

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 tinjauan pustaka akan dijelaskan mengenai keterkaitan beberapa referensi terhadap penelitian “Analisis Pengaruh Proses Manufaktur Terhadap Sifat Mekanik, Komposisi, dan Struktur Mikro Mandau Yang Diproduksi di Kota Balikpapan dan Sekitarnya”.

2.1 Senjata Tajam Indonesia

Senjata tajam tradisional di Indonesia biasanya dapat dilihat pada pakaian adat, upacara dan museum. Persenjataan tradisional ini biasanya digunakan oleh masyarakat sebagai alat melindungi diri maupun untuk mempermudah kegiatan sehari-hari. Keberadaan senjata tradisional memiliki makna dan fungsi tersendiri tergantung daerah masing-masing. Hal tersebut disebabkan karena perbedaan sejarah serta asal usul tempat pembuatan senjata tradisional tersebut. Oleh karena itu senjata tradisional memiliki makna yang dalam dengan penuh unsur budaya dan sarat akan nilai-nilai atau pesan. Senjata tradisional merupakan peninggalan sejarah yang patut untuk dijaga dan dilestarikan karena keberadaannya yang semakin sedikit. Salah satu cara pelestariannya yaitu dengan mengumpulkan data-data mengenai senjata-senjata tradisional dalam bentuk dokumentasi hasil penelitian.

Pada provinsi Kalimantan timur sendiri memiliki senjata tradisional yang terkenal yaitu Mandau. Mandau merupakan sejenis parang yang berasal dari kebudayaan Dayak di Kalimantan. Mandau sendiri digunakan sebagai alat kebutuhan sehari-hari dan ada pula yang dibuat khusus untuk alat upacara tradisi atau tari-tarian. Mandau sendiri dianggap memiliki unsur magis dan hanya digunakan dalam acara-acara tertentu misalnya perang, pengayauan, perlengkapan tari adat dan upacara. Pada perkembangan Sekarang ini Mandau banyak digunakan sebagai hiasan atau souvenir (Santosa, 2016). Bilah Mandau dibuat dari lempengan besi yang ditempa hingga berbentuk pipih Panjang menyerupai parang dan berujung menyerupai paruh yang bagian atasnya berlekuk datar. Salah satu sisi

mata bilahnya diasah tajam dan sisi lainnya dibiarkan sedikit tebal dan tumpul (Rahmat, 2010).

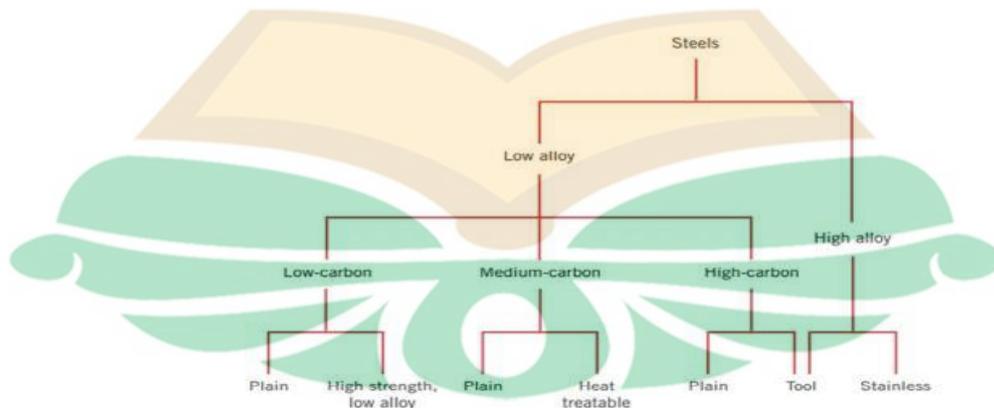
www.itk.ac.id



Gambar 2. 1 Pedang Mandau (Rahmat, 2010)

2.2 Baja Paduan

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai paduan utamanya. Karbon pada baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai tingkatannya. Fungsi karbon dalam baja sebagai unsur peneras dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*). Baja karbon merupakan besi paduan karbon yang mana unsur persentasi karbon menentukan sifat mekanik dari baja tersebut. Menurut Amanto dan Daryanto (1999) baja dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah kandungan karbonnya yaitu baja karbon rendah atau baja perkakas yang memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3%. baja karbon sedang mengandung karbon 0,3% - 0,6% dan memungkinkan baja untuk dikeraskan Sebagian dengan *heat treatment*. Baja karbon tinggi mengandung karbon 0,6% - 1,5% dengan cara digiling panas

