

ANALISIS KETANGGUHAN ANTARA BAJA ST 37 DAN ST42 DENGAN KETEBALAN DAN VARIASI LAPISAN KARBON FIBER UNTUK KERANGKA MOBIL LISTRIK

Media Nofri

Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tama Jagakarsa

ABSTRACT

Analyzing the toughness of St 37 and St 42 with variations in the thickness of the carbon fiber layer for electric car applications, as well as proving that there is an increase in strength in the material in terms of toughness. Impact testing with variations in the thickness of the carbon layer and adhesion of carbon fiber using resin. The test results show that the toughness of St 37 with variations in carbon fiber layers can increase toughness, if without using a carbon fiber layer it shows the lowest toughness value. Thus the thickness of the carbon fiber layer affects the toughness of St 37. The thicker the layer is given, the higher the toughness value obtained. So that by coating with carbon fiber the toughness value can exceed St 42

Keywords: carbon fiber, toughness, impact

1. PENDAHULUAN

Di era perkembangan jaman yang disertai oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang sangat pesat menciptakan era globalisasi dan keterbukaan yang menuntut setiap individu untuk berpikir dan berperan aktif didalamnya salah satunya adalah memodifikasi mobil yang awalnya berbahan bakar minyak menjadi bertenaga listrik sebagai sumber tenaganya yang lebih ramah lingkungan dan lebih ekonomis. Mobil listrik yaitu mobil yang digerakkan dengan motor listrik, menggunakan energi listrik. Penggunaan mobil listrik dirasa efektif selain tidak menimbulkan polusi udara dan konstruksi mesin lebih sederhana, dan tentu pada mobil listrik membutuhkan kerangka yang kuat berfungsi sebagai penopang semua beban yang ada pada kendaraan. Prinsip utama dari desain dan pembuatan rangka adalah kokoh, ringan dan awet. Rangka mobil yang didesain tidak hanya kokoh, ringan, dan mampu menyerap energi tumbukan (*impact*), tetapi juga memiliki karakteristik yang dikeluarkan kecil sehingga bahan bakar hemat

Dalam penelitian ini, material untuk perancangan pembuatan kerangka mobil listrik digunakan baja St 37 dan baja St 42. Baja ini termasuk logam berat, karena logam ini

mempunyai berat jenis (ρ) lebih besar dari 4,00 kg/dm³. Permasalahannya Penggunaan logam berat pada pembuatan kerangka akan menjadikan mobil listrik menjadi boros energi. Adapun langkah untuk mendapatkan material yang ringan dan memiliki karakteristik yang sama dengan material awal, maka penggunaan Baja St 42 pada pembuatan kerangka dikurangi dimensinya dan diganti dengan baja St 37 Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan terobosan baru salah satunya adalah material baja St 42 dan St 37 diberikan perlakuan pelapisan. Pelapisan yang digunakan menggunakan lapisan komposit serat karbon *Carbon Fiber Reinforced Plate (CFRP)* yang mempunyai beberapa keunggulan yang tidak dimiliki oleh baja tulangan yaitu: mempunyai kuat tarik yang jauh lebih tinggi dari kuat tarik baja tulangan, yaitu sebesar 2800 MPa, mempunyai kekakuan yang cukup tinggi dimana modulus elastisitasnya (E) 165.000 MPa, tidak mengalami korosi karena terbuat dari bahan non logam, mempunyai penampang yang kecil dan ringan dengan berat 1,5 g/cm³, serta mudah pemasangannya. Bahan komposit mempunyai density yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan bahan konvensional, hal ini memberikan implikasi yang lebih penting dalam konteks penggunaan, karena komposit akan mempunyai kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dari bahan konvensional.

Bahan komposit tersebut diharapkan dapat menambah kekuatan dari St 37 yang dikurangi dimensinya sebagai kerangka mobil listrik. Bahan komposit bukan termasuk jenis ferro dan gabungan dua atau lebih yang berbeda sifat dan komposisinya.

Pada penelitian ini material yang diteliti adalah baja St 37, St 42 dan komposit karbon fiber dengan rincian sebagai berikut :

1. *Bahan yang digunakan menggunakan baja St 42 dengan Ketebalan 5mm tanpa pelapisan karbon fiber dan Baja St 37 Ketebalan 3 mm dengan pelapisan Karbon fiber*
 2. *Ketebalan lapisan adalah 3 mm, 5 mm, dan 7 mm. Penggunaan ketebalan 3 mm bermaksud agar benda uji yang dilapisi tidak terkena takikan sedalam 2 mm dan menyisakan 1 mm yang dapat digunakan sebagai perbandingan dengan benda uji sebelumnya yaitu yang tanpa menggunakan lapisan*
 3. Hasil penelitian paduan Baja St 37 dibuat spesimen dan Baja St 42 Diuji dengan menggunakan pengujian Impact
- Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah: menganalisis ketangguhan baja St 42 dan baja St 37 dengan variasi ketebalan lapisan karbon fiber untuk aplikasi mobil listrik.

