5 jam. Biarkan suhu cairan cor tersebut mencapai 700°C kemudian tuangkan ke dalam cetakan. Tunggu hingga satu jam

kemudian keluarkan dari cetakan. Dinginkan disuhu ruang

Proses homogenizing

Hasil coran (As-Cast) dilanjut dengan proses Homogenizing, proses ini dilakukan dengan cara memanaskan hasil coran selama 2 jam pada suhu 125°C yang mana proses ini bertujuan untuk menyeragamkan strukturmikro dan komposisi coran komposit.

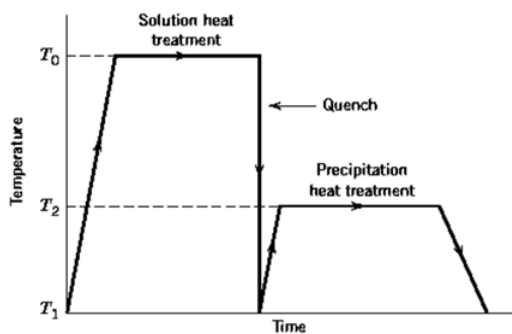
Proses Pressing atau penekanan panas

Persiapkan alat dan bahan dan kemudia nyalakan mesin dan pemanas spesimen, atur hingga temperaturnya sesuai dengan penelitian yang ingin dilakukan. Selanjutnya pasang penyangga atau balok pembatas reduksi sebagai patokan ukuran reduksi yang diinginkan. Bila sudah terpasang press spesimen hingga menyentuh batas reduksi atau balok pembatas tadi..

Proses Perlakuan Panas T6

Perlakuan panas T6 untuk meningkatkan kekerasan dari paduan alumunium mempunyai 3 tahapan

- a) Hardening.
- b) Quenching.
- c) Artificial aging (precipitation heat treatment).



Gambar 1. Proses T6

perlakuan panas adalah proses untuk pengubahan struktur logam dengan cara memanaskan spesimen pada temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu. yang kemudian di quenching dengan media air. Selain air media pendinginan bisa udara, air garam, oli dan solar yang masing-

masing memiliki efek kerapatan pendinginan yang berbeda. Sifat mekanik yang dapat dipengaruhi oleh komposisi kimia dan struktur mikro, apabila ingin mengubah sifat mekanis benda maka struktur mikro logam tersebut harus diubah agar bisa memiliki sifat mekanik sesuai dengan kebutuhan.

Perubahan struktur mikro dapat dilakukan dengan mengatur tingginya temperatur dan seberapa lama penahanan temperatur tersebut, selain itu cepatnya waktu pendinginan juga dapat mempengaruhi hasil struktur mikro. Perlakuan panas T6 ini adalah perlakuan panas yang membutuhkan kombinasi proses pendinginan dan pemanasan secara tepat agar benar-benar mendapatkan sifat logam yang dibutuhkan. Sehingga dalam proses ini besarnya temperatur, kecepatan pendinginan serta penahan waktu panas sangat berperan besar.

Penemperan merupakan salah satu cara pemanasan logam yang berfungsi agar mendapatkan kekerasan bahan yang diinginkan. Pada jaman dahulu orang-orang yang bekerja pada bidang pengecoran logam menyebutnya dengan pemuliaan atau penuaan keras. Paduan aluminium dalam hal pengerasan terbagi menjadi 2 yakni paduan aluminium yang dapat ditua keraskan dalam keadaan panas yang kedua paduan aluminium yang dapat dituakeraskan dalam keadaan dingin.

Tahap Solution Heat Treatment, merupakan proses memanaskan logam dengan kisaran waktu 4 jam pada suhu 550°C-560°C, untuk penahanan waktu pemanasan dapat diubah sesuai dengan kebutuhan pengguna apabila spesimen kecil maka penahanan atau holding time cenderung lebih cepat apabila spesimen memiliki ukuran yang besar maka holding time juga memerlukan waktu yang lama. Tujuan dari proses ini

adalah untuk mendapatkan fasa-fasa yang mendekati homogen

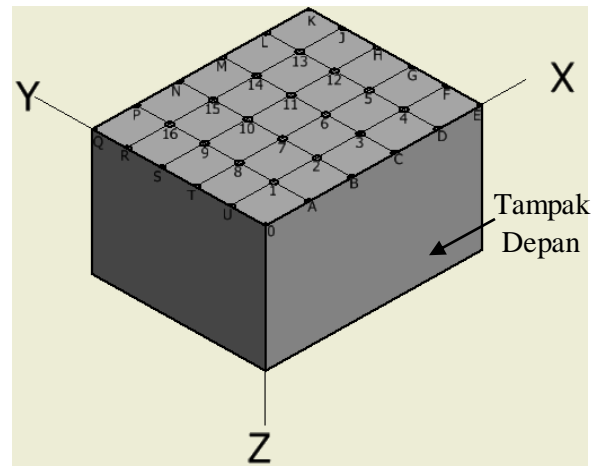
Tahap Pendinginan Cepat (Quenching)

