

## Lampiran

### Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian



A



B

Lampiran 1. Persiapan bahan penelitian A. proses pemotongan material baja ST 42, B. Baja ST 42 yang sudah di potong sesuai dengan ukuran spesimen yang sudah di tentukan.



A



B



C



D

Lampiran 2. Proses pengelasan A. Proses pengelasan material baja ST 42, B. Material baja ST 42 yang sudah di las, C. Spesimen yang sudah melalui proses pendinginan, D. Spesimen yang sudah di gerinda sisa pengelasannya dan sudah siap untuk diuji.



A



B

Lampiran 3. Pengujian *Vickers* A. Proses pengujian *Vickers* pada daerah HAZ, B. Proses pengukuran besaran diagonal yang di hasilkan setelah pengujian



**A**

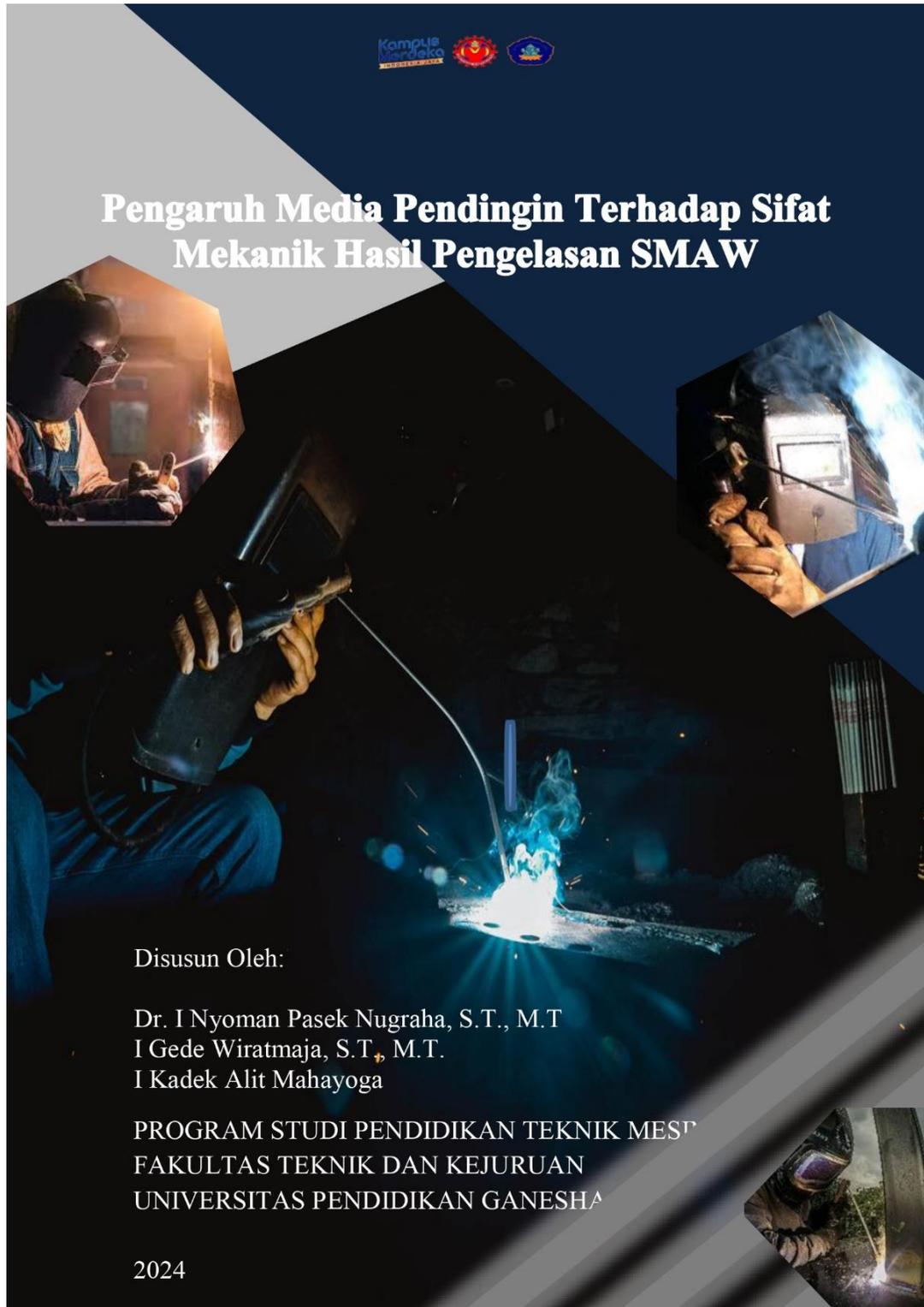


**B**

**Lampiran 4. Pengujian struktur mikro A. proses pengamplasan dan pemoselan spesimen sebelum diuji, B. proses pengujian struktur mikro dan pemotretan hasil struktur mikro**



## Lampiran 2. Tampilan Modul



Kampus  
Merdeka

# Pengaruh Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan SMAW

Disusun Oleh:

Dr. I Nyoman Pasek Nugraha, S.T., M.T  
I Gede Wiratmaja, S.T., M.T.  
I Kadek Alit Mahayoga

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

2024

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Saya panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan karunia dan rahmat-Nya lah saya dapat menyelesaikan *Manual book* dengan judul “*Manual Book Pengaruh Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan SMAW.*” ini dapat tersusun sampai dengan selesai. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih terhadap bantuan dari pihak yang telah berkontribusi membantu proses pembuatan *manual book* dengan memberikan sumbangan baik pikiran maupun materinya. Penulis sangat berharap sekali semoga *Manual book* ini dapat menambah pengetahuan dan pengalaman bagi pembaca. Bagi penulis sebagai penyusun merasa bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan *manual book* ini karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan *Manual book* ini. Akhir Kata, penulis berharap agar *Manual book* ini dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Terima Kasih.