TINJAUAN PUSTAKA

Baja Karbon

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C) dimana besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utama dengan kandungan kurang dari 2%. Baja karbon dibagi menjadi 3 kategori berdasarkan presentasi kandungan karbonnya, yaitu: baja karbon rendah (C= 0,03-0,35 %), baja karbon sedang (C= 0,35-0,55 %), dan baja karbon tinggi (C= 0,55-1,70 %). Baja karbon rendah kurang sensitif terhadap perlakuan panas sehingga untuk meningkatkan kekuatannya perlu dilakukan pengerjaan dingin. Berbeda dengan baja karbon rendah, kekuatan baja karbon sedang dapat ditingkatkan dengan cara memberikan perlakuan. Kategori yang terakhir

yaitu baja karbon tinggi memiliki sifat yang keras tapi kurang ulet.

a. Baja Karbon Rendah

Dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil. Baja ini disebut baja ringan (mild steel) atau baja perkakas. Baja ini dapat dijadikan mur, baut, sekrup, peralatan senjata, alat perangkat presisi, batang tarik, perkakas silinder, dan penggunaan yang hampir sama. Baja ini juga dapat diselesaikan dengan pengerjaan dingin dengan cara merendam atau mencelupkan baja kedalam larutan asam yang berguna untuk mengeluarkan lapisan oksigennya.

b. Baja Karbon Menengah

Baja ini banyak digunakan untuk keperluan alat perkakas bagian mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas dan sebagainya.

c. Baja Karbon Tinggi

Baja ini mempunyai kekuatan paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon inibanyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji atau pahat potong. Selain itu baja jenis ini banyak digunakan untuk keperluan industri lain seperti pembuatan kikir, pisau cukur, mata gergaji dan lain sebagainya. Baja karbon sedang dan baja karbon tinggi banyak mengandung karbon dan unsur lain yang dapat memperkeras baja tersebut.

Baja St 37

Baja karbon rendah (St 37) memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3 %. Baja ini sering dipakai juga untuk konstruksi-konstruksi mesin yang saling bergesekan seperti roda gigi, poros, dll karena sangat ulet. Namun kekerasan permukaan dari baja tersebut tergolong rendah sehingga sebelum digunakan untuk konstruksi

perlu dimodifikasi atau diperbaiki sifat kekerasan pada permukaannya. Baja karbon rendah ini tidak dapat dikeraskan secara konvensional tetapi melalui penambahan karbon dengan proses carburizing. Jenis baja karbon St 37 untuk keperluan pembuatan komponen mesin yang distandarkan menurut kekuatan tarik mempunyai kekuatan tarik 37-45 Kg/mm²

Baja St 42

Baja St 42 adalah jenis baja konstruksi yang mempunyai kekuatan tarik 42 Kg/mm² sampai 50 Kg/mm². Baja ini mempunyai kandungan karbon (C) dibawah 0,3 %, jadi termasuk dalam baja karbon rendah. Metoda penambahan karbon padat merupakan cara yang paling sederhana untuk meningkatkan kualitas baja St 42, agar dapat memperluas penggunaannya. Pada akhirnya melalui proses pack carburizing penggunaan baja karbon rendah untuk bahan baku (rawmaterials) dapat memperluas penggunaannya

Komposit

Komposit adalah bahan yang terbentuk apabila dua atau lebih komponen yang berlainan digabungkan. Selain itu ada juga yang menyatakan bahwa bahan komposit adalah kombinasi bahan tambah yang berbentuk serat, butiran seperti pengisi serbuk logam, serat kaca, karbon, aramid (kevlar), keramik dan serat logam dalam julat panjang yang berbeda-beda didalam matriks. Bahan komposit mempunyai densiti yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan bahan konvensional. Kejadian ini memberikan implikasi yang lebih penting dalam konteks penggunaan, karena komposit akan mempunyai kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dari bahan konvensional.