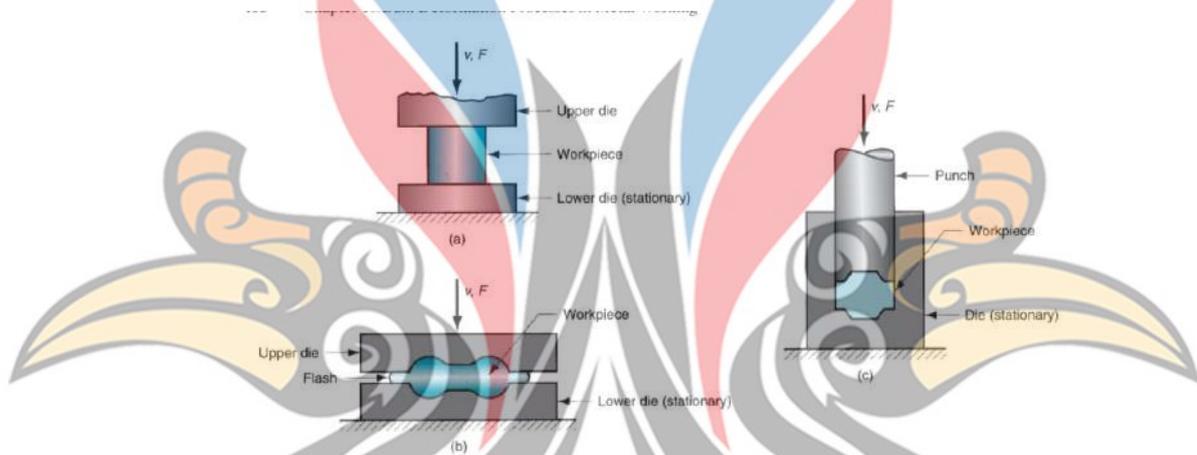


Gambar 2. 2 Klasifikasi Baja (Callister, 2014)

www.itk.ac.id

2.3 Forging

Forging atau penempaan merupakan proses pengerjaan dengan cara membentuk material menggunakan beban tekan atau beban *impact* (Bharti, 2016). Pada zaman sekarang, penempaan merupakan proses manufaktur yang penting untuk membuat komponen-komponen material yang memiliki kekuatan tinggi untuk pengaplikasian dibidang *automotive*, penerbangan dan aplikasi lainnya. Kebanyakan penempaan dilakukan dengan temperatur tinggi untuk membentuk sebuah material karna dapat mengurangi kekuatan dan meningkatkan keuletan saat pengerjaannya. Namun ada beberapa produk yang dikerjakan menggunakan temperatur ruangan (Groover, 2010).



Gambar 2. 3 jenis-jenis proses penempaan: (a) open-die forging, (b) impression-die forging dan (c) Flashless forging (Groover, 2010)
Menurut Groover (2010) terdapat 3 jenis proses penempaan yaitu:

1. *Open-die forging*: pengerjaan dilakukan dengan menggunakan cetakan yang datar
2. *Impression-die forging*: pengerjaan dilakukan dengan bentuk permukaan cetakan yang tidak rata atau sesuai bentuk yang diinginkan
3. *Flashless forging*: pengerjaan dilakukan sepenuhnya dalam cetakan hingga tidak ada *flash* yang berlebih

2.4 Penempaan dalam Industri

Forging industry merupakan tempat yang strategis khususnya di amerika dalam memproduksi komponen dengan kelebihan yang unik yang sulit untuk di duplikasi. Kekuatan, ketahanan dan keandalan pada komponen yang di tempa

memiliki peranan penting di industri dan aplikasinya dimana *tension*, *stress* dan *load* serta factor keamanan menjadi hal yang di perhitungkan. Penggunaan baja paduan mikro karbon khususnya pada awal tahun 1970-an dimulai di eropa dan amerika serikat hal ini untuk menghindari pendinginan dan perlakuan panas temper dan masalah yang bersamaan. Persyaratan kekuatan dipenuhi terutapa melalui pengendapan dala matriks perlit ferit, namun untuk struktur mikro ini menyebabkan penurunan ketangguhan dan baja ini memiliki las yang buruk.