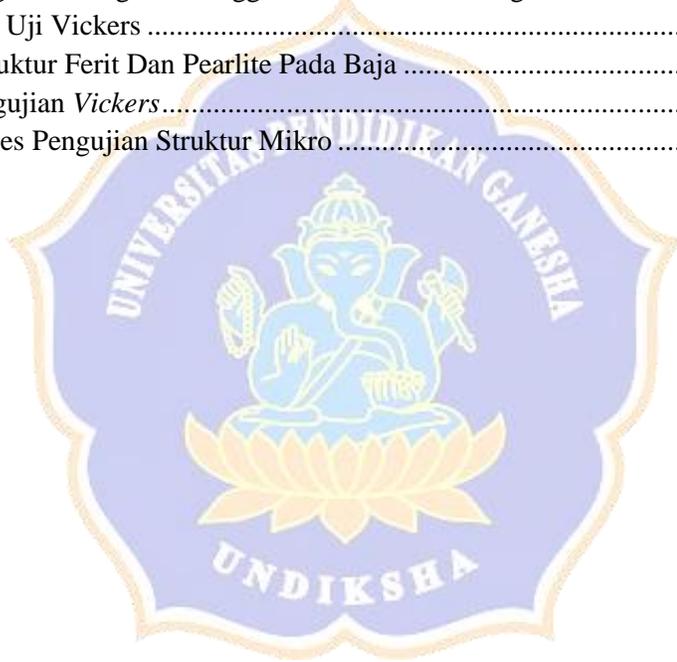
Singaraja, 1 Juli 2024

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>70</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>71</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>72</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>73</b>
<b>BAB II PROSES PENGELASAN SMAW</b> .....	<b>75</b>
Apa itu las SMAW?.....	76
Apa yang di maksud elektroda atau kawat las? .....	77
Apa itu media pendingin?.....	77
Apa yang di maksud baja karbon?.....	79
Apa yang di maksud uji kekerasan ? .....	80
Apa yang di maksud dengan uji struktur mikro?.....	81
Tempat dan rancangan pengujian .....	84
<b>BAB III PROSES PENGUJIAN KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO</b> .....	<b>83</b>
Prosedur pengujian .....	85
Prosedur pengujian .....	85
Pengolahan data, metode pengumpulan data dan teknik analisis data .....	87
Teknik analisa data .....	88
<b>BAB IV HASIL PENGUJIAN</b> .....	<b>90</b>
Hasil Pengujian kekerasan <i>Vickers</i> .....	90
Hasil pengujian <i>struktur</i> mikro.....	91
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>93</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>94</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	<b>96</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Proses Pengelasan Baja ST 42 .....	73
Gambar 2. 1 Proses Pengelasan SMAW .....	75
Gambar 2. 2 Pengelasan SMAW .....	76
Gambar 2. 3 Elektroda Jenis LB52U .....	77
Gambar 2. 4 Pengelasan Logam Menggunakan Media Pendingin Udara .....	78
Gambar 2. 5 Pengelasan Logam Menggunakan Media Pendingin Air .....	79
Gambar 2. 6 Pengelasan Logam Menggunakan Media Pendingin Oli .....	79
Gambar 2. 7 Alat Uji Vickers .....	81
Gambar 2. 8 Struktur Ferit Dan Pearlite Pada Baja .....	82
Gambar 3. 1 Pengujian <i>Vickers</i> .....	86
Gambar 3. 2 Proses Pengujian Struktur Mikro .....	87



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Rata-Rata Uji Kekerasan *Vicker* ..... 21

Tabel 4.2 Hasil Foto Struktur Mikro Baja ST 42 Daerah HAZ Pembesaran  
400x ..... 23



## BAB I

### PENDAHULUAN

Pada era modernisasi yang disertai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menciptakan sifat yang menuntut setiap individu untuk ikut serta didalamnya sehingga sumber daya manusia dituntut untuk menguasai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat mengaplikasikan ilmunya dalam dunia kerja. Pengelasan memiliki peran krusial dalam berbagai industri dan terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi. Proses pengelasan yang baik dapat memberikan struktur yang kokoh dan tahan lama, sementara pengelasan yang buruk dapat menyebabkan kegagalan struktural dan potensi risiko keamanan

Penggunaan beberapa variasi media pendinginan masih sering digunakan berbagai sektor, seperti pada pembuatan spur gear, piston, sampai pada hal yang lebih rumit. Apa yang terlepas dari teknik permesinan dari kemajuan zaman? Tidak ada yang luput darinya. Pentingnya mendalami ilmu tersebut, guna untuk lebih kreatif, inovatif, dan produktif agar efisiensi dalam penerapannya. *Manual Book Pengaruh Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan SMAW Material Baja ST 42.*

Apakah kalian pernah melihat mengapa welder setelah melakukan pengelasan baja setelah itu baja tersebut langsung di celupkan ke oli atau air dan ada juga yang hanya didiamkan sampai dingin? Jika belum maka pada modul ini kita akan membahasnya.



Gambar 1. 1

Proses Pengelasan Baja ST 42

(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

Pada *manual book* ini kita akan bersama-sama mempelajari dan membahas tentang pengaruh dari media pendinginan terhadap sifat mekanik material baja ST 42 hasil pengelasan

SMAW dan kita akan mempelajari juga langkah-langkah pengujiannya dari awal pengenalan alat yang akan digunakan sampai dengan pembahasan hasil pengujian



## BAB II

### PROSES PENGELASAN SMAW

Sebelum proses pengelasan kita akan bersama-sama mencari tahu dan membahas tentang:

1. Apa itu las SMAW?
2. Apa yang di maksud elektroda atau kawat las?
3. Apa itu media pendingin?
4. Apa yang di maksud baja karbon ?
5. Proses pengelasan SMAW

Sebelum melakukan pengelasan SMAW pada material baja ST 42 mari kita bahas terlebih dahulu apa itu las SMAW ?