Pada bahan komposit, sifat-sifat unsur pembentuknya masih terlihat jelas yang pada paduan sudah tidak lagi tampak secara nyata. Justru keunggulan bahan komposit di sini adalah penggabungan sifat-sifat unggul masing-masing unsur pembentuknya tersebut. Penggabungan material yang berbeda bertujuan untuk menemukan material baru yang mempunyai sifat antara material penyusunnya yang tidak akan diperoleh jika material penyusunnya berdiri sendiri. Material penyusun komposit tersebut biasa berupa fibers, particle, laminate or layers, flakes

fillers, dan matrik. Matrik sering disebut sebagai unsur pokok bodi sedangkan fibers, particle, laminate or layers, flakes fillers disebut sebagai unsur pokok struktur. Sifat – sifat yang dapat diperbaiki antara lain : kekuatan, kekakuan, ketahanan lelah, ketahanan bending, ketahanan korosi, berat jenis, pengaruh terhadap temperatur, isolasi termal dan isolasi konduktifitas. Secara umum penggolongan komposit dapat dibedakan menjadi dua, yaitu berdasarkan matrik dan penguatnya. Berdasarkan matriknya komposit digolongkan menjadi tiga, yaitu:

- a. Komposit matrik logam, yaitu logam sebagai matriknya.
- b. Komposit matrik polimer, yaitu polimer sebagai matriknya.
- c. Komposit matrik keramik, yaitu keramik sebagai matriknya.

Karbon Fiber

Secara morfologi karbon ada dalam berbagai bentuk, bubuk karbon aktif, pelumas padat dan karbon seperti gelas hitam yang sangat keras. Jenis dan penggunaan karbon sangat luas. Sekarang sudah ada produksi masa dari serat karbon yang elastis dan dengan sifatnya yang ringan bahan ini memberikan harapan pada berbagai penggunaan. Karbon fiber adalah sebuah material komposit atau plastik diperkuat fiber yang kuat, ringan, tetapi mahal. Plastik diperkuat gelas yang sering kali disebut fiberglass, material komposit umumnya ditunjuk oleh nama serat penguatnya (karbon fiber). Bahan ini memiliki banyak aplikasi dalam konstruksi pesawat, otomotif, kapal layar, dan terutama banyak dipakai untuk konstruksi rangka sepeda modern, di mana kekuatan dan berat yang ringan sangat penting. Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) merupakan sejenis plat baja tipis yang didalamnya terdapat serat karbon dan fiber. Pemakaian CFRP pada suatu konstruksi biasanya disebabkan oleh beberapa hal yaitu:

- a. Terjadinya kesalahan pada perencanaan.
- b. Adanya kerusakan-kerusakan dari bagian struktur sehingga
- c. dikhawatirkan tidak berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.
- d. Adanya perubahan fungsi pada sistem struktur dan adanya

- e. pemanambahan beban yang melebihi beban rencana.



Gambar 1 : Serat Karbon

Disamping karena bahan tambahan ini efektif, juga disebabkan karena euntungannya lebih dari sistem perkuatan lainnya. Karbon fiber merupakan salah satu jenis Fiber Reinforced Polymer (FRP) yang terbuat dari karbon. Beberapa tahun belakangan ini penggunaan baja dalam beberapa aplikasi vital mulai tereduksi oleh hadirnya Carbon Fiber-Reinforced Polymer. Carbon Fiber Reinforced Plate (CFRP) yang menawarkan beberapa keunggulan yang tidak dimiliki oleh baja tulangan yaitu: mempunyai kuat tarik yang jauh lebih tinggi dari kuat tarik baja tulangan, yaitu sebesar 2800 MPa, mempunyai kekakuan yang cukup tinggi dimana modulus elastisitasnya (E) 165.000 MPa, tidak mengalami korosi karena terbuat dari bahan non logam, mempunyai penampang yang kecil dan ringan dengan berat 1,5 gr/cm³, serta mudah pemasangannya

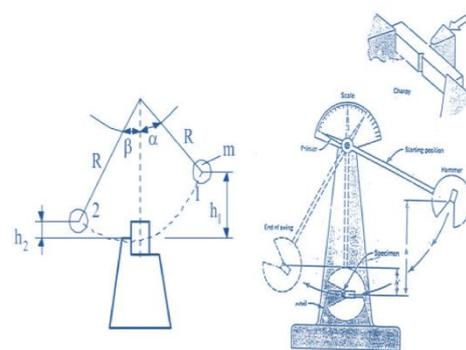
Pengujian Impact

Pengujian Impact (pukul-takik) adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan spesimen menyerap energi yang diberikan. Pengujian *impact* merupakan salah satu proses pengukuran terhadap sifat kerapuhan bahan. Sifat keuletan atau *toughness* dari suatu bahan yang tidak dapat terdeteksi oleh pengujian lain, jika dua buah bahan akan memiliki sifat yang mirip sama namun jika diuji dengan *impact test* itu akan

berbeda. Pengujian *impact* dilakukan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap pembebanan kejut (*shock resistance*), seperti kerapuhan yang disebabkan oleh perlakuan panas atau sifat kerapuhan dari produk tuangan (*Casting*) serta pengaruh bentuk dari produk tersebut.