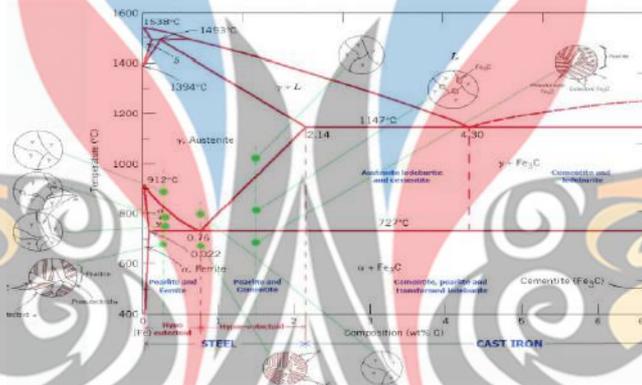
Metal or alloy	Temperature reange(°C)
Aluminum alloys	400- 560
Magnesium alloys	240-360
Copper alloys	600-910
Carbon and low alloy steels	840-1150
Martensitic stainless steel	1100-1260
Austenitic stainless steel	1100-1260
Titanium alloys	700-960
Iron based super alloys	1040-1180
Cobalt base super alloys	1180-1260
Tantalum alloys	1050-1360
Molybdenum alloys	1150-1360
Nickel-base super alloys	1060-1200
Tungsten alloys	1200-1310

Gambar 2. 4 Jarak Temperatur pada material metals dan paduannya (Bhoayar, 2020)

Pada dunia industri sendiri saat proses penempaan, temperatur yang digunakan untuk memanaskan batang baja berkisar pada 1200° kemudian proses penempaan dilakukan pada jangka waktu 15-30 detik ketika temperatur turun pada 1050° (tergantung pada ukuran dan kerumitan tempaan) dan dipangkas untuk menghilangkan *flash* pada temperatur 950° lalu melakukan pendinginan dan temper atau melalui berbagai proses pendinginan udara. Hal ini menyebabkan tranformasi fase yang terlibat selama pemanasan yaitu struktur mikro awal biasanya ferit dan perlit bersama beberapa presipitat ketika *microalloyed* menjadi austenit; mengendapkan pengkasaran dan pembubaran; pengayaan matriks austenit oleh zat terlarut (mikroalloy) dll. Setelah itu, proses penempaan akan dikaitkan dengan rekristalisasi dan pertumbuhan butir austenit. Demikian pula, proses pendinginan setelah penempaan akan menginduksi berbagai transformasi fasa pada austenit induk dan munculnya kembali endapan baik dalam austenit maupun ferit. (Mohanty, 2017)

2.5 Diagram fasa Fe-Fe₃C

Diagram fasa yang banyak digunakan pada saat ini yaitu fasa besi-karbida besi atau biasa disebut diagram fasa Fe-Fe₃C. pada keadaan yang ekuilibrium karbon akan berupa karbon bebas (grafit). Sehingga akan diperoleh diagram keseimbangan besi-grafit. Perubahan ini terjadi pada keadaan ekuilibrium berlangsung lama. Sebenarnya diagram fase ini bukan suatu diagram keseimbangan yang sesungguhnya karena karbida besi bukanlah struktur yang akan terjadi pada keadaan yang benar benar ekuilibrium. Diagram fase ini dianggap merupakan diagram ekuilibrium karena perubahan yang terjadi berlangsung opada pemanasan dan pendignan yang cukup lambat.



