

Analisis Karakteristik Pelek Mobil Avanza G Toyota Akibat Terjadinya Tubrukan Dengan bus Tangki Menggunakan Metode Uji Perlakuan Panas dan Impak

Junaidi , Fadly Kurniawan Nasution, Din Aswan Ritonga, Ade Irwan
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN UNIVERSITAS HARAPAN MEDAN
Email : junaidi.unhar@harapan.ac.id

Abstrak

Penelitian ini adalah menganalisa karakteristik dari suatu casis suatu kendaraan ringan akibat terjadinya tubrukan dengan kendaraan truk tangki. Didalam Penelitian ini akan di cari data perlakuan panasnya ,dengan memotong serta membentuk beberapa bagian dari bekas kerusakan akibat tubrukan ,sebagai bahan penelitian dengan ukuran yang sesuai untuk diteliti pada mesin pengujian Perlakuan Panas maupun Pengujian impek. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Proses Produksi dan Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan. Data yang akan dicari untuk uji Perlakuan Panas adalah waktu dan warna dari material dengan waktu 700⁰C, 800⁰C, 850⁰C. Uji Perlakuan Panas ini juga digunakan sistem Pendinginan air dan Pelumasan untuk mengetahui keadaan warna dari pada felek tersebut. Setelah sudah dilaksanakan uji perlakuan panas lalu dilakukan uji impek .Dalam Pengujian impek ini ,data diambil dengan sistem perpatahan dari material yang dilakukan Pengujiannya. Untuk beberapa bahagian juga dilakukan uji kekerasan.

Kata Kunci : Pelek ,Tubrukan, Perlakuan panas ,Impek ,Karakteristik.

PENDAHULUAN

Industri-industri yang ada di Indonesia menggunakan logam baik dalam bentuk jadi maupun setengah jadi, contohnya seperti baja. Baja diantaranya digunakan sebagai komponen-komponen mesin, bahan kerja, konstruksi bangunan, baik dalam bentuk pelat, lembaran pipa, batang profil dan sebagainya. Definisi baja menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah suatu benda logam yang keras dan kuat (Departemen Pendidikan Nasional, 2005). Menurut Setiadji baja merupakan suatu material campuran yang terdiri dari besi (Fe) dan karbon (C), dimana unsur besi (Fe) menjadi dasar penyusunnya[1]. Disamping unsur besi (Fe) dan karbon (C), baja juga mengandung unsur campuran lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si) dan mangan (Mn) yang jumlahnya dibatasi. Penambahan atau pengurangan kadar karbon atau unsur paduan lain akan diperoleh kekuatan baja sesuai yang diinginkan. Struktur logam dalam aplikasinya akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangantegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk[1]. Usaha untuk menjaga logam agar lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas (heat treatment). Proses ini meliputi pemanasan baja pada suhu tertentu, dipertahankan pada wak tu tertentu dan didinginkan pada media tertentu pula. Umumnya proses perlakuan panas terhadap baja akan melibatkan transformasi atau dekomposisi austenit[2]. Struktur dan bentuk dari hasil transformasi atau dekomposisi austenit inilah yang nantinya akan menentukan sifat fisik dan mekanik baja yang mengalami proses perlakuan panas. Perlakuan panas mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butir kristal, meningkatkan tegangan tarik logam dan lainnya[2].

Tujuan ini akan tercapai seperti apa yang diinginkan jika memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti suhu pemanasan dan media pendingin (Djaprie, 1990). Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (hardening), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu di daerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat yang dinamakan quenching. Akibat proses hardening pada baja, maka timbulnya tegangan dalam (internal stress) dan rapuh (britles), sehingga baja tersebut belum cocok untuk segera digunakan. Oleh karena itu, baja tersebut perlu dilakukan proses lanjut yaitu tempering[3]. Dengan proses tempering, kegetasan dan kekerasan dapat diturunkan sampai memenuhi syarat penggunaan, kekuatan tarik turun sedangkan keuletan dan ketangguhan meningkat (Fariadhie, 2012). Tujuan dari tempering adalah untuk mendapatkan baja yang lebih tangguh (tough) dan juga liat (ductile) tanpa banyak mengurangi kekuatan (strength) (Darmawan, 2007). Proses annealing (pelunakan) adalah merupakan proses pemanasan di bawah temperatur kritis, ditahan selama beberapa saat agar dihasilkan struktur homogen, lalu didinginkan secara perlahan-lahan di dalam tungku sampai selesai[4]. Pada Judul Penelitian yang saya buat ini ,meneliti data yang ada pada Pelek Roda Toyota Avanza di akibatkan telah terjadinya tabrakan di desa kuala Bali Kabupaten serdang Bedagai Profinsi Sumatera Utara.Dari Hasil data yang saya dapatkan ,bahwa Pelek Tersebut terbuat dari Campuran Besi Tuang dan Aluminium .Dalam hal memperluas untuk mengadakan Penelitian.



Gambar.2.Pelek Mobil Avanza Kerusakan Akibat terjadinya Tubrukan

TINJAUAN PUSTAKA

Pelek (Wheel Rim)

Pelek merupakan salah satu komponen yang penting dalam kendaraan motor roda dua, yang berguna untuk menerima berat dan semua beban (gaya) yang ditimbulkan oleh kondisi jalan. Pelek merupakan lingkaran luar desain logam yang tepi bagian dalam pada ban sudah terpasang pada kendaraan seperti motor. Sebagai contohnya, pada roda sepeda di tepi lingkaran yang besar menempel pada ujung luar dari jari-jari roda yang memegang ban dan tabung.Kegunaannya adalah sebagai tempat menempelnya ban pada ujung luar dari jari-jari roda agar ban dapat mengesek ketika berputar serta pelek ini dapat menghasilkan lebih banyak getaran dan kurang nyaman karena dinding samping ban tidak cukup kelengkungan yang fleksibel mengemudi dengan benar di atas permukaan yang kasar[5]

Baja Berdasarkan Komposisi Kimianya

Besi dan baja merupakan logam yang paling banyak digunakan dalam paduan antara elemen besi (fe) dengan unsur-unsur lain yang selalu ada seperti: Mangan, Silikon, Phospor, Belerang dan lain-lain. Besi dan baja dapat dibedakan menurut kadar karbonnya. Baja memiliki baja karbon lebih kecil dari 1,7%, sedangkan besi memiliki kadar karbon lebih besar dari 1,7%. Baja mempunyai unsur-unsur lain sebagai pepadu yang dapat mempengaruhi sifat dari baja.