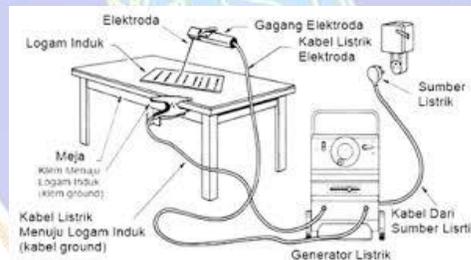


Gambar 2. 1  
Proses Pengelasan SMAW  
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

## Apa itu las SMAW?

SMAW (Shield Metal Arc Welding) yang sering disebut Las Listrik adalah proses pengelasan menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau induk dan elektroda (Bahan Pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion (ujung elektroda dan permukaan plat yang dilas).

Proses terjadinya pengelasan ini dikarena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar dan terjadi hubungan pendek, ketika terjadi hubungan pendek teknisi las harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lonjakan ion yang menimbulkan panas. Energi panas yang di hasilkan akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektroda dan material dasar menyatu dan membentuk logam lasan. Pada proses pengelasan salutan elektroda (fluks) akan naik menuju permukaan logam cair dan akan mengeras yang berfungsi melindungi hasil pengelasan dari udara luar.



Gambar 2. 2

### Pengelasan SMAW

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

Apakah kalian sudah mengerti tentang pengelasan SMAW? Jika iya, mari kita lanjut bahas tentang elektroda atau sering di sebut kawat las

Apa yang di maksud elektroda atau kawat las?

Pada halaman sebelumnya kita telah membahas apa itu pengelasan SMAW, tetapi belum begitu lengkap karena kita belum membahas lebih dalam mengenai elektroda. Elektroda atau kawat las adalah benda yang digunakan untuk pengelasan. Proses pengelasan melibatkan penyambungan dua atau lebih bahan logam dengan menggunakan panas untuk melelehkan bahan tersebut sehingga terjadi penyatuan. Elektroda adalah salah satu elemen kunci yang digunakan dalam proses pengelasan listrik, seperti pengelasan busur listrik. Secara umum elektroda dapat dibedakan dengan dua kelompok yaitu : Elektroda Berselaput/Salutan Elektroda berselaput yaitu bahan inti kawat yang dilapisi salutan (flux) dari bahan kimia tertentu disesuaikan dengan jenis pengelasan elektroda ini sring di gunakan., Elektroda polos yaitu elektroda yang tidak menggunakan flux, sehingga berbentuk kawat yang di tarik. Elektroda ini tidak dapat melindungi dari kontaminasi udara.



Gambar 2. 3  
Elektroda Jenis LB52U  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

Elektroda LB-52U adalah kawat las dengan spesifikasi AWS A5.1 E7016 yang digunakan untuk las besi konstruksi menengah dan umum. Cocok untuk pengelasan butt atau fillet di semua posisi, terutama untuk pelat tipis atau tebal. Juga cocok untuk baja struktural dan baja dengan kandungan karbon tinggi. Disarankan menggunakan listrik DC.

Apa itu media pendingin?

Media pendingin merupakan pendinginan logam yang baru saja dilelehkan dan disambungkan, Pendinginan ini membantu mengurangi deformasi, mencegah retakan,

dan meningkatkan kekuatan serta ketahanan sambungan las. kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan spesimen bisa berbeda-beda, kemampuan media pendingin disebabkan oleh temperatur, kekentalan, kadar larutan dan bahan dasar media pendingin.

Berikut adalah beberapa media pendingin yang umum digunakan dalam bidang pengelasan:

#### 1. Media pendinginan udara

Media pendinginan udara pada pengelasan adalah suatu proses pendinginan yang menggunakan udara sebagai media untuk mengurangi suhu material setelah proses pengelasan. Dalam proses ini, udara digunakan untuk mendinginkan material yang telah dipanaskan oleh proses pengelasan, seperti pengelasan SMAW atau pengelasan GMAW. Media pendinginan udara dapat membantu mengurangi kelembaban dan menghentikan proses perubahan struktur material yang dapat berpengaruh pada kekuatan material setelah pengelasan



Gambar 2. 4  
Pengelasan Logam Menggunakan Media Pendingin Udara  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

#### 2. Media pendinginan air

Air memberikan pendinginan yang sangat cepat. Cocok untuk pekerjaan pengelasan yang memerlukan pendinginan cepat untuk mencegah deformasi atau retakan. Namun penggunaan air dapat meningkatkan resiko terbentuknya ketegangan internal atau retakan hydrogen



Gambar 2. 5  
Pengelasan Logam Menggunakan Media Pendingin Air  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

### 3. Media pendingin oli

Penggunaan oli sebagai media pendinginan memiliki beberapa keuntungan, terutama ketika dibandingkan dengan media pendingin lainnya seperti air atau udara. oli memiliki pendinginan yang lebih rendah dibandingkan dengan air jadi dapat memberikan pendinginan yang lebih terkontrol, media pendingin oli juga mencegah retakan hydrogen, adanya perlindungan terhadap oksidasi, dan mengurangi resiko korosi

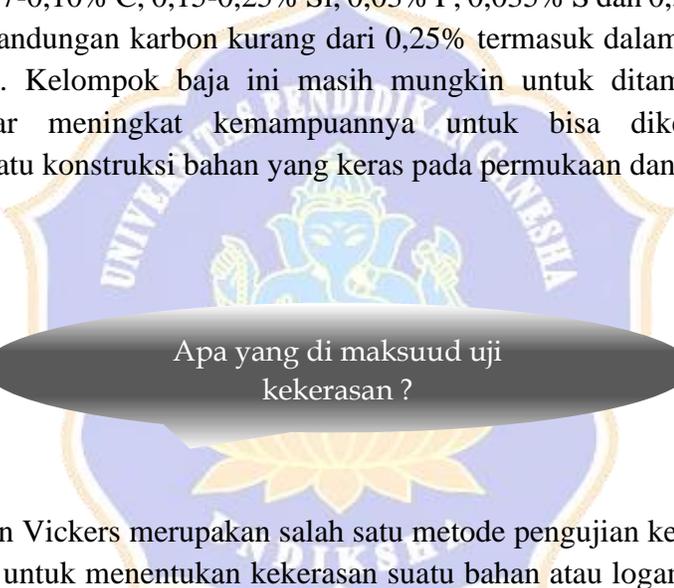


Gambar 2. 6  
Pengelasan Logam Menggunakan Media Pendingin Oli  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

Apa yang di maksud baja karbon?