Pengujian *impact* merupakan respon terhadap beban kejut atau beban tiba-tiba. Pengujian ini dilakukan pada mesin uji yang dirancang dengan memiliki sebuah pendulum dengan berat tertentu yang mengayun dari suatu ketinggian untuk memberikan beban kejut, dalam pengujian ini terdapat dua macam cara pengujian yakni cara “*Izod*” dan cara “*Charpy*” yang berbeda menurut arah pembebanan terhadap bahan uji serta kedudukan bahan uji. Pada pengujian standar *Charpy* dan *Izod*, dirancang dan digunakan untuk mengukur energi impak yang dikenal dengan ketangguhan takik. Spesimen *charpy* berbentuk batang dengan penampang lintang bujur sangkar dengan takikan V oleh proses permesinan.

Pembebanan dalam proses pengujian pukulan takik (*impact test*), diberikan oleh ayunan pendulum dengan berat G dan jarak terhadap sumbu putar R yang bergerak dari ketinggian h_1 pada sudut awal α .



Gambar 2. Ilustrasi Skematis Pengujian Impact Charpy

Pada uji *impact*, energi yang diserap untuk mematahkan benda uji harus diukur. Setelah bandul dilepas maka benda uji akan patah, setelah itu bandul akan berayun kembali, semakin besar energi yang terserap, semakin

rendah ayunan kembali dari bandul. Energi terserap biasanya dapat dibaca langsung pada skala penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin penguji. Energi terserap juga dapat dituliskan dalam bentuk rumus :

$$E = m \cdot g (h_1 - h_2)$$

dimana :

E = energi terserap = tenaga untuk mematahkan benda uji Joule.

m = massa pendulum (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2) = $10 m/s^2$

h_1 = tinggi jatuh palu godam (m) = $R + R \sin(\alpha - 90)$

h_2 = tinggi ayunan palu godam (m) = $R + R \sin(\beta - 90)$

R = jarak titik putar ke titik berat palu godam (m)

α = sudut jatuh ($^\circ$)

β = sudut ayun ($^\circ$) Sehingga :

Harga *impact*

$$= \frac{\text{Energi terserap (Joule)}}{\text{Luas penampang patahan benda uji (mm²)}}$$

Rangka Kendaraan

Bagian kendaraan secara umum dibagi menjadi 2 bagian yaitu terdiri dari *chassis* dan *body* kendaraan. Namun dalam penelitian ini akan dititik beratkan pada bagian *chassis* atau rangka kendaraan. *Chassis* adalah bagian dari kendaraan yang berfungsi sebagai penopang *body* dan terdiri dari *frame* (rangka), *engine* (mesin), *power train* (pemindah tenaga), *wheels* (roda-roda), steering sistem (sistem kemudi), *suspension system* (sistem suspensi), *brake system* (sistem rem) dan kelengkapan lainnya

Rangka merupakan salah satu bagian penting pada mobil (tulang punggung) harus mempunyai konstruksi kuat untuk menahan atau memikul beban kendaraan. Semua beban dalam kendaraan baik itu penumpang, mesin, sistem kemudi, dan segala peralatan

kenyamanan semuanya diletakan di atas rangka. Setiap konstruksi rangka harus mampu untuk menahan semua beban dari kendaraanya.