Penambahan unsur unsur dalam baja karbon dengan satu unsur atau lebih, tergantung pada karakteristik baja karbon yang akan dibuat, jenis-jenis baja karbon berdasarkan komposisi kimianya antara lain:

- a. Baja karbon rendah
- b. Baja karbon menengah
- c. Baja karbon tinggi.

Berikut dibawah ini adalah penjelasan mengenai jenis-jenis baja karbon

Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (Low Carbon Steel) adalah baja yang mengandung karbon antara 0,025%-0,35%, setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10-30 Kg karbon. Baja karbon rendah dalam perdagangan dibuat dalam bentuk plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil. Berdasarkan jumlah karbon yang tergantung dalam baja, maka baja karbon rendah dapat digunakan atau dijadikan baja-baja sebagai berikut:

- * Baja karbon rendah (Low Carbon Steel) yang mengandung 0,04% -0,10% C untuk dijadikan baja-baja palt atau strip.
- * Baja karbon rendah mengandung 0,05% C, digunakan untuk keperluan badan kendaraan.
- * Baja karbon rendah mengandung 0,15% -0,20% C digunakan untuk kontruksi jembatan, bangunan, membuat baut atau dijadikan baja kontruksi.

Baja karbon menengah

Baja karbon menengah (medium karbon steel) adalah baja yang mengandung karbon antara 0,35%-0,55% C dan satu ton baja karbon mengandung antara 30-60 kg. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas pada bagian mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja, maka baja karbon menengah dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti keperluan industri kendaraan, roda gigi sprocket.

Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi (high Carbon Steel) adalah baja yang mengandung kadar karbon antara 0,56%-1,7% C dan setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 70-130 kg. Baja ini mengandung tegangan tarik paling tinggi dan paling banyak digunakan tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah pembuatan kawat baja dari kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang tergantung dalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan 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-lain. Dengan demikian pembagian paduan baja menurut komposisi kimianya pada tabel ini:

Tabel 2. Klasifikasi Baja[5]

Paduan Baja	Komposisi Kimia (dalam%)
1. Baja Karbon Rendah	0,025-0,35% C + 0,35-1,50% Mn
<input type="checkbox"/> Baja Karbon Rendah	0,35-0,50% C + 0,25-0,80% Si
<input type="checkbox"/> Baja Karbon Sedang	0,5-1,7% C + 0,04% P (maks) 0,05 S (maks)
<input type="checkbox"/> Baja Karbon Tinggi	
2. Baja Paduan	Seperti pada baja paduan rendah unsur-unsur paduan
<input type="checkbox"/> Baja Paduan Rendah	kuarang dari 4% seperti Cr, Ni, Mo, Al dan lain-lain.

<input type="checkbox"/> Baja Paduan Sedang <input type="checkbox"/> Baja Paduan Tinggi	Cr, Ni, Mo Al, Ti, V, dan elemen lain seperti halnya pada baja paduan rendah, tetapi jumlah elemen paduan antara 5-10%. Dengan total elemen-elemen lebih dari 10%.
3. Baja Spesial <input type="checkbox"/> Baja Stainles <input type="checkbox"/> Baja Perkakas	<input type="checkbox"/> Feritik (12-13% Cr dan kadar karbon rendah). <input type="checkbox"/> Martensitik (12-17% Cr dan 0,1-1% C) <input type="checkbox"/> Austenitik (17-25% Cr dan *-20% Ni) <input type="checkbox"/> Presipitasi (seperti halnya austenitic, ditambalelemen pepadu Cu, Ti, Al, Mo, Nb atau N. General purpose tool steel High speed steel (0,851,25% C, 1,50-20% W), 4-9,5% Mo, 3-4,5% Cr, 1-4% V, 5-12% Cu).

METODE PENELITIAN

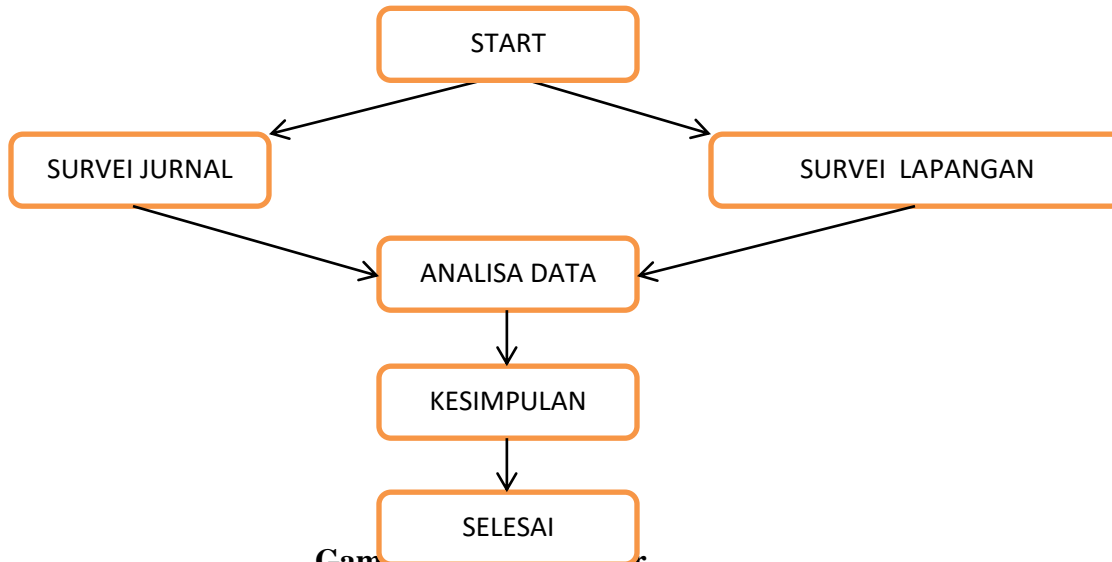
Pelaksanaan penelitian dan pengujian Pelek mobil Avanza G ini akan dilakukan di beberapa tempat Laboratorium yang ada di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Harapan Medan dan PTKI ,POLMED Medan diantaranya :