Tahap ke dua Quenching yaitu tahap perlakuan panas yang kemudian dilanjutkan dengan pendinginan cepat menggunakan berbagai macam media udara, air sumur, oli dan larutan garam

Tahap ke tiga Artificial Aging proses pemanasan kembali pada temperatur di bawah garis solvus dan dibiarkan pada temperatur tersebut selama jangka waktu tertentu.

Pengamatan titik koordinat

Pengamatan titik koordinat dilakukan dengan mesin Coordinate Measuring Machine (CMM), mesin CMM adalah mesin atau alat yang berfungsi sebagai pengukur dimensi benda dalam bentuk koordinat, seperti panjang, lebar tinggi, diameter, sudut kemiringan dan lain-lain.. Secara sederhana prinsip kerja CMM adalah membaca perubahan posisi dari suatu titik acuan terhadap mesin itu sendiri. Mesin ini memiliki ketelitian ukuran hingga 0,001 mm yang mana dengan ketelitian tersebut sangat membantu apabila ingin mencari sebuah dimensi benda dengan akurat. Pada pengamatan ini dilakukan setelah spesimen telah diberi garis-garis dari pensil, dan titik perpotongan dari garis tersebut yang akan diamati.



Gambar 2 Bentuk 3D spesimen dan lokasi koordinat yang diteliti



Gambar 3 Mesin CMM

HASIL DAN PEMBAHASAN

Note :

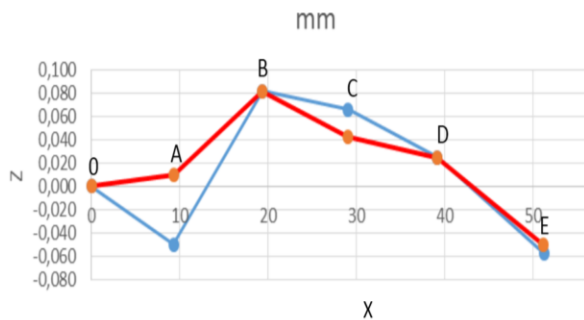
Grafik garis biru : Sebelum T6

Grafik garis merah : Setelah T6

Kestabilan dimensi dapat diamati dari perubahan titik-titik yang diamati, sebuah titik koordinat bisa dikatakan stabil apabila tidak terjadi pergeseran lokasi pada titik tersebut. Pengamatan pada 9 spesimen dibawah ini difokuskan 5 pandangan atau 5 tampak, yakni tampak depan, tampak samping kanan, tampak samping kiri, tampak atas, dan tampak belakang. Kestabilan

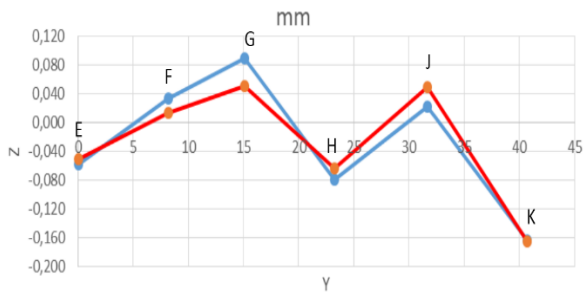
Spesimen Temperatur 400°C dengan Reduksi 5%

| No | Titik Koordinat | Sumbu | Sebelum T6 | Setelah T6 | Selisih Ukuran | Keterangan |
|-------------------------|-----------------|-------|------------|------------|----------------|-----------------------------|
| 1 | O | X | 0 | 0 | 0 | - |
| | | Y | 0 | 0 | 0 | - |
| | | Z | 0 | 0 | 0 | - |
| 2 | A | X | 9.311 | 9.315 | 0.004 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | -0.050 | -0.010 | 0.040 | Pergeseran ke arah sumbu Z+ |
| | | Z | 0.082 | 0.082 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 3 | B | X | 19.385 | 19.385 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | 29.040 | 29.050 | 0.010 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Z | 0.066 | 0.043 | 0.023 | Pergeseran ke arah sumbu Z- |
| 4 | C | X | 39.160 | 39.160 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | 0.025 | 0.025 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Z | 51.268 | 51.201 | 0.067 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| 6 | E | X | -0.058 | -0.050 | 0.008 | Pergeseran ke arah sumbu Z+ |
| | | Y | | | | |
| | | Z | | | | |
| Titik yang tidak stabil | | | | | 4 | |