Baja karbon adalah paduan antara Fe dan C dengan kadar C 2,14%. Sifat mekanik baja karbon tergantung dari kadar C yang dikandungnya setiap baja adalah paduan multi komponen yang disamping Fe juga mengandung unsur-unsur lain yaitu Mn, Si, S, P, N, H, yang dapat mempengaruhi sifat-sifatnya. Baja karbon dapat di bagi menjadi tiga menurut kadar karbon nya, yaitu baja karbon rendah mengandung kadar karbon kurang dari 0,25%, baja karbon sedang mengandung kadar karbon 0,26% - 0,60%, baja karbon tinggi mengandung kadar karbon 0,60% - 1,4%. Baja karbon dapat dibagi menjadi 3 yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon tinggi.

Baja karbon ST 42 memiliki sifat mekanik terutama kekerasan dan keuletan yang tidak sesuai dengan kebutuhan yang ada. Baja ST 42 merupakan baja konstruksi yang mengandung 0,07-0,10% C, 0,15-0,25% Si, 0,03% P, 0,035% S dan 0,3-0,6% Mn. Baja ST 42 dengan kandungan karbon kurang dari 0,25% termasuk dalam kelompok Baja Karbon Rendah. Kelompok baja ini masih mungkin untuk ditambah kandungan karbonnya, agar meningkat kemampuannya untuk bisa dikeraskan. Untuk mendapatkan suatu konstruksi bahan yang keras pada permukaan dan ulet.



Apa yang di maksud uji kekerasan ?

Uji Kekerasan Vickers merupakan salah satu metode pengujian kekerasan material yang digunakan untuk menentukan kekerasan suatu bahan atau logam. Uji kekerasan *Vickers* dikenal sebagai metode yang akurat dan dapat digunakan pada berbagai jenis material, termasuk logam, keramik, dan polimer. Tujuan dari uji kekerasan vickers untuk menentukan kekerasan suatu material dalam daya tahan material terhadap indenter intan dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramid.

Angka kekerasan vickers didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak.

VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$VHN = \frac{2P \sin(\theta/2)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2}$$

Dengan: P = beban yang digunakan (kgf).

d = panjang diagonal rata-rata (mm).

$\theta$  = sudut antara permukaan intan yang berhadapan  
=  $136^\circ$



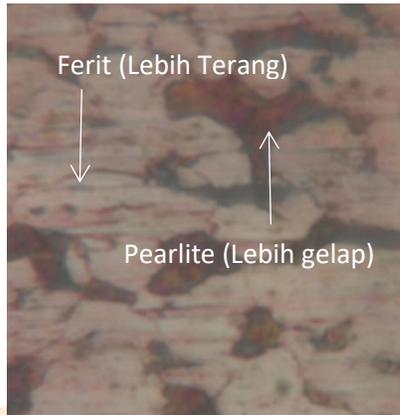
Gambar 2. 7  
Alat Uji Vickers  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

Setelah membahas tentang uji kekerasan, mari kita bahas juga tentang struktur mikro ?

Apa yang di maksud dengan uji struktur mikro?

Mikrografi merupakan proses mendapatkan gambar struktur mikro logam atau paduan. Melalui ini, kita bisa melihat batas-butir logam dengan mikroskop. Ada 2 cara memeriksa struktur kristal: makro dan mikro. Mikrografi penting untuk memproses bahan dan mengetahui sifatnya. Dengan mengetahui struktur bahan dari mikrografi, kita bisa mengolah bahan sesuai keinginan dan mengetahui karakteristik materialnya.

Baja adalah paduan besi dengan karbon maksimal 1,7%. Perlakuan panas diperlukan untuk mendapatkan struktur dan sifat yang diinginkan. Baja memiliki berbagai macam struktur.



Gambar 2. 8  
Struktur Ferit Dan Pearlite Pada Baja  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

1. Ferrite terbentuk saat pendinginan austenit baja hypotektoid, bersifat sangat lunak, ulet, memiliki kekerasan rendah dan memiliki konduktivitas tinggi.
2. Sementit adalah senyawa besi dengan karbon karbida besi dan bersifat keras.
3. Perlit adalah campuran sementit dan ferrite, kekerasan 10-30HRC, terbentuk di bawah temperatur eutektoid, rendah dan waktu yang lama.
4. Bainit adalah fasa kurang stabil dari austenit pada temperatur tertentu transformasi ke perlit dan lebih tinggi dari transformasi ke martensit.
5. Martensit merupakan larutan padat dari karbon yang lewatjenuh pada besi alfa sehingga latis-latis sel terdistorsi.

Dari pembahasan di atas apakah sudah paham, atau belum tentang materi di atas? Jika sudah maka kita lanjut dengan proses pengelasan SMAW pada material baja ST 42

Tahap pengelasan SMAW pada material baja ST 42 dengan menggunakan media pendinginan udara, air dan oli. Berikut tahap dalam pengelasan yaitu:

1. Tahap Persiapan Material

Potong benda kerja sesuai dengan ukuran yang ditentukan dan bersihkan benda kerja dari kotoran menggunakan mesin gerinda.

2. Tahap Pembentukan Kampuh Las

Benda kerja dibentuk menjadi kampuh V bulak balik.