1. Proses pembuatan bahan dan pembubutan / pemotongan baja Pelek Mobil Avanza G dilakukan di Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Harapan Medan.
2. Proses Pembakaran (Heatreatment) baja pelek mobil avanza ini dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Harapan Medan.
3. Pelaksanaan Pengujian untuk hardness test dan Impact test dilakukan di Laboratorium Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan (PTKI).
Pelaksanaan Pengujian untuk kekuatan tarik (Tensile test) dilaksanakan POLMED Medan

Waktu

Waktu Penelitian direncanakan selama lima bulan mulai 10 April 2020 hingga 10 Juni 2020.

**Diagram Alir
FLOW CHAR**



Gambar 1. Diagram Alir.

BAHAN DAN PERALATAN

BAHAN

Pelek campuran Besi Tuang Cast light-alloy disc wheel terbuat dari campuran aluminium atau magnesium, dan digunakan untuk mengurangi berat dan menambah penampilan. Besi tuang adalah logam campuran besi yang mengandung unsur karbon lebih dari 1.7%, biasanya sekitar 2.4-4.2%. Logam ini terbuat dari besi kasar (pig iron) yang dihasilkan melalui rangkaian tanur tinggi (blast furnace) dari bijih besi. Agar berubah menjadi besi tuang, besi kasar tersebut harus dilebur menggunakan kupola terlebih dahulu. Besi kasar merupakan bahan baku dalam pembuatan besi tuang (cast iron) dan baja (steel). Unsur-unsur penyusunnya terdiri atas C 3-4%, S 0.06-0.1%, P 0.1-0.5%, Si 1-3%, dan lain-lain. Kandungan karbon yang cukup tinggi pada besi kasar membuatnya bersifat sangat rapuh, memiliki tingkat kekuatan yang rendah, dan wujudnya seperti grafit. Sebelum proses pembuatan besi tuang dimulai, besi kasar ini perlu dicetak terlebih dahulu membentuk lempengan (ingot). Barulah kemudian lempengan besi tersebut dilebur kembali di pabrik pengecoran [6].

HASIL YANG DICAPAI

Hasil Pengujian

Pada penelitian ini didapatkan hasil dari semua pengujian yang telah dilakukan. Penelitian ini menggunakan material campuran besi tuang dan Aluminium (pelek roda), yang kemudian diuji, macam-macam pengujian yang dilakukan ialah uji tarik (tensile test), uji dampak (impact test) dan uji kekerasan (hardness test). Pada setiap pengujian spesimen diperoleh data pengujian sebelum proses annealing dan data pengujian setelah proses annealing dengan variasi quenching.

Hasil Uji Tarik (Tensile Test)

Data hasil uji tarik sebelum proses annealing

Hasil awal pengambilan data spesifikasi material pelek roda dengan diameter 19 mm, dilakukan pengujian sebelum perlakuan panas, kondisi dari pada material baja masih dalam posisi normal dan tidak di berikan perlakuan panas. Dari pengujian ini didapatkan hasil yang dapat dilihat pada table 3.

Table .3. Data sebelum proses annealing

BAHAN	σ_y (mm ²)	σ_{ut} (mm ²)	E (%)
Pelek Roda Avanza	45,495	77,992	17,6

Dari tabel 3. dapat dilihat hasil dari pada pengujian tarik sebelum di annealing dimana nilai kuat ulur dari dari σ_y (kekuatan luluh) adalah 45,495 N/mm² nilai dari kuat tarik dari σ_{ut} (tegangan maksimum) adalah 77,992 N/mm² dan nilai ϵ (elastisitas) adalah 17.6 %.

Data hasil uji tarik setelah proses annealing dengan variasi quenching.

Proses pengujian ini menggunakan tiga spesimen baja yang masing-masing suhunya berbeda. Pada spesimen yang pertama diberi perlakuan suhu 750 °C, pada spesimen yang kedua dipanaskan dengan temperatur suhu 800 °C dan pada spesimen yang terakhir dipanaskan dengan temperatur suhu 850 °C. Hasil pengujian dari ketiga spesimen tersebut dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini:

- Hasil Uji Tarik dari spesimen baja yang pertama dengan perlakuan Suhu 750⁰C
- Hasil uji tarik dari spesimen yang kedua dengan temperatur suhu 800⁰C
- . Hasil uji tarik dari spesimen yang ketiga dengan temperatur suhu 850⁰

> Tegangan/Stress

Jika sebuah benda elastis ditarik oleh sebuah gaya, benda tersebut akan bertambah panjang sampai ukuran tertentu. Besarnya tegangan adalah perbandingan antara gaya tarik yang bekerja terhadap luas penampang benda. Tegangan dinotasikan dengan σ (sigma), satuannya N/mm². Rumus untuk mencari tegangan tarik maksimal

$$\sigma_u = P_u / A_o \dots \dots \dots 1$$

Dimana :

$$\sigma_u = \text{Tegangan tarik maximal (MPa)} \quad P_u = \text{Beban tarik (kN)} \quad A_o = \text{Luasan awal penampang (mm}^2\text{)}$$

> Regangan (ϵ)

Regangan ialah perubahan relatif ukuran atau bentuk benda yang mengalami tegangan. Misalnya sebuah batang yang mengalami regangan akibat gaya tarik F. Panjang batang mula-

mula adalah L_0 . Setelah mendapat gaya tarik sebesar F , batang tersebut berubah panjangnya menjadi L . dengan demikian, batang tersebut mendapatkan pertambahan panjang sebesar, dengan $\Delta L = L - L_0$. Regangan yang dipergunakan pada kurva diperoleh dengan cara membagi perpanjangan panjang ukur dengan panjang awal, persamaanya yaitu:

$$\varepsilon = (L_f - L_0) / L_0 \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dimana: ε = Regangan (%)

L_0 = Panjang awal (mm)

L_f = Panjang akhir (mm)

> Modulus Elastisitas (E)

Modulus Elastisitas adalah perbandingan antara tegangan dan regangan dari suatu benda. Modulus elastisitas dilambangkan dengan E dan satuannya N/mm². Modulus elastisitas disebut juga Modulus Young. Modulus elastisitas dapat diperoleh dengan menggunakan rumus dibawah ini:

Modulus elastisitas = Tegangan/Regangan(3)

$$E = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

E = Modulus Elastisita (N/mm²) atau (MPa) Σu = Tegangan Tarik (N/mm²) atau (MPa) ε = Regangan (%)

a. Mencari modulus elastisitas dari pengujian spesimen dengan perlakuan panas temperatur suhu 750 °C.