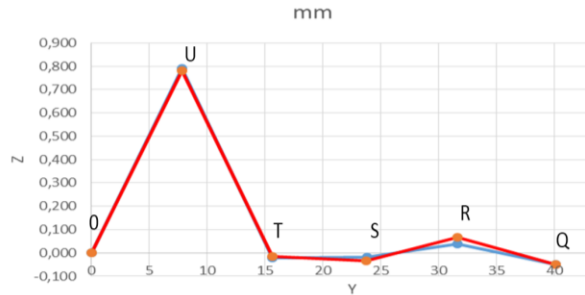
Gambar 4. Kedudukan titik-titik tampak depan sebelum dan setelah T6 spesimen temperatur 400°C dengan reduksi 5%

| Tampak Samping Kanan Y,Z (mm) | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|-------|------------|------------|----------------|-----------------------------|
| No | Titik Koordinat | Sumbu | Sebelum T6 | Setelah T6 | Selisih Ukuran | Keterangan |
| 1 | E | Y | -0.060 | -0.050 | 0.010 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| | | Z | -0.058 | -0.050 | 0.008 | Pergeseran ke arah sumbu Z+ |
| | | Y | 8.165 | 8.164 | 0.001 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| 2 | F | Z | 0.034 | 0.013 | 0.021 | Pergeseran ke arah sumbu Z- |
| | | Y | 15.080 | 15.089 | 0.009 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| | | Z | 0.089 | 0.051 | 0.049 | Pergeseran ke arah sumbu Z- |
| 4 | H | Y | 23.260 | 23.262 | 0.002 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| | | Z | -0.080 | -0.063 | 0.017 | Pergeseran ke arah sumbu Z+ |
| | | Y | 31.686 | 31.691 | 0.005 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 5 | J | Z | -0.022 | -0.050 | 0.028 | Pergeseran ke arah sumbu Z- |
| | | Y | 40.742 | 40.742 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Z | -0.164 | -0.164 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| Titik yang tidak stabil | | | | | 5 | |



Gambar 5. Kedudukan titik-titik tampak kanan sebelum dan setelah T6 spesimen temperatur 400°C dengan reduksi 5%

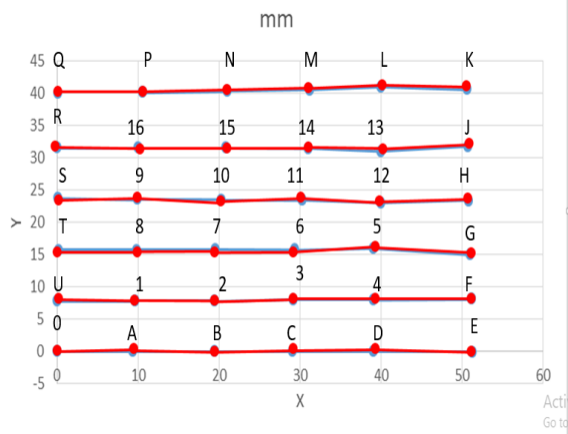
| Tampak Samping Kiri Y,Z (mm) | | | | | | |
|------------------------------|-----------------|-------|------------|------------|----------------|-----------------------------|
| No | Titik Koordinat | Sumbu | Sebelum T6 | Setelah T6 | Selisih Ukuran | Keterangan |
| 1 | Q | Y | 40.105 | 40.105 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Z | -0.050 | -0.050 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 2 | R | Y | 31.604 | 31.609 | 0.005 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| | | Z | 0.037 | 0.068 | 0.031 | Pergeseran ke arah sumbu Z+ |
| 3 | S | Y | 23.760 | 23.757 | 0.003 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| | | Z | -0.019 | -0.035 | 0.016 | Pergeseran ke arah sumbu Z- |
| 4 | T | Y | 15.606 | 15.600 | 0.006 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| | | Z | -0.022 | -0.015 | 0.007 | Pergeseran ke arah sumbu Z+ |
| 5 | U | Y | 7.846 | 7.847 | 0.001 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| | | Z | 0.790 | 0.780 | 0.010 | Pergeseran ke arah sumbu Z- |
| 6 | O | Y | 0 | 0 | 0 | - |
| | | Z | 0 | 0 | 0 | - |
| Titik yang tidak stabil | | | | | 5 | |