3. Tahapan Pengelasan

Benda kerja disambung dengan pengelasan prosedur pengelasan SMAW dengan kampuh V Dengan posisi pengelasan G1 dan divariasikan 3 jenis media pendinginan.

4. Proses Pendinginan

Setelah proses pengelasan selesai kemudian untuk media pendingin udara benda kerja di diamkan sehingga dingin untuk media pendinginan air dan oli siapkan tempat untuk menampung air dan oli setelah itu benda kerja yang sudah di las langsung direndam di dalam kedua media pendingin tersebut.

Didalam penelitian ini jumlah sampel yang digunakan adalah 5 setiap variasi, elektroda yang dipergunakan yaitu LB-52U. Dalam proses pengelasan di lakukan dengan sesuai prosedur pengelasan SMAW dengan posisi horizontal G1.



Gambar 2. 9  
Bentuk Spesimen Yang Sudah Di Las

### BAB III

### PROSES PENGUJIAN KEKERASAN

Pada bab 3 ini kita akan membahas rancangan pengujian ini yaitu :

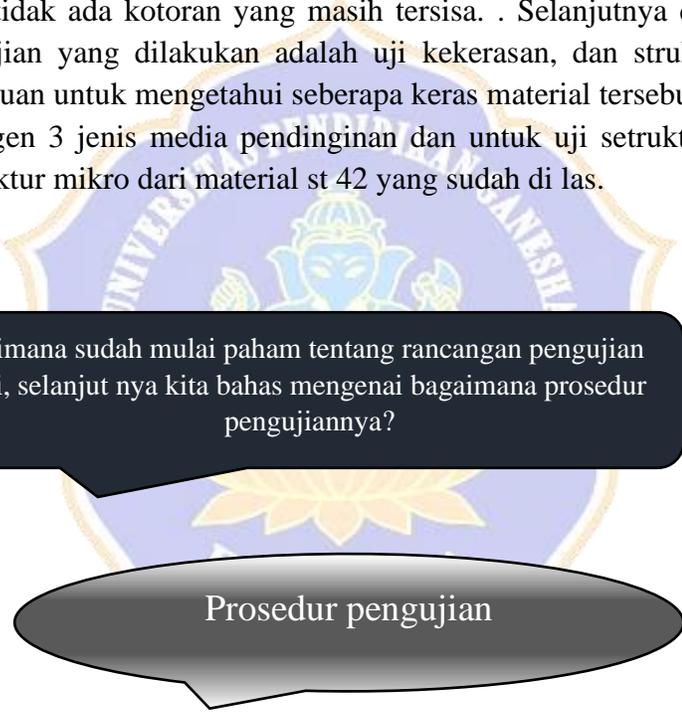
1. Tempat dan rancangan pengujian



Tempat dan rancangan pengujian

Pengujian Kekerasan dan struktur mikro di laksanakan di Universitas Udayana, Jimbaran.

Rancangan penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variasi media pendingin yang dipergunakan yaitu udara, air, dan oli terhadap sifat mekanik hasil pengelasan SMAW pada material ST 42, dengan kampuh v bulak balik dengan jumlah spesimen 5 dalam satu variasi. Menggunakan spesimen dengan Panjang 110mm, diameter 20mm. persiapan peralatan yang akan digunakan seperti, , elektroda, alat keselamatan kerja, gerinda tangan, gerinda duduk potong besi, mesin las, ragum. Dilanjutkkan dengan proses pengelasan, dalam penelitian ini jenis las yang digunakan adalah SMAW (*shield metal arc welding*) dengan amper 95A dan juga ukuran elektroda 2,6 mm. logam induk yang akan di las di buat kan kampuh las kemudian bersihkan agar tidak ada kotoran yang masih tersisa. . Selanjutnya dipersiapkan uji material, pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan, dan struktur mikro. Uji kekerasan bertujuan untuk mengetahui seberapa keras material tersebut terhadap hasil pengelasan dengan 3 jenis media pendinginan dan untuk uji setruktur mikro untuk mengetahui struktur mikro dari material st 42 yang sudah di las.



Gimana sudah mulai paham tentang rancangan pengujian ini, selanjut nya kita bahas mengenai bagaimana prosedur pengujiannya?

### Prosedur pengujian

1. Pengujian kekerasan (*Vickers*). Berikut merupakan langkah – langkah uji *Vickers*:
  - A. Persiapkan permukaan spesimen.
  - B. Hidupkan alat uji *vickers*.
  - C. Tempatkan spsimen pada meja uji, kemudian putar roda tangan dari batang ulir pengangkat untuk menaikan spesimen mendekati indenter.
  - D. Putar turet secara manual hingga lensa objektif dari mikroskop berada pada posisi tegak lurus terhadap permukaan spesimen.

- E. Amati permukaan spesimen melalui okuler, kemudian naikan perlahan spesimen sampai diperoleh fokus yang tepat.
- F. Putar kembali turet hingga indenter berada pada posisi tegak lurus terhadap permukaan spesimen.
- G. Tekan tombol start, maka indenter akan mulai menekan spesimen dan proses penerapan beban uji dilaksanakan secara otomatis oleh mesin.
- H. Tunggu 10 – 15 detik hingga rentang waktu penerapan beban tercapai.
- I. Setelah proses penerapan beban selesai, putar lagi turet untuk menempatkan lensa objektif kembali tegak lurus terhadap permukaan spesimen.
- J. Lakukan pengukuran kedua diagonal jejak hasil penekanan indenter, pertama ukur diagonal arah mendatar dari jejak (lekukan) dengan cara melihat melalui okuler dan memutar roda drum mikroskop untuk diagonal jejak tersebut.
- K. Putar mikroskop  $90^\circ$  sehingga posisinya menjadi tegak, kemudian ukur diagonal arah tegak dari jejak dengan cara yang sama seperti diatas.