Diketahui :

$$\sigma_u = 2104,049 \text{ N/mm} \quad \varepsilon = 2,0 \%$$

maka modulus elastisitasnya adalah: $E = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = 2104,049 / 2,0 = 1052,02 \text{ N/mm}^2$

b. Mencari modulus elastisitas dari pengujian spesimen dengan perlakuan panas temperatur suhu 800 °C.

Diketahui : $\sigma_u = 1659,687 \text{ N/mm}^2 \quad \varepsilon = 4,27 \%$ maka modulus elastisitasnya adalah:

$$E = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = 1659,049 / 4,27 = 388,68 \text{ N/mm}^2$$

c. Mencari modulus elastisitas dari pengujian spesimen dengan perlakuan panas temperatur suhu 850 °C.

Diketahui : $\sigma_u = 693,622 \text{ N/mm}^2$

$$\varepsilon = 20,98 \%$$

maka modulus elastisitasnya adalah:

$$E = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = 693,622 / 20,98 = 33,06 \text{ N/mm}^2$$

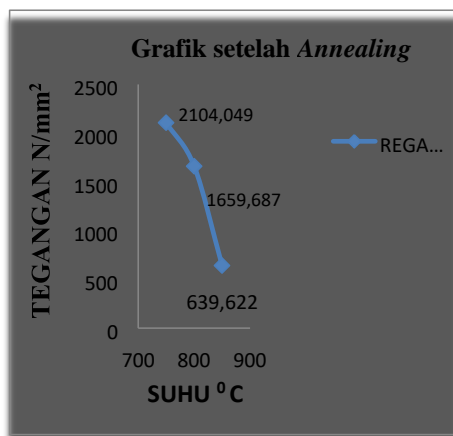
Dari ketiga spesimen itu dapat dilihat perbedaan hasil dari masing-masing perlakuan panas yang diberikan. Hasil masing-masing spesimen seperti tegangan, regangan dan Modulus elastisitas berbeda hasilnya. Maka dapat dihasilkan tabel dan grafik dari pengujian tarik ini dengan menggabungkan hasil setiap parameter dan perlakuan temperatur suhu yang berbeda.

Dalam pengujian tarik ini menghasilkan tegangan yang berbeda dari perlakuan panas yang berbeda terhadap masing-masing spesimen. Hasil tegangan dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel 4.5.

Hasil Tegangan dari uji tarik (Tensile test)

Tabel 4. Hasil Tegangan setelah proses annealing

No	DIAMETER (mm)	SUHU (° C)	TEGANGAN TARIK (N/mm ²)
1	19	750	2104,049
2	19	800	1659,687
3	19	850	639,622



Gambar 4.1. Grafik hasil dari tegangan

Gambar 4.1. Grafik hasil dari tegangan

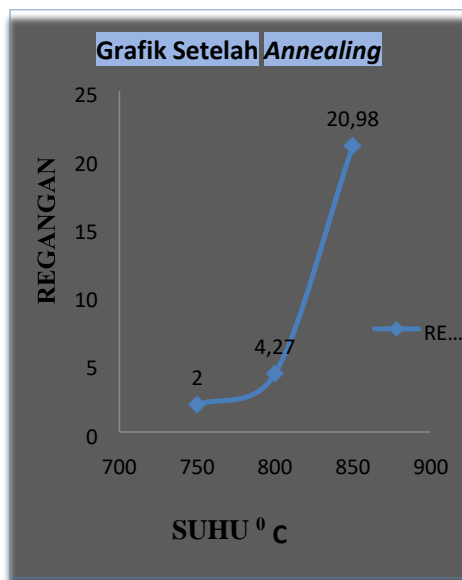
Pada gambar 4.1. Grafik hasil tegangan setelah proses annealing dengan variasi quenching menunjukkan bahwa nilai tegangan tertinggi terdapat pada suhu terendah yaitu suhu 7500C dengan hasil 2104,049 N/mm², sedangkan hasil tegangan yang terendah terdapat pada suhu yang tertinggi yaitu suhu 8500C dengan hasil 639,622 N/mm².

Semakin rendah suhu yang diberikan terhadap spesimen pada saat proses annealing maka semakin besar tegangan yang dibutuhkan untuk mematahkan material baja dan semakin tinggi suhu yang diberikan terhadap baja pada saat proses anealing maka semakin kecil tegangan yang dibutuhkan untuk mematahkan material baja. Maka hasil dari pengujian ini mengarah pada temperatur suhu yang diberikan pada setiap perlakuan panas, tingkat kekerasan baja berpengaruh terhadap suhu yang diberikan.