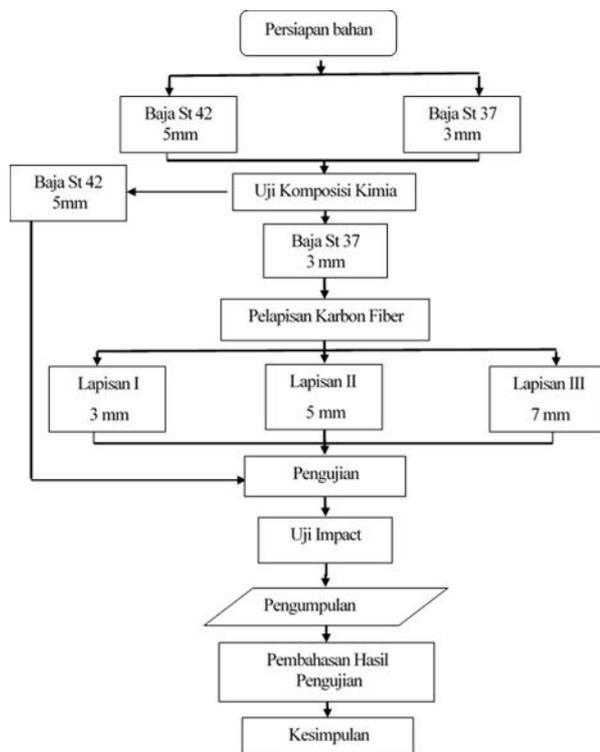
Selain itu rangka juga merupakan tempat menempelnya semua komponen kendaraan termasuk *body*. Rangka harus kuat, ringan, kukuh dan tahan terhadap getaran, atau guncangan yang diterima dari kondisi jalan, agar kuat maka konstruksi rangka ada yang kotak, bentuk U atau pipa, yang pada umumnya terdiri dari dua batang yang memanjang dan dihubungkan dengan bagian yang melintang. Pada awal perkembangan teknologi *body* dan rangka kendaraan, *body* dan rangka dibuat secara terpisah (*composite body*) namun akhir-akhir ini *body* dan rangka dibuat menyatu (*monocoque body*, atau disebut juga *integral body*) khususnya pada kendaraan sedan atau biasa disebut dengan kendaraan pribadi.

Rangka adalah suatu struktur yang ujung-ujungnya disambung kaku (las atau lebih dari satu). Semua batang yang disambung secara kaku (jepit) mampu menahan gaya aksial, gaya normal, dan momen. Elemen rangka merupakan elemen dua dimensi dan kombinasi antara elemen *truss* dan *beam*, sehingga ada tiga macam simpangan pada setiap titik nodal yaitu simpangan horisontal, vertikal, dan rotasi, oleh karena itu, dibutuhkan material yang kuat untuk memenuhi spesifikasi tersebut. Sebuah kendaraan bermotor terbentuk dari beberapa bagian utama, yaitu:

- a. *Frame chassis*.
- b. *Body*.
- c. Sistem penghasil tenaga (*power plane*).
- d. Sistem penerus tenaga (*driver train*).

METODE DAN HASIL PENELITIAN

Diagram Alir Proses Penelitian

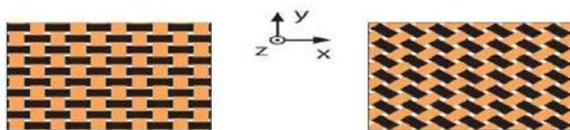


Gambar 3. Diagram Alir Proses Penelitian

Proses Pelapisan

Proses pelapisan ini dibutuhkan ketelitian dan ketrampilan seseorang yang tinggi, adapun langkah-langkah pelapisan tersebut sebagai berikut:

1. Pemotongan bahan untuk lapisan Sebelum pelapisan dimulai, ukur dan potong serat karbon sesuai dengan ukuran spesimen uji *Impact* menggunakan menggunakan gunting. Selain itu pemotongan harus dilihat dari arah serat. Misalnya seperti Gambar berikut :



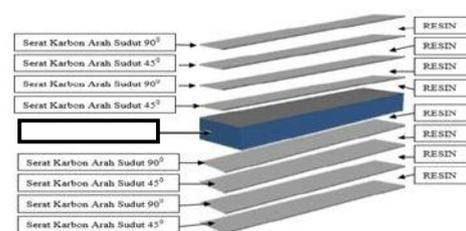
Gambar 4. Pemotongan Dengan Sudut Serat 90^0 dan 45^0 .

2. Proses pencampuran resin *epoxy*. Untuk pencampuran cairan perekatnya, gunakan

kaleng plastik sebagai wadah. Masukkan resin, katalis, *cobalt*, kedalam wadah tersebut dengan perbandingan 1:1:100. artinya 100 ml untuk resin, 1 ml untuk katalis. Aduk hingga gelembung udara dalam campuran tersebut menghilang setelah itu masukkan cobalt 1 ml.

3. Proses pelapisan Pada proses ini, perlu diperhatikan arah serat yang akan dilapisan pada pelat baja karbon St 37, adapun variasi arah serat tersebut adalah 90^0 dan 45^0 sedangkan variasi ketebalan serat adalah 3 mm, 5 mm, dan 7 mm. Proses pelapisan ini membutuhkan ketelatenan agar menghasilkan fiber yang bagus. Adapun langkah-langkahnya adalah :

- a. Oleskan campuran perekat ke spesimen secara merata pada salah satu bidang spesimen.
- b. Tempelkan ujung serat karbon dengan arah sudut yang telah dibuat pada spesimen. Tekan serat karbon hingga tertempel dengan spesimen dan tidak ada rongga udara.
- c. Setelah lapisan pertama tertempel, tempelkan serat kedua yang berbeda arah seratnya dengan sebelumnya. Lakukan pada kedua bidang spesimen sampai dengan ketebalan yang diinginkan yaitu 3 mm, 5 mm, 7 mm.
- d. Tunggu spesimen hingga kering dan spesimen siap diujikan.