Gambar 6. Kedudukan titik-titik tampak samping kiri sebelum dan setelah T6 spesimen temperatur 400°C dengan reduksi 5%

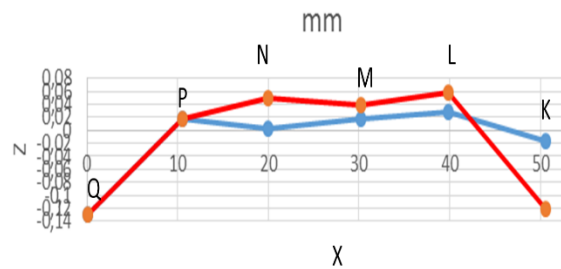
| Tampak Atas X,Y (mm) | | | | | | |
|----------------------|-----------------|-------|------------|------------|----------------|-----------------------------|
| No | Titik Koordinat | Sumbu | Sebelum T6 | Setelah T6 | Selisih Ukuran | Keterangan |
| 1 | O | X | 0 | 0 | 0 | - |
| | | Y | 0 | 0 | 0 | - |
| 2 | A | X | 9.311 | 9.315 | 0.004 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | -0.050 | -0.031 | 0.019 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 3 | B | X | 19.385 | 19.385 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | -0.053 | -0.053 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 4 | C | X | 29.040 | 29.050 | 0.010 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | -0.035 | -0.020 | 0.015 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 5 | D | X | 39.160 | 39.162 | 0.002 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | -0.058 | -0.050 | 0.008 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 6 | E | X | 51.268 | 51.201 | 0.067 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | -0.060 | -0.050 | 0.010 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 7 | U | X | 0.010 | 0.013 | 0.003 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 7.846 | 7.847 | 0.001 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 8 | 1 | X | 9.581 | 9.581 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | 7.891 | 7.891 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 9 | 2 | X | 19.451 | 19.451 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | 7.908 | 7.908 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 10 | 3 | X | 29.159 | 29.159 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | 8.020 | 8.020 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 11 | 4 | X | 39.301 | 39.305 | 0.004 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 8.107 | 8.111 | 0.004 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 12 | F | X | 51.127 | 51.127 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | 8.165 | 8.165 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 13 | T | X | 0.150 | 0.101 | 0.049 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 15.606 | 15.600 | 0.006 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| 14 | 8 | X | 9.799 | 9.802 | 0.003 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 15.723 | 15.719 | 0.004 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| 15 | 7 | X | 19.525 | 19.514 | 0.011 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 15.791 | 15.780 | 0.011 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |

| | | | | | | |
|-------------------------|----|---|--------|--------|-------|-----------------------------|
| 15 | 7 | X | 19.525 | 19.514 | 0.011 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 15.791 | 15.780 | 0.011 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| 16 | 6 | X | 29.348 | 29.341 | 0.007 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 15.883 | 15.872 | 0.011 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| 17 | 5 | X | 39.430 | 39.436 | 0.006 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 15.908 | 15.918 | 0.010 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 18 | G | X | 51.002 | 51.022 | 0.020 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 15.080 | 15.089 | 0.009 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 19 | S | X | 0.091 | 0.099 | 0.008 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 23.760 | 23.757 | 0.003 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| 20 | 9 | X | 9.902 | 9.902 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | 23.605 | 23.605 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 21 | 10 | X | 19.620 | 19.617 | 0.003 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 23.501 | 23.491 | 0.010 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| 22 | 11 | X | 29.532 | 29.529 | 0.003 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 23.479 | 23.484 | 0.005 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 23 | 12 | X | 39.555 | 39.551 | 0.004 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 23.360 | 23.363 | 0.003 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 24 | H | X | 50.754 | 50.738 | 0.016 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 23.260 | 23.262 | 0.002 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 25 | R | X | 0.034 | 0.031 | 0.003 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 31.604 | 31.609 | 0.005 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 26 | 16 | X | 10.005 | 10.011 | 0.006 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 31.608 | 31.602 | 0.006 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| 27 | 15 | X | 20.803 | 20.807 | 0.004 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 31.627 | 31.624 | 0.003 | Pergeseran ke arah sumbu Y- |
| 28 | 14 | X | 30.998 | 30.996 | 0.002 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 30.040 | 30.042 | 0.002 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 29 | 13 | X | 39.762 | 39.768 | 0.006 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 30.551 | 30.553 | 0.002 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 30 | J | X | 50.703 | 50.712 | 0.009 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 31.686 | 31.691 | 0.005 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 31 | Q | X | 0.090 | 0.090 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | 40.105 | 40.105 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 32 | P | X | 10.506 | 10.506 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | 40.185 | 40.185 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 33 | N | X | 20.190 | 20.190 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Y | 40.316 | 40.316 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 34 | M | X | 30.217 | 30.207 | 0.010 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 40.475 | 40.484 | 0.009 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 35 | L | X | 39.883 | 39.888 | 0.005 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Y | 40.689 | 40.699 | 0.010 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| 36 | K | X | 50.601 | 50.595 | 0.006 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Y | 40.742 | 40.746 | 0.004 | Pergeseran ke arah sumbu Y+ |
| Titik yang tidak stabil | | | | | 26 | |



Gambar 7 Kedudukan titik-titik tampak atas sebelum dan setelah T6 spesimen temperatur 400⁰ dengan reduksi 5%

| Tampak Belakang X,Z (mm) | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|-------|------------|------------|----------------|-----------------------------|
| No | Titik Koordinat | Sumbu | Sebelum T6 | Setelah T6 | Selisih Ukuran | Keterangan |
| 1 | K | X | 50.601 | 50.595 | 0.006 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Z | -0.122 | -0.165 | 0.043 | Pergeseran ke arah sumbu Z- |
| 2 | L | X | 39.883 | 39.888 | 0.005 | Pergeseran ke arah sumbu X+ |
| | | Z | 0.057 | 0.027 | 0.030 | Pergeseran ke arah sumbu Z- |
| 3 | M | X | 30.217 | 30.207 | 0.010 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Z | 0.050 | 0.017 | 0.33 | Pergeseran ke arah sumbu Z- |
| 4 | N | X | 20.190 | 19.990 | 0.200 | Pergeseran ke arah sumbu X- |
| | | Z | 0.038 | 0.003 | 0.035 | Pergeseran ke arah sumbu Z- |
| 5 | P | X | 10.506 | 10.506 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Z | -0.018 | -0.018 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| 6 | Q | X | 0.090 | 0.090 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| | | Z | -0.130 | -0.130 | 0 | Tidak Ada Pergeseran Titik |
| Titik yang tidak stabil | | | | | 4 | |



Gambar 8 Kedudukan titik-titik tampak belakang sebelum dan setelah T6 spesimen temperatur 400⁰ dengan reduksi 5%

| No | Pandangan | Jumlah Titik | Jumlah Titik yang Tidak Stabil |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Depan | 6 | 3 |
| 2 | Samping Kanan | 6 | 5 |
| 3 | Samping Kiri | 6 | 4 |
| 4 | Atas | 36 | 26 |
| 5 | Belakang | 6 | 4 |
| Jumlah Koordinat | | 60 | 42 |
| Persentase Titik yang Tidak Stabil | | 70% | |

Dari kelima pandangan tersebut maka dapat diperoleh jumlah titik-titik yang tidak stabil. Pada spesimen pertama 400°C dengan reduksi 5% terdapat 42 titik yang tidak stabil

Pada hasil data selanjutnya akan ditampilkan kumpulan tampak atau pandangan dari setiap spesimen

Spesimen Temperatur 400°C dan Reduksi 10%

| No | Pandangan | Jumlah Titik | Jumlah Titik yang Tidak Stabil |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Depan | 6 | 4 |
| 2 | Samping Kanan | 6 | 4 |
| 3 | Samping Kiri | 6 | 5 |
| 4 | Atas | 36 | 30 |
| 5 | Belakang | 6 | 5 |
| Jumlah Koordinat | | 60 | 48 |
| Persentase Titik yang Tidak Stabil | | 80% | |

Pada spesimen 400°C dengan reduksi 10% terdapat 48 titik yang tidak stabil.