• Hasil uji tarik untuk regangan

Tabel 5. Hasil Regangan setelah proses annealing

No	DIAMETER (mm)	SUHU (° C)	TEGANGAN TARIK (N/mm ²)
1	19	750	2104,049
2	19	800	1659,687
3	19	850	639,622



Gambar 4.2. Grafik hasil dari Regangan

Hasil Uji Impak (*Impact Test*)

Untuk menentukan sifat patahan suatu logam, keuletan maupun kegetasannya, dapat dilakukan suatu pengujian yang dinamakan dengan impact. Umumnya pengujian impact menggunakan

batang bertakik. Berbagai jenis pengujian impak batang bertakik telah digunakan untuk menentukan kecenderungan benda untuk bersifat getas. Metode yang digunakan ialah metode *charphy*. Metode *charphy* adalah Benda uji diletakkan pada tumpuan dalam posisi mendatar dan bagian yang tak bertakik diberi beban impak dengan ayunan bandul (kecepatan impak sekitar 16 ft/detik). Benda uji akan melengkung dan patah pada laju regangan yang tinggi, kira-kira 10^3 detik. Dalam pengujian impak ini ada dua pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan baja yaitu dengan menguji spesimen sebelum mendapatkan perlakuan panas atau sebelum di *annealing* dan menguji spesimen setelah mendapatkan proses *annealing*.

Data hasil uji impak sebelum proses *annealing*

Hasil pengujian impak pada material baja AISI 1045 sebelum dilakukan proses *annealing*. Hasil pengujian impak sebelum dilakukan proses *annealing* dapat dilihat dalam tabel 4.4.

Tabel 6. Hasil uji impak sebelum proses *annealing*.

No	BAHAN	E (Joule)	A (mm ²)	K (Joule/mm ²)
1.	Pelek Roda Avanza (19 mm)	4,8	86,7	5,536

Tabel 7. Hasil Pengujian Impak setelah Annealing.

NO	BAHAN	SUHU(°C)	a(mm)	b(mm)	A(mm ²)	α (°)	β (°)	E(Joule)	K(Joule/mm ²)
1	PelekRoda Avanza(19mm)	750	8,4	10	84	144	90	13,4	0,159
2		800	8,6	10,3	88,5	144	90	13,4	0,151
3		850	8,2	10,1	82,2	144	94	12,2	0,148

Untuk mendapatkan hasil dari pada pengujian impak ini digunakan rumus

• Untuk spesimen suhu 800 0 C

Diketahui :

$$A = a \cdot b \quad a = 8,6 \text{ mm}$$

$$E = P \cdot D (\cos \beta - \cos \alpha) - L$$

$$\text{Maka } A = a \times b$$

$$B = 10,3 \text{ mm} \quad E = 13,4 \text{ joule}$$

$$K = E / A$$

$$= 13,4 \text{ kg.m} / 82,2 \text{ mm}^2$$

$$= 0,159 \text{ Joule/mm}^2$$

Keterangan :

P = Berat pendulum (25,530 kg)

D = Jarak antara pendulum dengan pusat = 0,6445 m

α = Sudut pendulum sebelum dijatuhkan (144°)

β = Sudut pendulum setelah dipatahkan.

L = Energi yang hilang (0,1 kg.m)

A = Luas penampang (mm²)

K = Nilai impak (joule/mm²)

E = Energi serap (joule) a = 8,6 mm

Maka untuk hasil Luas Penampang (A) dan E = 13,4 Joule nilai impak (K) pada pengujian ini ialah:

Maka $A = a \times b = 8,6 \text{ mm} \times 10,3 \text{ mm} = 88,5 \text{ mm}^2$

$K = E / A = 13,4 \text{ kg.m} / 88,5 \text{ mm}^2 = 0,151 \text{ Joule/mm}^2$

• Untuk spesimen suhu 750⁰ C

a = 8,2 mm b = 10,1 mm E = 13,4 joule

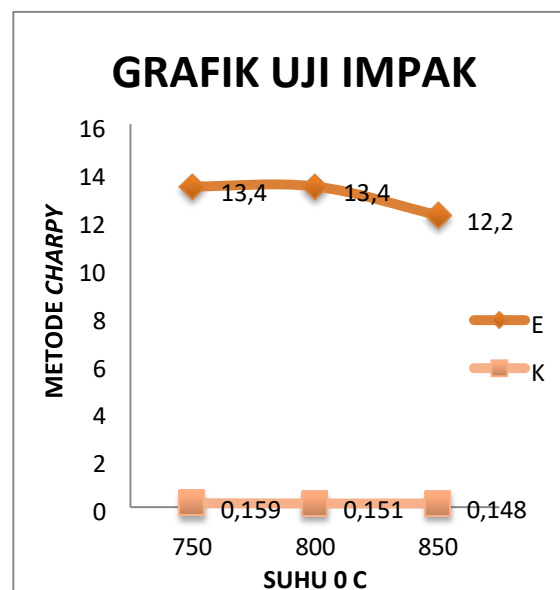
$K = E / A = 13,4 \text{ kg.m} / 88,5 \text{ mm}^2 = 0,148 \text{ Joule/mm}^2$

• Untuk spesimen 850⁰ C

Diketahui : b = 10,3 mm E = 13,4 Joule

$A = a \times b = 8,6 \text{ mm} \times 10,3 \text{ mm} = 88,5 \text{ mm}^2$

Maka : $K = E / A = 13,4 \text{ kg.m} / 88,5 \text{ mm}^2 = 0,148 \text{ Joule/mm}^2$



Gambar 4.4. Grafik uji impak setelah proses annealing

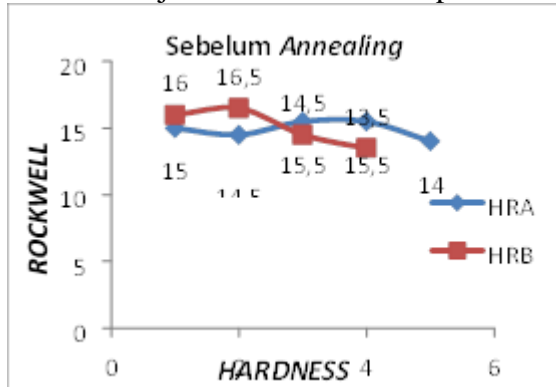
Pada gambar 4.4.grafik memperlihatkan hasil dari pada uji impak setelah proses annealing dengan variasi quenching, dimana hasil dari energi serap dari temperatur suhu 750⁰ C menghasilkan E = 13,4 joule, temperatur suhu 800⁰ C menghasilkan E = 13,4 joule dan pada temperatur suhu 850⁰ C menghasilkan energi serap yang rendah dengan nilai E = 12,2 joule.