Gambar 5. Proses Pelapisan

Proses Pengujian

Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur atau kandungan kimia paduan yang terkandung pada material. Sebelum proses pengujian komposisi kimia dilakukan, sampel uji diampelas dan dipoles terlebih dahulu sampai permukaannya rata agar proses pengujian dapat berjalan dengan baik. Proses pengujian komposisi kimia dilakukan dengan menggunakan alat *spectrometer*. Alat uji komposisi kimia dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6. Instalasi Pengujian Komposisi Kimia

a. Persiapan Benda Uji

Penghalusan permukaan Untuk benda uji komposisi kimia diusahakan memiliki permukaan yang halus. Alat yang digunakan dalam proses penghalusan ini adalah amplas dengan nomor 400, 600, 800 dan 1000 secara berurutan.

Pemolesan Pemolesan benda uji dilakukan dengan menggunakan autosol dan kain halus untuk menghilangkan sisa-sisa goresan dan debu dari hasil pengamplasan agar didapat permukaan yang lebih halus.

b. Prosedur Pengujian Pada pengujian komposisi kimia ini, bahan atau komponen dapat langsung segera dianalisa oleh alat *Optical Emission Spectrometer* (OES) setelah dilakukan penghalusan permukaan dengan cara diampelas dan dipoles.

Setelah melakukan uji komposisi kimia pada Baja St 37 dan St 42 maka hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Sample	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)	Cu (%)
Baja St 37	0.12	0.10	0.50	0.04	0.05	0.02	0,1
Baja St 42	0.21	0.40	1,35	<0,04	<0.05	<0.002	0,36

Pengujian *Impact*



Gambar 7. Alat pengujian *Impact*

Langkah-langkah untuk pengujian *impact* sebagai berikut :

- Menyiapkan peralatan dan mengeset alat setelah itu spesimen dijepit pada ragum uji *impact*, sebelumnya telah diketahui penampangnya, panjang awal dan ketebalan yang akan digunakan untuk pengambilan data.
- Mengkondisikan mesin penguji dalam kondisi standar yaitu dengan melakukan kalibrasi sesuai dengan ukuran standar.
- Menyiapkan spesimen uji *impact* sebanyak 12 buah dengan perincian tiap 3 buah tanpa lapisan, 3 buah dengan lapisan 3 mm, 3 buah dengan lapisan 5 mm, dan 3 buah lagi dengan lapisan 7 mm.
- Setelah spesimen uji dijepit, kemudian tarik bandul pada mesin uji kemudian lepaskan. Dilepaskan dengan menarik pengunci lengan, maka bandul akan berayun mematahkan benda uji.
- Perhatikan ukuran yang ada pada skala mesin uji kemudian dicatat.

- f. Lakukan sampai semua spesimen telah dilakukan pengujian dengan ketentuan 3 spesimen dengan ketebalan 3 mm, 3 spesimen dengan ketebalan 5 mm, 3 spesimen dengan ketebalan 7 mm, dan 3 spesimen tanpa perlakuan lapisan karbon karbon fiber. Pada pengujian ini yang dipakai adalah sudut 156° , pembenturnya mempunyai jari-jari 83 cm dan massa 8,5 kg.

Tabel 2 Hasil Pengujian *Impact*

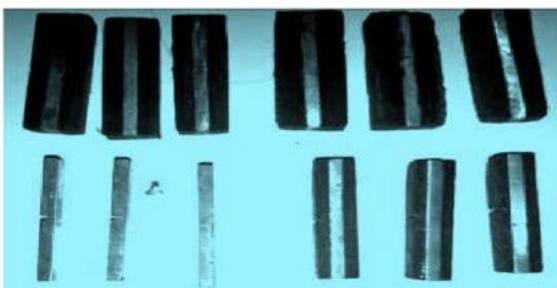
Eksperimen	No Spesimen	Lebar (mm)	Tebal Baja (mm)	Tebal Spesime (mm)	Energi Terserap (Joule)	Rata-Rata
Baja St 42 Tanpa Lapisan	1.	10	5	5	19,35	19,35
	2.	10	5	5	19,37	
	3.	10	5	5	19,35	
Baja St 37 Lapisan 3 mm	1.	10	3	9,1	21,2	21,23
	2.	10	3	9,1	21,25	
	3.	10	3	9,1	21,25	
Baja St 37 Lapisan 5 mm	1.	10	3	13	30,25	30,26
	2.	10	3	13	30,25	
	3.	10	3	13	30,30	
Baja St 37 Lapisan 7 mm	1.	10	3	17,3	42,1	42
	2.	10	3	17,3	42	
	3.	10	3	17,3	41,9	