Spesimen Temperatur 400°C dengan Reduksi 15%

| No | Pandangan | Jumlah Titik | Jumlah Titik yang Tidak Stabil |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Depan | 6 | 5 |
| 2 | Samping Kanan | 6 | 6 |
| 3 | Samping Kiri | 6 | 4 |
| 4 | Atas | 36 | 30 |
| 5 | Belakang | 6 | 6 |
| Jumlah Koordinat | | 60 | 51 |
| Persentase Titik yang Tidak Stabil | | 83.60% | |

Pada spesimen 400°C dengan reduksi 15% terdapat 51 titik yang tidak stabil.

Spesimen Temperatur 425°C dengan Reduksi 5%

| No | Pandangan | Jumlah Titik | Jumlah Titik yang Tidak Stabil |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Depan | 6 | 4 |
| 2 | Samping Kanan | 6 | 4 |
| 3 | Samping Kiri | 6 | 4 |
| 4 | Atas | 36 | 23 |
| 5 | Belakang | 6 | 5 |
| Jumlah Koordinat | | 60 | 40 |
| Persentase Titik yang Tidak Stabil | | 66.66% | |

Pada spesimen 425°C dengan reduksi 5% terdapat 40 titik yang tidak stabil.

Spesimen Temperatur 425°C dengan Reduksi 10%

| No | Pandangan | Jumlah Titik | Jumlah Titik yang Tidak Stabil |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Depan | 6 | 3 |
| 2 | Samping Kanan | 6 | 4 |
| 3 | Samping Kiri | 6 | 4 |
| 4 | Atas | 36 | 28 |
| 5 | Belakang | 6 | 5 |
| Jumlah Koordinat | | 60 | 44 |
| Persentase Titik yang Tidak Stabil | | 72.13% | |

Pada spesimen 425°C dengan reduksi 10% terdapat 44 titik yang tidak stabil.

Spesimen Temperatur 425°C dengan Reduksi 15%

| No | Pandangan | Jumlah Titik | Jumlah Titik yang Tidak Stabil |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Depan | 6 | 5 |
| 2 | Samping Kanan | 6 | 5 |
| 3 | Samping Kiri | 6 | 4 |
| 4 | Atas | 36 | 28 |
| 5 | Belakang | 6 | 5 |
| Jumlah Koordinat | | 60 | 47 |
| Persentase Titik yang Tidak Stabil | | 77.04% | |

Pada spesimen 425°C dengan reduksi 15% terdapat 47 titik yang tidak stabil.

Spesimen Temperatur 450°C dengan Reduksi 5%

| No | Pandangan | Jumlah Titik | Jumlah Titik yang Tidak Stabil |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Depan | 6 | 2 |
| 2 | Samping Kanan | 6 | 4 |
| 3 | Samping Kiri | 6 | 4 |
| 4 | Atas | 36 | 24 |
| 5 | Belakang | 6 | 3 |
| Jumlah Koordinat | | 60 | 37 |
| Persentase Titik yang Tidak Stabil | | 60.65% | |

Pada spesimen 450°C dengan reduksi 5% terdapat 37 titik yang tidak stabil.

Spesimen Temperatur 450°C dengan Reduksi 10%

| No | Pandangan | Jumlah Titik | Jumlah Titik yang Tidak Stabil |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Depan | 6 | 3 |
| 2 | Samping Kanan | 6 | 4 |
| 3 | Samping Kiri | 6 | 3 |
| 4 | Atas | 36 | 27 |
| 5 | Belakang | 6 | 5 |
| Jumlah Koordinat | | 60 | 42 |
| Persentase Titik yang Tidak Stabil | | 68.85% | |

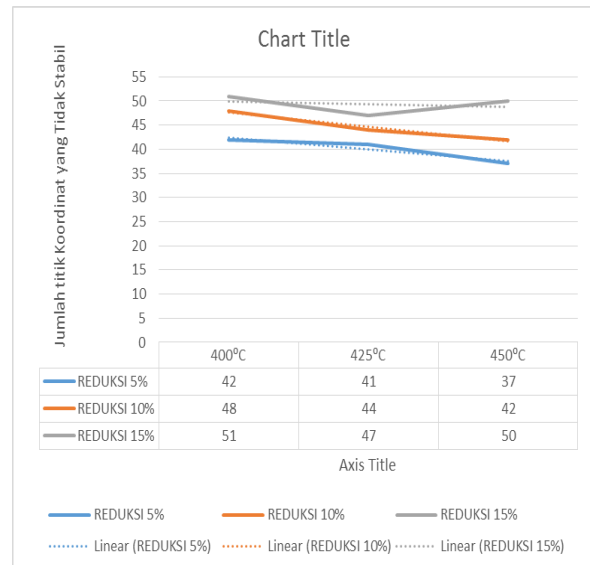
Pada spesimen 450°C dengan reduksi 10% terdapat 37 titik yang tidak stabil.