Maka hasil yang didapat untuk pengujian impak yaitu semakin rendah temperatur suhu yang diberikan maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk mematahkan material, maka dari itu sifat Pelek Roda Avanza pada saat di annealing dengan temperatur suhu 750⁰ C ketahanan baja semakin kuat. Sedangkan jika suhu yang diberikan semakin tinggi maka energi yang dibutuhkan semakin rendah, hasilnya pada temperatur suhu 850⁰ C tingkat kekerasan baja mulai lunak karena energi menurun.

Hasil Uji Kekerasan (hardness test)

Uji kekerasan atau hardness test merupakan salah satu cara untuk mengetahui kekuatan atau ketahanan suatu material, sedangkan kekerasan itu sendiri (hardness) ialah salah satu sifat mekanik dari suatu material selain sifat fisik dan teknologi yang dimilikinya. Kekerasan adalah ketahanan material terhadap deformasi plastis lokal akibat penetrasi di permukaan. Data hasil spesimen sebelum perlakuan panas dan data spesimen setelah dilakukan perlakuan panas atau proses annealing

Data hasil uji kekerasan sebelum proses annealing



Gambar 4.5. Grafik kekerasan sebelum proses annealing.

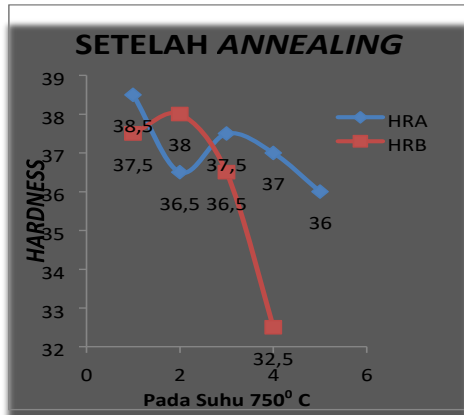
Pada gambar hasil uji kekerasan sebelum proses annealing menunjukkan hasil data dari HRA dan HRB. Hasil dari RA yaitu 15 ; 14,5 ; 15,5 ; 15,5 ; 14 HRA dan hasil dari RB yaitu 16 ; 16,5 ; 14,5 ; 13,5 HRB.

2. Hasil data setelah proses Annealing dengan variasi quenching

- Hasil pengujian kekerasan setelah proses annealing dengan suhu 750 °C

Table 8. Hasil hardness suhu 750 0 C

NO	SUHU	HRA	HRB
1.	750°C	38.5	37.5
2.		36.5	38
3.		37.5	36.5
4.		37	32.5
5.		36	



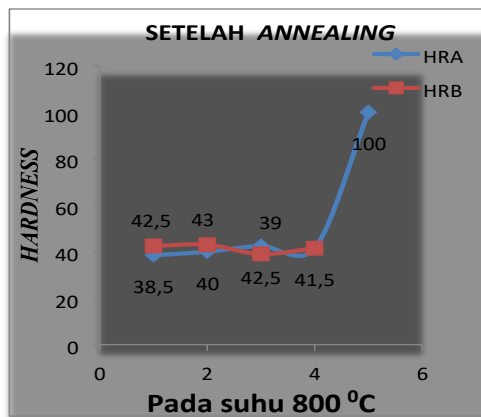
Gambar 4.6. Grafik setelah annealing

Pada gambar 4.6. grafik setelah proses annealing menunjukkan hasil dari pada RA adalah 38,5 ; 36,5 ; 37,5 ; 37 ; 36 HRA dan hasil dari pada RB adalah 37,5 ; 38 ; 36,5 ; 32,5 HRB.

- Hasil pengujian kekerasan setelah proses annealing dengan suhu 800⁰ C.

Table 9. Pada suhu 800⁰ C

No	SUHU	HRA	HRB
1.	800 ⁰ C	38,5	42,5
2.		40	43
3.		42,5	39
4.		41,5	41,5
5.		100	



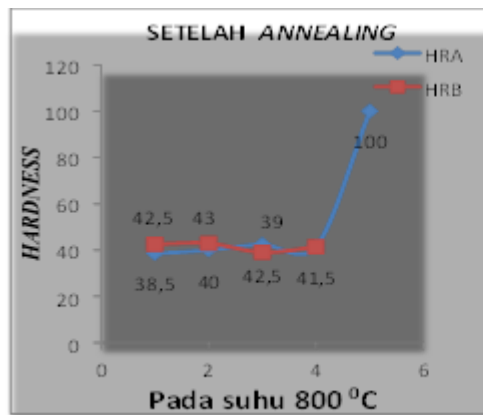
Gambar 4.7. Grafik setelah proses annealing

Pada gambar 4.7. grafik setelah proses annealing menunjukkan bahwa asil uji kekerasan untuk RA adalah 38,5 ; 40 ; 42,5 ; 41,5 ; 100 HRA dan uji kekerasan untuk RB adalah 42,5 ; 43 ; 39 ; 41,5 HRB.

- Hasil pengujian kekerasan setelah proses annealing dengan suhu 850⁰C

Table 10. Pada suhu 850 °C

No.	SUHU	HRA	HRB
1.	850° C	34	34
2.		33,5	35
3.		34	34
4.		34	32,5
5.		33,5	

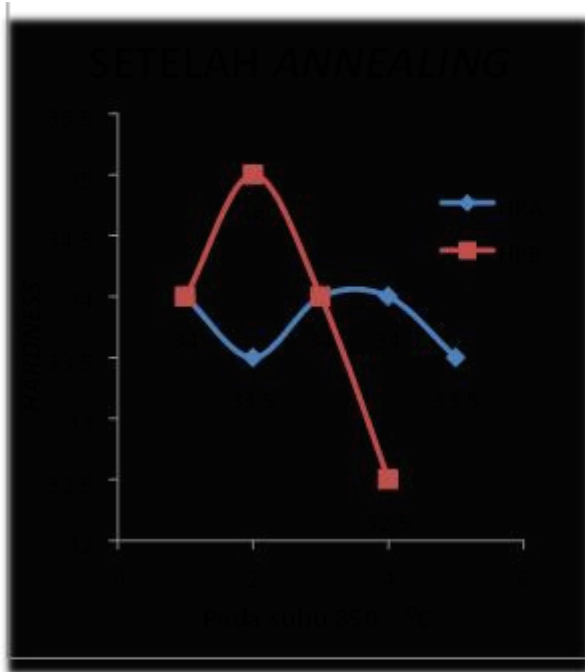
Gambar 4.8. Grafik setelah proses *annealing*