Gambar 2. 5 diagram fasa Fe-Fe₃C (Irawati, 2017)

2.6 Perlakuan Panas

Perlakuan panas adalah proses mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan spesimen pada *furnace* pada temperature rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam yang terutama sifat mekanik sangat dipengaruhi oleh struktur mikri logam disamping posisi kimianya, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat meknais yang berebda beda jika struktur mikornya diubah (schoments and gruber, 1994)

Dengan adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan akan terjadi perubahan pada struktur material tersebut. Perlakuan panas adalah proses kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk

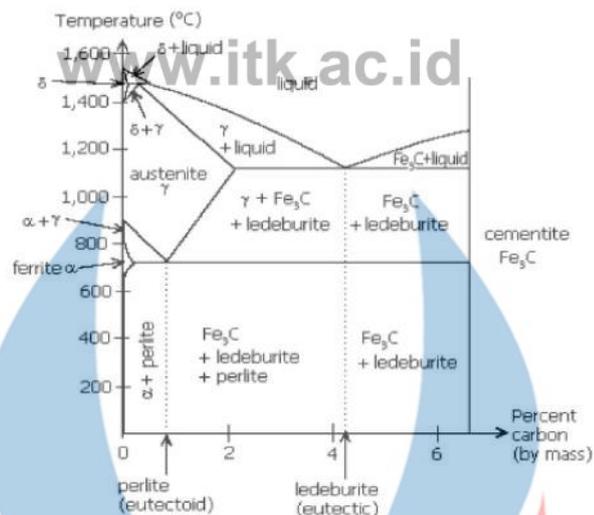
mendapatkan sifat-sifat tertentu. Untuk mendapatkan hal ini maka kecepatan pendinginan dan batas temperature sangat menentukan (Schoments and Gruber, 1994). Dalam prakteknya terdapat banyak macam proses perlakuan panas. Secara garis besar proses perlakuan panas dibedakan menurut tingginya temperature pemanasan, lamanya penyebaran pada temperature tersebut dan pendinginan.

Pernomalam merupakan perlakuan panas dimana memanaskan material hingga temperature austenit seluruhnya kemudian di dinginkan secara diam (Suherman,2003). Karena pendinginan yang lebih cepat maka pembentukan inti lebih cepat dan lebih banyak sehingga butiran yang terjadi akan lebih halus. Umumnya hasil perlakuan ini mempunyai struktur mikro yang halus sehingga untuk baja dengan komposisi kimia yang sama akan mempunyai kekuatan luluh, kekuatan tarik maksimum, kekerasan dan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan anil sempurna. (Suherman,2003)

2.7 Hardening

Hardening berguna untuk memperbaiki kekerasan suatu material tanpa mengubah komposisi kimianya. Proses ini dilakukan dengan memanaskan material sampai dengan temperature austenisasi dan dilakukan proses pendinginan yang cepat untuk mendapatkan sifat yang di inginkan (pramono, 2011)

Pengerasan dilakukan dengan memanaskan baja hingga mencapai temperature austenite. Dipertahankan beberapa saat pada tempertaut tersebut lalu didinginkan dengan cepat sehingga akan diperioleh martensit uang keras. Biasanya sesudah proses ini segera dilakukan dengan proses penemperan (suherman,2003)



Gambar 2. 6 Diagram fasa Fe-C (sumaraw, 2010)

2.8 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro menggunakan metode metalografi. Metalografi adalah gambaran mikro pada permukaan logam yang sudah dipreparasi. Gambaran struktur mikro itu tidak akan terlihat tanpa dipreparasi. Metalografi merupakan pengujian dan pengamatan terhadap struktur butir suatu logam. Dalam pengamatan secara metalografi dapat diperoleh gambaran struktur butiran suatu logam. Pengujian metalografi harus menggunakan bantuan dari mikroskop optik. Metalografi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari karakteristik mikrostruktur suatu logam dan paduannya serta hubungannya dengan sifat sifat logam dan paduannya tersebut (Smallman dan Bishop, 2000)

Permukaan sampel harus benar-benar diratakan agar sampel yang telah dipreparasi dapat terlihat dan tergambar bentuk struktur mikro dari mikroskop sehingga cahaya yang beresa; dari mikroskop akan memantul ke mata kita. Oleh karena itu, sebelum dilakukan pengamatan mikrostruktur dengan mikroskop makan diperlukan proses-proses persiapan sampel. Menurut smallman dan Bishop (2000) tahapan metalografi adalah memilih sampel, pemotongan sampel, proses *mounting*, Proses *grinding*, proses *polishing*, proses *etching* dan proses pengamatan permukaan menggunakan mikroskop optik.