Spesimen Temperatur 450°C dengan Reduksi 15%

| No | Pandangan | Jumlah Titik | Jumlah Titik yang Tidak Stabil |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Depan | 6 | 5 |
| 2 | Samping Kanan | 6 | 5 |
| 3 | Samping Kiri | 6 | 4 |
| 4 | Atas | 36 | 30 |
| 5 | Belakang | 6 | 6 |
| Jumlah Koordinat | | 60 | 50 |
| Persentase Titik yang Tidak Stabil | | 81.96% | |

Pada spesimen 450°C dengan reduksi 15% terdapat 37 titik yang tidak stabil.

Analisa Data Pengaruh Temperatur Terhadap Titik Koordinat yang Tidak Stabil



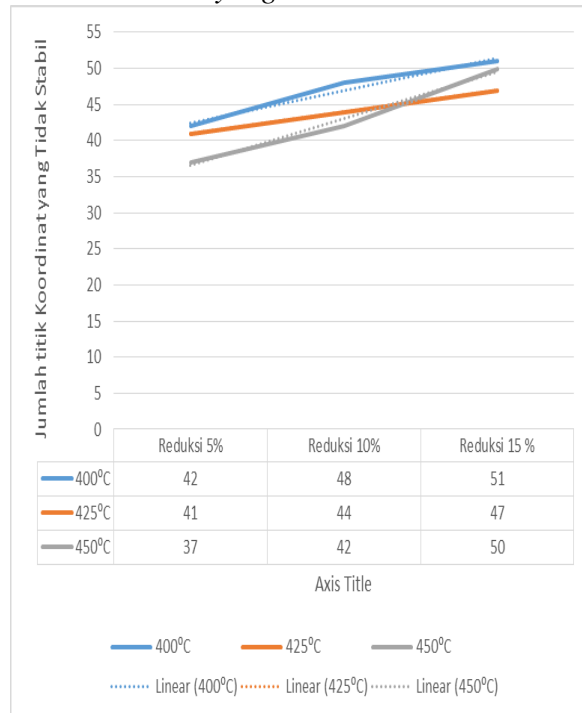
Gambar 8. Grafik pengaruh temperatur terhadap kestabilan titik-titik setiap spesimen

Dari data jumlah titik yang tidak stabil dari setiap spesimen yang telah didapatkan, dapat digambarkan trendline seperti pada gambar 4.59. maka dapat disimpulkan pada rentang temperatur 400°C-450°C semakin tinggi temperatur maka jumlah titik yang tidak stabil semakin sedikit. Dari 9 variasi tersebut spesimen 450°C dengan reduksi 5% memiliki jumlah titik yang tidak stabil paling sedikit, sedangkan pada spesimen 400°C dengan reduksi 15% merupakan spesimen yang memiliki jumlah titik yang tidak stabil terbanyak.

Perlakuan panas T6 memiliki manfaat yang bermacam-macam, diantaranya adalah untuk meningkatkan kekerasan dan meningkatkan ketahanan korosi pada logam. Adanya proses perlakuan panas dengan pendinginan cepat (*quenching*) dapat menimbulkan tegangan stress yang mampu membuat spesimen uji mengalami perubahan bentuk dan dimensi (*distorsi*). Menurut (Robinson. J, dkk, 2012) *quenching* dapat membuat kerugian besar pada aluminium timbulnya tegangan sisa dapat menyebabkan perubahan bentuk (*distorsi*). Penelitian lain yang dilakukan oleh (Rahman. K & Benal. M, 2012) menunjukkan bahwa komposit

aluminium 7075-SiC perubahan bentuk dan dimensi (distorsi) terjadi akibat adanya koefisien ekspansi termal yang ditimbulkan karena adanya proses pendinginan secara cepat (quenching) dan pemanasan kembali (penuaan).