Hasil spesimen setelah proses annealing

Hasil spesimen Uji Tarik (Tensile Test)

Bahan yang dipilih dalam penelitian ini adalah pelek roda Avanza dengan kadar karbon 0,43-0,50% C. Baja karbon ini dibentuk menjadi spesimen

Setelah selesainya proses pengujian material pelek Roda Avanza maka spesimen akan berubah bentuk, untuk dapat lebih jelas melihat perubahan yang terjadi pada spesimen dapat dilihat pada gambar.



Gambar 4.8 . Grafik setelah proses *annealing*

Pada gambar 4.7. grafik setelah proses *annealing* menunjukkan hasil dari pada uji kekerasan untuk nilai RA adalah 34; 33,5 ; 34 ; 34 ; 33,5 HR A dan nilai RB adalah 34 ; 35 ; 34 ; 32,5 HR B.

kekuatan tarik, kekerasan, ketangguhan, muai panas dan struktur mikro . Spesimen uji setelah proses *annealing* dapat kita lihat pada



Gambar 4 .9. Spesimen uji tarik setelah di uji



Bentuk patahan yang terjadi pada pengujian ini ada dua macam yaitu patah getas dan patah ulet. Dapat dilihat pada gambar bahwa ada patah getas dan patah ulet.

a) Patah getas (*brittle fracture*)

Merupakan fenomena patah pada material yang diawali terjadinya retakan secara cepat dibandingkan patah ulet tanpa deformasi plastis terlebih dahulu dan dalam waktu yang singkat.

Ciri – ciri dari patah getas:

- Permukaannya terlihat berbentuk granular, berkilat dan memantulkan cahaya.
- Terjadi secara tiba-tiba tanpa adanya deformasi plastis terlebih dahulu sehingga tidak tampak gejala-gejala material tersebut akan patah.
- Tempo terjadinya patah lebih cepat.
- Bidang patahan relatif tegak lurus terhadap tegangan tarik.
- Tidak ada reduksi luas penampang patahan, akibatnya ada tegangan mutiaksial.

b) Patahan ulet

Patah ulet merupakan patah yang diakibatkan oleh beban statis yang diberikan pada material, jika beban dihilangkan maka penalaran retak akan berhenti. Patah ulet ini ditandai dengan

penyerapan energi disertai adanya deformasi plastis yang cukup besar disekitar patahan, sehingga permukaan patahan nampak kasar berserabut, dan berwarna kelabu. Selain itu komposisi material juga mempengaruhi jenis patahan yang dihasilkan, jadi bukan karena pengaruh beban saja. Biasanya patah ulet terjadi pada material berstruktur bainit yang merupakan baja dengan kandungan karbon rendah.

Ciri-ciri patah ulet:

- Ada reduksi luas penampang patahan, akibat tegangan uniaksial.
- Tempo terjadinya patah lebih lama.
- Pertumbuhan retak lambat, tergantung pada beban.
- Permukaan patahannya terdapat garisgaris benang serabut dan berserat.

Ductile to brittle tension merupakan perubahan sifat yang disebabkan faktor faktor tertentu dimana pada saat suatu material mengalami patah mengalami pergeseran sifat, awalnya merupakan patahan ulet tapi mengalami patahan getas. Berikut ini adalah faktor-faktor yang menyebabkan *ductile to brittle tension*:

- Temperatur

Material pada temperatur tinggi sifatnya ulet, molekul dan ikatannya dapat merenggang dan bergerak, tetapi pada temperatur rendah sifatnya menjadi getas.

- Kecepatan regangan dan kecepatan pembebanan

Jika material ulet mengalami kenaikan laju pembebanan maka energi yang diserap semakin kecil sehingga mengakibatkan patah getas.

- Kandungan air

Material yang memiliki kandungan air tinggi/basah cenderung memiliki sifat ulet, apabila material menjadi kering maka cenderung memiliki sifat getas.

- Perbedaan jenis ikatan kimia

Kwarsa, olifin dan feldspar cenderung *brittle* sedangkan material lempung, mika dan klasit cenderung memiliki sifat *ductile*.

4.2.2. Hasil spesimen Uji impak (*Impact test*)

Spesimen pengujian impak mengacu menggunakan Standard pengujian ASTM E23 atau ISO 148-1 dengan jumlah 3 buah yang terdiri dari 1 buah pembanding utama (*raw material*), 2 buah sebagai control *quenching*. Metode yang digunakan adalah metode Charpy.



Gambar 4.11. Hasil spesimen uji impak.



Gambar 4.12. Hasil spesimen uji impak

Pada pengujian impak ini patahan yang terjadi adalah patahan ulet dapat dilihat bahwa permukaan pada spesimen memiliki ciri-ciri dari patah getas dimana permukaan patahan tampak kasar dan berserabut.

Hasil spesimen Uji Kekerasan (*hardness test*)

Spesimen pengujian kekerasan mengacu pada spesimen berpenampang bulat menggunakan Standard pengujian ASTM E18 dengan jumlah 3 buah yang terdiri dari 1 buah pembandingan utama, 2 buah sebagai control *quenching*..



Gambar 4.13. hasil spesimen uji kekerasan

Pada gambar 4.13. ini terlihat bahwa hasil dari spesimen ini telah diuji tingkat kekerasannya.

Diper permukaan spesimen terlihat ada titik-titik, dimana titik itu ialah bekas dari pada pengujian kekerasannya. Pada permukaan spesimen itu ada dua reduksi area dimisalkan pada pengujian ini ialah Ra dan Rb. Hasil dari pada kekerasan RA dan RB itu berbeda-beda menunjukkan bahwa tingkat kekerasan baja pada lapisan permukaan tepi hingga permukaan tengah berbeda.