Gambar 3. 1

Proses Pengujian *Vickers*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

## 2. Pengujian struktur mikro (mikroskop elektron)

Berikut langkah-langkah dalam pengujian struktur mikro:

- A. Amplas terlebih dahulu titik yang akan di uji pada spesimen sampai sehalus mungkin
- B. Poles spesimen dengan *metal polish* sampai mengkilap
- C. Siapkan benda uji dan pastikan permukaan benda bersih dan di beri cairan etsa pada titik yang akan diuji .
- D. Letakkan dan tempelkan benda uji pada malam yang berada pada plat landasan agar benda uji berada pada posisi horizontal
- E. Ratakan benda uji dengan perata sample, lindungi permukaan benda uji dengan tissue agar permukaan tidak tergores.
- F. Siapkan Mikroskop untuk pengujian
- G. Letakkan benda uji dibawah lensa obyektif dari mikroskop
- H. Pasang kembali kamera pada tempat semula
- I. Hidupkan kamera
- J. Lakukan pengesetan kamera agar proses pemotretan dapat berjalan lancar.
- K. Fokuskan benda uji dibawah lensa obyektif
- L. Lakukan penekanan tombol untuk proses pemotretan sesuai dengan pembesaran yang diinginkan
- M. Pada setiap pemotretan kembalikan tombol foto ke posisi semula.



Gambar 3. 2  
Proses Pengujian Struktur Mikro  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

Pengolahan data, metode  
pengumpulan data dan teknik  
analisis data

## Pengolahan data penelitian

Hasil pengujian didapatkan dari hasil uji kekerasan, setiap sampel yang sudah di uji. Data-data ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga dapat dihitung dari setiap sampel

Berikut tahapan pengolahan data;

1. Mengumpulkan data hasil penelitian ke dalam tabel hasil penelitian.
2. Memasukan data dan mengolah data menggunakan *software ms.excel*
3. Mendeskripsikan data hasil pengujian ke dalam bentuk grafik.

## Metode pengumpulan data

Pengumpulan data merupakan tahap awal sebelum dilakukannya pengolahan data hasil penelitian. Pengumpulan data dalam penelitian adalah proses pengumpulan informasi yang akan digunakan untuk membantu memecahkan masalah dari penelitian atau menguji hipotesis yang sudah dibuat peneliti. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah observasi dan dokumentasi

### 1. Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya - karya monumental dari seseorang. Peneliti mencatat hal-hal terpenting dalam setiap tahap penelitian dan mendokumentasikan dalam bentuk gambar dari setiap obyek yang diteliti.

### 2. Observasi

Observasi merupakan salah satu teknik pengumpulan data dalam penelitian yang melibatkan pandangan langsung terhadap objek yang diteliti. Observasi ini dapat dilakukan secara langsung atau dengan menggunakan alat bantu.

## Teknik analisa data

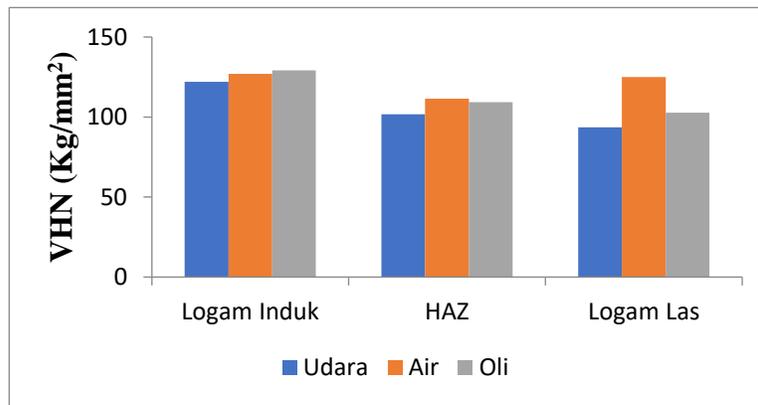
Dalam penelitian ini teknik analisis data yang digunakan adalah teknik penelitian statistik deskriptif kuantitatif dengan menggunakan *software microsoft excel* dan dalam bentuk table dan grafik. versi 24 *for Windows* untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan dan struktur mikro. Mengolah data yang di dapat pada proses pengujian sempel kemudian data tersebut dimasukan ke dalam tabel dan digambarkan dalam bentuk grafik.

Gimana apakah sudah bisa di pahami dari pembahasan bab 3 tentang proses pengujian kekerasan dan struktur mikro ini?

Jika sudah mari kita lanjut ke hasil pengujiannya



Berikut ini hasil kekerasan berupa grafik



merupakan pengujian Vickers tabel dan

### 1. Hasil Pengujian kekerasan Vickers

Tabel 4.1

Hasil Rata-Rata Uji Kekerasan Vickers

Spesimen	Kekuatan Kekerasan (VHN)								
	Udara			Air			Oli		
	Logam Induk	HAZ	Logam Las	Logam Induk	HAZ	Logam Las	Logam Induk	HAZ	Logam Las
1	121.893	118.827	100.270	125.080	107.650	125.080	131.840	110.291	102.644
2	128.393	83.929	80.469	128.393	113.032	125.080	139.163	107.650	102.644
3	115.875	105.102	95.764	128.393	110.291	125.080	125.080	110.291	97.979
4	115.875	118.827	95.764	125.080	113.032	125.080	125.080	110.291	107.650
5	128.393	82.172	95.764	128.393	113.032	125.080	125.080	107.650	102.644
<b>Rata - rata</b>	122.086	101.771	93.607	127.068	111.407	125.080	129.249	109.235	102.712

Perbandingan ketiga nilai rata - rata daerah las pada uji kekerasan Vickers dengan memvariasikan pendinginan udara, air dan oli dapat disajikan pada diagram 4.1 berikut.