Analisa Data Pengaruh Reduksi Terhadap Titik Koordinat yang Tidak Stabil



Gambar 8. Grafik pengaruh reduksi terhadap kestabilan titik-titik setiap spesimen

Dari data jumlah titik yang tidak stabil dari setiap spesimen yang telah didapatkan, dapat digambarkan trendline seperti pada gambar 4.59. maka dapat disimpulkan pada rentang temperatur 400°C-450°C semakin tinggi reduksi maka jumlah titik yang tidak stabil semakin sedikit. Dari 9 variasi tersebut spesimen reduksi 15% dengan temperatur 400°C memiliki jumlah titik yang tidak stabil paling banyak, sedangkan pada spesimen 450°C dengan reduksi 5% merupakan spesimen yang memiliki jumlah titik yang tidak stabil paling sedikit.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat diperoleh data yang menunjukkan pengaruh temperatur dan reduksi saat proses penekanan panas terhadap kestabilan dimensi bahan aluminium paduan abu dasar batubara yang diuji dengan mesin CMM sebagai berikut :

1. Pada rentang temperatur 400°C hingga 450°C, Semakin tinggi temperatur maka jumlah titik koordinat yang tidak stabil semakin sedikit. Dari 9 variasi tersebut spesimen 450°C dengan reduksi 5% memiliki jumlah titik yang tidak stabil paling sedikit, sedangkan pada spesimen 400°C dengan reduksi 15% merupakan spesimen yang memiliki jumlah titik yang tidak stabil terbanyak.
2. Pada rentang reduksi 5% hingga 15% Semakin tinggi reduksi maka jumlah titik koordinat yang tidak stabil semakin meningkat. Dari 9 variasi tersebut spesimen reduksi 15% dengan temperatur 400°C memiliki jumlah titik yang tidak stabil paling banyak, sedangkan pada spesimen 450°C dengan reduksi 5% merupakan spesimen yang memiliki jumlah titik yang tidak stabil paling sedikit.

Dari proses penelitian yang telah dilaksanakan, maka didapatkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Lebih baik meratakan permukaan atas spesimen terlebih dahulu sebelum pengujian titik koordinat dengan mesin CMM agar mempermudah proses pengujian.

2. Perhatikan komposisi bahan dengan teliti agar hasil coran yang diinginkan bisa didat.
3. Kordinasi dulu sebelum melakukan pressing ke pihak bengkel untuk mengetahui kondisi permukaan penekan mesin press, agar setelah melewati proses penekanan panas spesimen memiliki permukaan yang lebih rata.
4. Koordinasi dengan dosen pembimbing dengan rutin agar proses penelitian dapat dilaksanakan dengan iptimal

Civil Engineering. ISSN : 2278-1684
Vol. 1, Issue 5

Robinson. J, dkk. 2012. *The influence of quench sensitivity on residual stresses in the aluminium alloys 7010 and 7075*. *Materials Characterization* 65 (2012) hlm.73–85

Sekar, K., 2014. *Effect of T6 Heat Treatment in the Microstructure and Mechanical Properties of A356 Reinforced with Nano Al₂O₃ Particles by Combination Effect of Stir and Squeeze Casting*. *Researchgate*, Volume 5, pp. 444-453.

PENGHARGAAN

Penghargaan persembahkan untuk kedua orangtua saya yang telah mendukung penuh dalam penelitian ini baik secara materi ataupun moral. dan kepada bapak Harjo Seputro selaku dosen pembimbing saya, serta teman-teman yang selalu mendukung saya untuk menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- Sulaikan1, H., 2013. Pengaruh Temperatur Hot-Press Terhadap Karakteristik Komposit Ac8a/Sicp. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* Vol. 1, Volume 1 5, p. 78 84
- Nie, J., 2016. *Microstructure Evolution and Mechanical Properties of Al - TiB₂/TiC InSitu Aluminum-Based Composites during Accumulative Roll Bonding (ARB) Process*. MDPI, Volume 10, p. 109.
- P. Shanmughasundaram R. Subramanian, 2011. *Some Studies on Aluminium – FlyAsh Composites*. *Some Studies on Aluminium –Fly Ash Composites*, Volume Vol.63, pp. pp.204-218.
- Rahman. K & Benal. M. 2012. *Effect of Heat Treatment on the Coefficient of Thermal Expansion of Aluminium 7075alloySiCp (5wt %) Composites*. *IOSR Journal of Mechanical and*