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Uji Komposisi Kimia

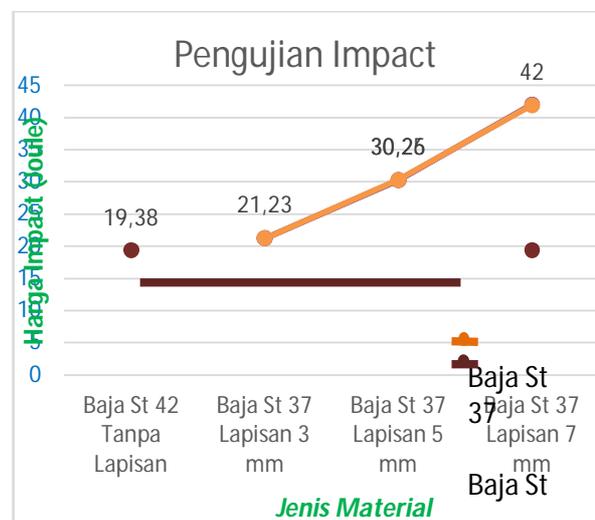
Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian komposisi kimia yang dilakukan pada material baja St 37 dan St 42 Mempunyai komposisi kimia seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Terlihat bahwa pada material St 37 Mempunyai Kandungan C,12%, Si 0,10%, Mn 0,50%, P 0,04%, S 0,05%, Al 0,10% dan Baja St 42 Mempunyai kandungan C 0,21%, Si 0,10%, Mn 1,35%, P <0,04%, S <0,05%, Al <0,002%, Cu 0,36% , degan meliahat hasil komposisi kimia pada baja St 37 dan St 42 kita bisa simpulkan bahwasanya baja tersebut adalah material baja yang sering digunakan dalam pembuatan kontruksi pada kerangka mobil, karna terbilang ulet dan kuat.

Pembahasan Pengujian Impact

Gambar 8. *Specimen* benda Uji

Pada Pengujian ini menggunakan uji impact dengan metode charphy dan menggunakan mesin uji TINUS OLSEN, Identitas bahan sampel plat baja St 37 dan menggunakan spesimen: P= 55 mm, t= 3mm, L= 10mm Lapisan 3mm, 5mm, 7mm H= 7mm, 11mm, 15mm, r= 0,025, sudah ditakikan = 45° dan Identitas bahan sampel plat baja St 42 menggunakan spesimen P= 55mm, t= 5mm, L= 10mm, H= 3mm, r= 0,025, Takikan 45° dan suhu uji memakai suhu ruangan (Room Temperature) dan stiap sampel membutuhkan waktu 10 menit

Setelah dilakukan pengujian Impact pada sample plat baja St 37 dan St 42 menghasilkan nilai perbandingan energi pukul baik pada baja St 37 yang dengan variasi lapisan karbon fiber ataupun baja St 42



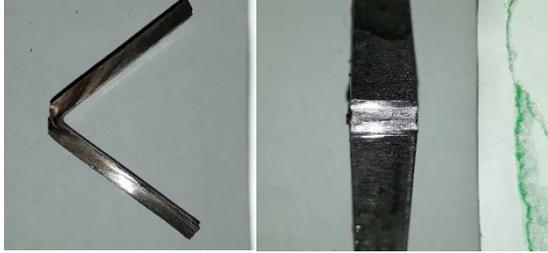
Gambar grafik 9 Nilai Uji Impak dengan 4 variasi ketebalan

Setelah melihat hasil uji impact pada gambar 9 diatas didapat pembahasan sebagai berikut

- Sampel pada baja St 42 dengan ketebalan 5 mm tanpa dilapisi dengan karbon fiber memiliki energi pukul 19,38 joule
- Sampel pada baja St 37 dengan ketebalan 3 mm dan lapisan karbon fiber 3 mm memiliki energi pikul 21,23 joule
- Sampel pada baja St 37 dengan ketebalan 3 mm dan lapisan karbon fiber 5 mm memiliki energi pukul 30,26 joule
- Sampel pada baja St 37 dengan ketebalan 3 mm dan lapisan karbon fiber 7 mm memiliki energi pikul 42 joule

Hasil Foto Uji Impact

Dapat dilihat perbedaan hasil uji Impact pada variasi ketebalan lapisan karbon fiber pada baja St 37 dengan variasi ketebalan 3 mm, 5 mm, 7 mm.