2.9 XRF (X-ray Fluorescence)

XRF dapat menganalisis unsur kimia suatu specimen dengan mendeteksi karakteristiknya melalui sinar x yang dipancarkan oleh spesimen setelah terkena

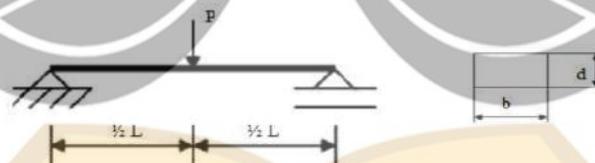
radiasi dari sinar x berenergi tinggi. Karakteristik sinar x yang terpancar dapat dianalisis dari panjang gelombang atau energinya (Yang Leng, 2013)

XRF adalah salah satu metode non destruktif yang digunakan untuk menganalisa unsur suatu material. Sumber dari sinar x digunakan untuk menyinari spesimen dan menyebabkan unsur-unsur dalam specimen memancarkan karakteristik dari sinar x tersebut. Instrumentasi yang diperlukan untuk melakukan pengukuran XRF terdiri dari tiga bagian utama yaitu sumber sinar x primer, spektrometer kristal, dan sistem deteksi (Evans & Brundle, 1982)

2.10 Bending Test

Pengujian bending merupakan pengujian kekuatan lengkung pada suatu bahan atau material. Pada umumnya alat uji *bending* memiliki beberapa bagian utama, seperti: rangka, alat tekan, *point bending* dan alat ukur. Uji *bending* merupakan suatu proses pengujian material dengan cara di tekan untuk mendapatkan hasil berupa data tentang kekuatan lengkung (*bending*) suatu material yang di uji. Proses pengujian bending memiliki 2 macam pengujian yaitu 3 *point bending* dan 4 *point bending*. (sularso, 1983)

Three point bending adalah cara pengujian yang menggunakan 2 tumpuan dan 1 penekan. Pengujian bending biasanya digunakan untuk menentukan keuletan dan kegetasan material getas



Gambar 2.1. *Three point bending* (Khamid, 2011)

Gambar 2. 7 Pengujian Three point bending (khamid,2011)

2.11 Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Yaso et. al., 2013	<p>Sampel: 2 pedang jepang satu adalah senjata jepang tua yang diproduksi pada era muromachi,s dan 1 senjata jepang modern yang di produksi pada tahun 1945</p> <p>Metode: Nondestruktif: XRD,EPMA Destruktif: SEM,METALOGRAFI</p> <p>Hasil: Pedang jepang tua dan modern memiliki kandungan kkarbon 0,67-0,71% C diujung pedang Terbentuk fasa lath martensit dan lenticular martensit Memiliki tepi yang tajam dari kedua pedang yang menunjukkan bahwa memiliki kekerasan tinggi yang sesuai dengan martensit dan tegangan sisa tekan yang besar Tepi yang tajam memiliki kekuatan lentur yang besar untuk pedang lama dan modern 2552, 4645MPa, masing-masing, yang nilainya berada dalam kisaran baja perkakas berkinerja tinggi.</p>
2	Purnawibawa, 2016	<p>Sampel: 8 bilah keris, 1 bilah pedang, dan 2 bilah tombak koleksi Museum Tosan Aji, Purworejo, Jawa Tengah</p> <p>Metode: Nondestruktif: XRF Destruktif: Mohs hardness test</p> <p>Hasil: Tidak ada korelasi antara kenampakan (pamor) bilah senjata dan komposisi bilah, terutama dari sisi trace elements. Rentang kekerasan bilah adalah 3.7-5 Mohs. Proses penempaan, terutama pelipatan berbanding lurus dengan kekerasan bilah.</p>
3	Yogi, 2016	<p>Metode: Observasi lapangan arkeologi di kawasan DAS Sungai Pawan, Ketapang, Kalimantan Barat</p> <p>Hasil: Penggunaan ububan untuk mengontrol temperature pemanasan, penempaan bilah diikuti dengan quenching dalam air, dan finishing permukaan berupa pengamplasan. Bahan baku besi di masa lampau adalah besi Matan dari daerah Air Hitam dan Jelai, di muara Sungai Pawan, sekarang bahan baku yang digunakan adalah logam (baja) bekas otomotif.</p>