Grafik 4.1

Grafik Hasil Uji Kekerasan Vickers Pada Logam Las , HAZ, Logam Induk Dengan Variasi Media Pendinginan Udara, Air, dan Oli SAE 40

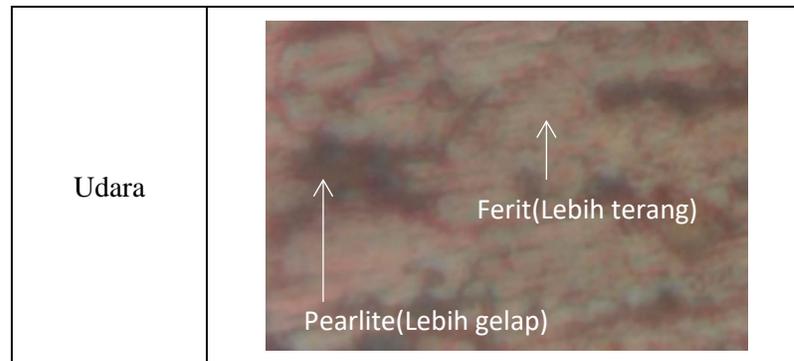
Dari hasil data yang menunjukan bahwa nilai rata-rata kekerasan tertinggi pada Daerah Las terdapat pada dengan variasi media pendinginan air yang mempunyai nilai kekerasan 125.080 kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk nilai rata-rata kekerasan tertinggi pada HAZ terdapat pada variasi media pendinginan air yang mempunyai nilai kekerasan 111.407 kgf/mm<sup>2</sup>, dan nilai rata-rata kekerasan tertinggi pada Logam Induk terdapat pada variasi media pendinginan oli yang mempunyai nilai kekerasan 129.249 kgf/mm<sup>2</sup>. Pada penelitian kali ini kekerasan yang paling tinggi terdapat pada media pendinginan air khususnya pada daerah logam las dan daerah HAZ, hal ini menyebabkan spesimen pada daerah logam las dan HAZ menjadi sangat keras namun getas. Air memiliki densitas paling tinggi diantara media pendingin lainnya sehingga membuat pendinginan menjadi lebih cepat dan efektif

2. Hasil pengujian *struktur mikro*

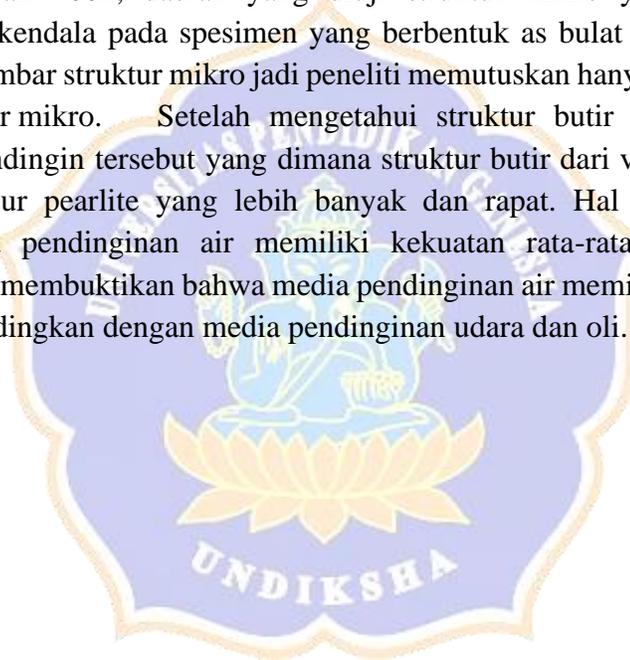
Tabel 4. 2

Hasil Foto Struktur Mikro Baja ST 42 Daerah HAZ Pembesaran 400x

Gambar struktur mikro baja ST 42	
Variasi pendingin	Pembesaran 400x
air	
Oli	



Pada gambar di atas adalah merupakan hasil dari foto struktur mikro baja karbon rendah pembesaran 400x, daerah yang diuji struktur mikro yaitu daerah HAZ dikarenakan ada kendala pada spesimen yang berbentuk as bulat peneliti kesusahan mencari fokus gambar struktur mikro jadi peneliti memutuskan hanya daerah HAZ saja yang diuji struktur mikro. Setelah mengetahui struktur butir mikro dari ketiga variasi media pendingin tersebut yang dimana struktur butir dari variasi pendinginan air memiliki unsur pearlite yang lebih banyak dan rapat. Hal ini sesuai dengan kekerasan media pendinginan air memiliki kekuatan rata-rata sebesar 111.407 kgf/mm<sup>2</sup>, dan ini membuktikan bahwa media pendinginan air memiliki kekerasan jauh lebih besar dibandingkan dengan media pendinginan udara dan oli.