Hubungan uji tarik (*tensile test*), uji impak (*impact test*) dan uji kekerasan (*hardness test*)

Pada penelitian ini ada keterkaitan yang diperoleh dari beberapa pengujian yang dilakukan terhadap material. Pada pengujian tarik semakin rendah suhu yang diberikan terhadap spesimen pada saat proses *annealing* maka semakin besar tegangan yang dibutuhkan untuk mematahkan material baja dan semakin tinggi suhu yang diberikan terhadap baja pada saat proses *anealing*

maka semakin kecil tegangan yang dibutuhkan untuk mematahkan material baja. Maka hasil dari pengujian ini mengarah pada temperatur suhu yang diberikan pada setiap perlakuan panas, tingkat kekerasan baja berpengaruh terhadap suhu yang diberikan.

Pada pengujian impak hasil yang didapat untuk pengujian impak yaitu semakin rendah temperatur suhu yang diberikan maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk mematahkan material, maka dari itu sifat baja Pelek Roda Avanza pada saat di *annealing* dengan temperatur suhu 750⁰C ketahanan baja semakin kuat. Sedangkan jika suhu yang diberikan semakin tinggi maka energi yang dibutuhkan semakin rendah, hasilnya pada temperatur suhu 850⁰C tingkat kekerasan baja mulai lunak karena energi menurun. Begitu juga terhadap pengujian kekerasan pada permukaan material suhu sangat berpengaruh terhadap kekerasan yang terjadi pada material.

KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan dan pembahasan mengenai pengujian proses *annealing* dengan media pendingin oli+air pada Pelek Roda Avanza akibat perubahan suhu dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil analisa uji tarik untuk tegangan, regangan dan *modulus elastisitas* setelah proses *annealing* untuk tegangan semakin rendah suhu yang diberikan untuk material maka semakin tinggi tegangan yang dibutuhkan untuk sampai pada patahan, regangan yang dihasilkan pada suhu rendah semakin kecil dan *modulus elastisitasnya* pada suhu rendah semakin tinggi. Maka didapatkan hasil pada uji tarik suhu sangat berpengaruh terhadap tingkat kekerasan baja.
2. Hasil analisa kekuatan impak pada pengujian impak setelah proses *annealing* menunjukkan pada saat temperatur suhu yang rendah material baja maka tingkat kekerasan baja semakin kuat dan pada patahan yang terjadi adalah patahan getas diakibatkan patahan yang terjadi sangat cepat dan pada suhu yang tinggi baja akan lunak diakibatkan karena energi menurun. Pada temperatur suhu yang rendah tingkat kekerasan baja semakin keras tetapi tingkat keuletannya menurun, sehingga pada saat diberikan beban akan mengakibatkan patahan yang sangat cepat tanpa ada perambatan retak yang terjadi.
3. Hasil analisa pada uji kekerasan (*hardness test*) hasil yang didapatkan untuk kekerasan antara hasil RA dan RB berbeda, sehingga tingkat kekerasan untuk permukaannya antara lapisan tepi dan lapisan tengah mendapatkan hasil yang berbeda. Pada saat suhu rendah menunjukkan hasil dari pada RA adalah 38,5 ; 36,5 ; 37,5 ; 37 ; 36 *HRC* dan hasil dari pada RB adalah 37,5 ; 38 ; 36,5 ; 32, 5 *HRC*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "ANNEALING PROCESS ANALYSIS WITH OIL + WATER MEDIA VACATION QUENCHING ON AISI 1045 MATERIALS DUE TO TEMPERATURE CHANGE," 0 Is1 Bilim. ve Tek. Derg. = J. Therm. Sci. Technol., 2019.
- [2] T. Siagian, I. Siregar, dan H. Lubis, "Characteristics of St.37 Steel Materials with Temperature and Time on Heat Treatment Test using Furnace," 2018.
- [3] S. Hestukoro, T. Siagian, A. Bakhori, dan I. Siregar, "Analysis Characteristics of Silicon Aluminum Material Based on Fracture Period In Torque Test."
- [4] R. H. Sandy F.Candra1 , Metro M Manullang2, "ANALISIS KARAKTERISTIK HASIL PROSES PENGECORAN BESI COR KELABU DENGAN VARIASI DESIGN MODEL INTI COR," Teknologi, vol. 19, no. 9, hal. 1–8, 2019.

- [5] A. P. Sasi Kirono, "ANALISA KARAKTERISTIK MATERIAL SPOKE WHEEL DENGAN CAST WHEEL PADA PELEK SEPEDA MOTOR," Univ. Muhammadiyah Jakarta, vol., no., hal. 27–36, 2015.
- [6] J. Weriono, "Noise Analysis of Variations in Engine Turn on 1300 CC Cars Due to Mechanical Vibration," J. Technol. Harapan, vol. 6, no. 1, hal. 7–10, 2017.
- [7] A. S. S. J. M. Bayu Prakoso¹, Doli Tryono Siregar², "ANALISA BRAKE SHOE MOBIL AVANZA VELOZ 1,5 TOYOTA AKIBAT SISTEM PENEREMAN," Int. J. Logist., vol. 1, no. 3, hal. 1–6, 2018.
- [8] Junaidi, S. hestukoro, A. yanie, Jumadi, dan Eddy, "IMPLEMENTATION ANALYSIS OF CUTTING TOOL CARBIDE WITH CAST IRON MATERIAL S45 C ON UNIVERSAL LATHE," J. Phys. Conf. Ser., vol. 930, hal. 012044, Des 2017.
- [9] indra roza junaidi, weriono, "Process Analysis of High Speed Steel Cutting Calculation (HSS) with S45 C Material On Universal Machine Tool," IJISRT (International J. Innov. Sci. Res. Technol., vol. 3, no. 1, hal. 447–456, 2018.
- [10] JUNAIDI, "MODUL PRATIUM FENOMENA DASAR MESIN," in 6, 2019 ed., JUNAIDI DAN FADLY KURNIAWAN NST, Ed. MEDAN, 2019, hal. 50.