Gambar 10. Hasil benda uji impact tanpa lapisan

Terlihat pada Gambar 10 Hasil patahan benda uji tanpa lapisan dengan keadaan patah tetapi tidak putus karena baja St 42 memiliki karakteristik yang ulet dengan energi pikul 19,35 joule



Gambar 11. Hasil benda uji Impact dengan lapisan 3 mm

Terlihat pada Gambar11. Hasil patahan benda uji dengan lapisan 3 mm terlihat memiliki patahan yang ulet dan kuat, pada baja 3mm dengan lapisan 3 mm karbon memiliki energi pukul sebesar 21,23 Joule



Gambar 12. Hasil benda Uji dengan Lapisan 5 mm

Terlihat pada Gambar 12 Hasil patahan benda uji dengan lapisan 5 mm terlihat memiliki patahan yang ulet dan kuat, pada baja 3mm dengan lapisan 5 mm karbon memiliki energi pukul sebesar 30,26 Joule



Gambar 13. Hasil benda Uji dengan Lapisan 7 mm

Terlihat pada Gambar 13 Hasil patahan benda uji dengan lapisan 7 mm terlihat memiliki patahan yang ulet dan kuat, pada baja 3mm dengan lapisan 7 mm karbon memiliki energi pukul sebesar 42 Joule

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, pengujian spesimen dan pembahasan data maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Pada pengujian mekanik untuk kegetasan yang tertinggi terjadi pada baja St 42 dan untuk kegetasan yang paling rendah terdapat pada baja St 37 dengan lapisan karbon fiber 7 mm
2. Pengujian Impact dengan baja St 42 dengan tanpa lapisan memiliki energi pukul 19,39 Joule, sedangkan dengan menggunakan Baja St 37 dengan lapisan 3 mm Memiliki energi Pukul 21,23 joule, Lapisan 5 mm 30,26 Joule dan Lapisan 7 mm Memiliki energi pukul 42 joule
3. Setelah melakukan pengujian dapat disimpulkan sengan menngunakan baja St 37 dengan lapisan 3 mm sudah lebih besar ketangguhanya di dibandingkan dengan baja St 42 dengan ketebalan 5 mm. Peningkatan ketangguhan dipengaruhi oleh ketebalan fraksi serat, meskipun kinerja serat karbon belum bekerja maksimal. Semakin tebal lapisan serat semakin tinggi nilai energi serap dan harga *impact*. Melihat analisis yang telah dikaji, kekuatan yang didapatkan, diketahui dengan ketebalan lapisan manakah yang dapat digunakan sebagai bahan dari kerangka mobil listrik melalui pengujian *impact*

DAFTAR PUSTAKA

1. Dani, 2010 “ PENGUJIAN IMPACT DAN FENOMENA PATAHAN”
2. Ir. Syamsul Hadi, M.T., Ph.D., 2016 “TEKNOLOGI BAHAN “ CV. ANDI OFFSET,
3. Sianipar, Marolop Tua. 2009. Analisa Kolom Bertulang Yang diperkuat Dengan *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)*. Skripsi. Sumatra Utara: Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.
4. Sofyan, Bondan T.; Yudianto, Achmad; Dewanto, Agung. 2003. Komposit Serat Gelas/Poliester: Kekuatan Tarik dan Model Perpatahan.
5. Sudjana, Hardi. 2008. *Teknik Pengecoran Logam*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
6. Sugiyanto, Didik. 2014. Studi Tentang *Collapse Dan Buckling* Pada Rangka Bodi Mobil. *ROTASI*, Volume 16, No. 4: 17-27
7. Surdia, Tata dan Shinroku Saito. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik Cetakan Kelima*, Jakarta: Pradnya Paramita.
8. Wibowo, Farid Wahyu. 2013. Pengaruh *Holding Time Annealing* Pada Sambungan Smaw Terhadap Ketangguhan Las Baja K945 EMS45. Skripsi. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
9. Akhmad Herman Y., 2008 *Buku Paduan Praktikum Karakteristik Material Pengujian Merusak ., Fakultas Teknik Univesitas ., Jakarta*
10. Putradi, Gagas Ikhsan. 2011. Kekuatan Impak Komposit *Sandwich* Berpenguat Serat Aren. Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
11. Gunadi. 2008. *Teknik Body Otomotif*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
12. Hariyanto, Agus dan Fitrianto. 2013. Rekayasa Dan Manufaktur *Random Coconut Fiber Composites* Bermatrik *Epoxy* Untuk Panel *Interior Automotive*. ISBN 978-602-99334-2-0 63-71