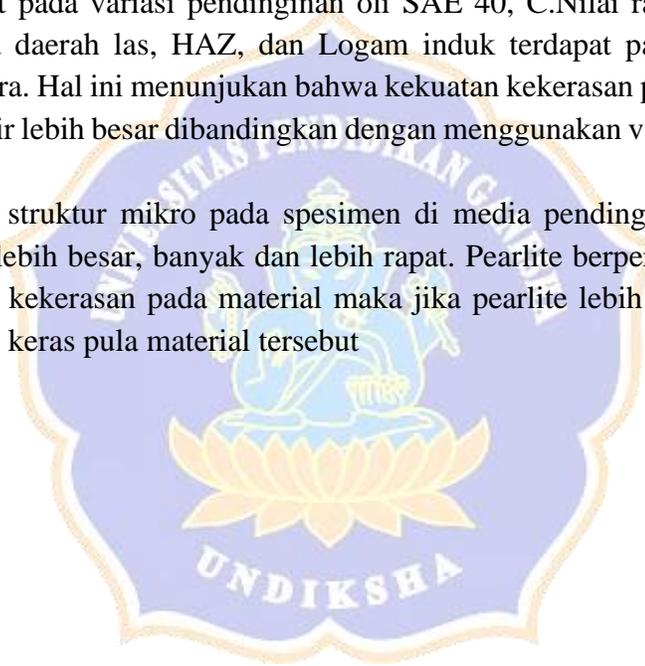
## BAB V

### PENUTUP

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dibahas di atas maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Dari hasil pengujian kekerasan pada spesimen dengan memvariasikan media pendingin udara, air dan oli di ambil nilai rata-rata dari ketiga posisi titik pengujian tersebut. A.Nilai rata-rata kekerasan tertinggi pada Daerah Las dan HAZ diperoleh pada variasi media pendingin air, B.Nilai rata-rata kekerasan tertinggi pada Logam Induk terdapat pada variasi pendinginan oli SAE 40, C.Nilai rata-rata kekerasan terendah pada daerah las, HAZ, dan Logam induk terdapat pada variasi media pendingin udara. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan kekerasan pada variasi media pendinginan air lebih besar dibandingkan dengan menggunakan variasi pendinginan udara dan oli.
2. Dari hasil uji struktur mikro pada spesimen di media pendinginan air memiliki pearlite yang lebih besar, banyak dan lebih rapat. Pearlite berperan penting dalam meningkatkan kekerasan pada material maka jika pearlite lebih banyak dan rapat maka semakin keras pula material tersebut



## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansah, A., & Yunus. (2019). Studi Hasil Proses Pengelasan FCAW (Flux Cored Arc Welding) Pada Material ST 41 Dengan Variasi Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro. *JTM*.
- Arsana, P., Nugraha, I. P., & Dantes, K. R. (2019). Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Baja St. 37. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*.
- Effendi, N. (2019). Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja S45c Pada Pengelasan SMAW Dengan Variasi Media Quench. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Kejuruan*.
- Kurniawan, H., Santosa, A. W., & Budiarto, U. (2020). Pengaruh Media Pendingin Air Tawar, Air Coolant, dan Udara. *Teknik Perkapalan*.
- Muddin, S., Jamaluddin, Putra, R. E., & Sahrul. (2021). Analisis Kekuatan Tarik Pengaruh Perlakuan Panas Hasil Pengelasan Kampuh V Baja 42 Dengan Media Pendingin Air dan Oli. *Jurnal Teknologi*.
- Sultoni, Finahar, N., & Sahbana, M. A. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Air dan Oli . *PROTON*.
- Tanjung, & Arsad, M. (2023). Analisa Kekuatan Tarik Sambungan Las Listrik SMAW Pada Material Baja AISI 4340 Dengan Variasi Arus Menggunakan Elektroda E7018. *Doctoral dissertation, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara*.
- Winardi, Y., Fadelan, Munaji, & Krisdiantoro, W. N. (2020). Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 Dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*.

Pengaruh media pendingin terhadap kekerasan hasil pengelasan SMAW material baja ST 42 Yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari variasi media pendingin udara,air, dan oli terhadap hasil kekerasan setelah dilakukannya pengelasan SMAW pada material baja ST 42.dan untuk mengetahui struktur miko hasil pengelasan SMAW material baja ST 42. Pada manual book ini akan dijelaskan bagaimana proses pengelasan dari teori pengelasan, komponen-komponen pengelasan, bahan dan sampai proses pengujian dari suatu hasil. Diharapkan manual book ini dapat bermanfaat bagi mekanik dan menambah ilmu atau wawasan tentang pengelasan pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.



## BIODATA PENULIS



**I Nyoman Pasek Nugraha** lahir di Denpasar, 21 juli 1977. Meraih gelar sarjana teknik (S.T) pada tahun 2003 Universitas Udayana. Selanjutnya melanjutkan studi untuk memperoleh gelar magister teknik (M.T) dari Universitas Gajah Mada pada tahun 2006. Selanjutnya melanjutkan studi untuk memperoleh gelar Doktor (Dr) dari Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2016. Saat ini bertugas sebagai dosen PNS dan Koorprodi di Program studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha. Penulis aktif dalam melakukan penelitian baik di internal perguruan tinggi baik kerjasama lintas lembaga/kementrian. Penulis juga aktif menulis buku serta karya ilmiah yang terbit di beberapa jurnal ilmiah nasional terakreditasi. Penulis dapat dihubungi pada alamat email: [#paseknugraha@undiksha.ac.id](mailto:#paseknugraha@undiksha.ac.id).



**I Gede Wiratmaja** lahir di klungkung, 28 oktober 1988. Meraih gelar sarjana teknik (S.T) pada tahun 2009. Selanjutnya melanjutkan studi untuk memperoleh gelar magister teknik (M.T) dari Universitas Udayana pada tahun 2011. Saat ini bertugas sebagai dosen PNS di Program studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha. Penulis aktif dalam melakukan penelitian baik di internal perguruan tinggi baik kerjasama lintas lembaga/kementrian. Penulis juga aktif menulis buku serta karya ilmiah yang terbit di beberapa jurnal ilmiah nasional terakreditasi. Penulis dapat dihubungi pada alamat email: [wiratmaja@undiksha.ac.id](mailto:wiratmaja@undiksha.ac.id).



**I Kadek Alit Mahayoga** lahir Di Bebetin, 4 april 2001. Anak kedua dari empat orang bersaudara dari ayah I Made Sudarpa dan ibu Ketut erawati, beralamat desa Bebetin, sawan, buleleng. Penulis menempuh pendidikan di SD N 1 Bebetin , pada tahun 2014, selanjutnya melanjutkan SMP N 1 Sawan, pada tahun 2017, Selanjutnya melanjutkan SMK Negeri 3 Singaraja, pada tahun 2020 melanjutkan kuliah di perguruan tinggi Universitas Pendidikan Ganesha dengan Program studi Pendidikan Teknik Mesin. alamat email: [alit.mahayoga@undiksha.ac.id](mailto:alit.mahayoga@undiksha.ac.id)