

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Ketika melakukan penulisan tugas akhir diperlukan suatu penelitian terlebih dahulu, untuk dijadikan sebuah referensi. Berikut ini adalah beberapa referensi yang berkaitan antara lain.

Hasan Bashori (2020), Dalam penelitian ini dilakukan uji kekerasan *rockwell* pada material Aluminium paduan yang bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Hasil penelitian bahwa data 1 harga kekerasan rata-rata sebesar 81,6 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,36 mm, untuk data 2 harga kekerasan rata-rata sebesar 81,3 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,37 mm, dan untuk data 3 harga kekerasan rata-rata sebesar 83,3 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,33 mm.

Penelitian ini dilakukan oleh Yayi Febdia Pradani dkk (2020), Bahan eksperimen pada penelitian ini menggunakan serbuk arang berukuran 80 mesh, yang dipanaskan menggunakan tungku *furnace* hingga 530 °C dengan waktu penahanan 180 menit. Kemudian dilakukan tiga variasi quenching dengan air sumur, oli SAE 40 dan udara. Pengujian aluminium 6061 dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan carburizing. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kekerasan mikro *Vickers*, struktur mikro dan ketebalan pada lapisan karbon. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan aluminium 6061 tanpa perlakuan sebesar 60,37 kg/mm². Pasca perlakuan carburizing didapatkan nilai kekerasan 41,53 kg/mm², 36,01 kg/mm² dan 33,01 kg/mm². Penurunan nilai kekerasan aluminium 6061 setelah diberi perlakuan *carburizing* disebabkan karena berubahnya struktur mikro dari aluminium 6061 setelah perlakuan carburizing dibandingkan dengan raw material. Hasil foto mikro pada spesimen uji menunjukkan bahwa setelah proses *carburizing* didominasi oleh fasa tidak stabil yang homogen, sehingga dapat menyebabkan nilai kekerasan menurun.

Penelitian ini dilakukan oleh Titiek Deasy S dkk (2014), Hasil simulasi bahan

AlSi12(b) dilakukan pengecoran dengan metoda sand casting. Selanjutnya dilakukan pengujian komposisi kimia, porositas dan sifat mekanik kekerasan pada bahan AlSi12(b) dan membandingkan dengan produk UKM sesuai standar BKI yang mengacu pada standar DIN 1706.

Hasil uji komposisi kimia bahan AlSi12(b) dari skrap aluminium mendekati standar DIN EN 1706 dengan kandungan Si sebesar 13,334% sedangkan produk UKM dengan kandungan Si sebesar 7,61% tidak termasuk AlSi12(b) tetapi termasuk paduan cor AC-4500 atau AlSi6Cu4 sesuai standar DIN 1706 tetapi tentunya tidak termasuk paduan cor yang dipersyaratkan oleh BKI. Hasil pengujian porositas terlihat bahwa persentase porositas produk UKM lebih tinggi dengan nilai 3,65% dibandingkan persentase bahan AlSi12(b) sebesar 1,88%. Nilai rata-rata kekerasan bahan AlSi12(b) lebih tinggi dibandingkan produk UKM.

Penelitian ini dilakukan oleh Agy Randhiko dkk (2014), Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro dari Aluminium Alloy 6061-O dengan arah pengelasan tungsten inert gas (TIG) longitudinal yang di-post *weld heat treatment* (PWHT) ataupun yang tidak di PWHT, kemudian menyimpulkan hasil perubahan sifat mekanik dari material uji. Penelitian ini menggunakan perlakuan panas T6 dengan temperatur solution 520oC dan quenching air dingin, kemudian *artificial aging* dengan temperatur 175oC dan variasi waktu selama 8 jam, 18 jam, dan 24 jam. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kekuatan tarik material mengalami peningkatan setelah di-PWHT dengan kekuatan tarik tertinggi yaitu PWHT 24 jam sebesar 389.492 MPa, ini lebih besar dari material PWHT 18 jam yaitu 378.021 MPa dan PWHT 8 Jam yaitu 365.294 MPa. Adanya penurunan regangan pada material yang telah di-PWHT 8 jam, 18 jam, dan 24 jam masing-masing sebesar 5.9%, 2.4%, dan 3.2%.

Penelitian ini dilakukan oleh Siproni Umar (2010), Penelitian dilakukan di Laboratorim Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya dan Laboratorium Mekanika Bahan Jurusan Teknik Mesin FT-UGM. Dari hasil analisa yang dilakukan ternyata proses/metode pengecoran sangat berpengaruh terhadap kekerasan baling-baling tersebut. Untuk baling-baling yang terbuat dari aluminium maka peningkatan kekerasannya sebesar 38%, sedangkan yang terbuat

dari kuningan mengalami peningkatan kekerasan sebesar 42%. Demikian juga proses/metode pengecoran meningkatkan laju perambatan retak dari baling-baling tersebut. Peningkatan yang terjadi pada baling-baling yang terbuat dari kuningan adalah sebesar 29%, sedangkan peningkatan laju perambatan retak pada baling-baling aluminium tidak terlalu signifikan, yaitu hanya sebesar 16%.

Penelitian ini dilakukan oleh Yoga Saputro (2019), Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk tembaga dalam proses mematri baja aluminium-steel untuk *mikro*-struktur dan sifat mekanik. Spesimen dalam penelitian ini digunakan aluminium seri 1000, *stainless steel* seri 304, alusol ER4043, dan bubuk tembaga. Pada penelitian ini standart untuk pembuatan spesimen adalah ASTM D1002. SEM dan EDX dilakukan untuk menganalisis senyawa mikro-struktur dan kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat dengan penambahan bubuk tembaga. Kekuatan tarik tertinggi adalah 14,703 MPa. Sementara spesimen tanpa bubuk tembaga didapatkan kekuatan tarik lebih rendah sebesar 10,850 MPa. Pengujian EDX ini menunjukkan bahwa konsentrasi Si meningkat pada spesimen dengan bubuk tembaga yaitu sebesar 3,69%. Ini bisa meningkatkan kekuatan tarik karena karakteristik Si yang menguatkan ikatan. Dengan menggunakan SEM, senyawa antar logam terdeteksi pada semua spesimen selama pembesaran 1000x. Panjang lapisan antar-logam dari spesimen dengan bubuk tembaga lebih rendah dari spesimen lainnya. Itu 11 μm . Spesimen tanpa bubuk tembaga panjangnya 94 μm dari lapisan antar-logam. Sedangkan ketebalan lapisan antar-logam yang terdeteksi dalam berbagai ketebalan karena butir-butir bahan pengisi.

Penelitian ini dilakukan oleh Prihatmoko Adhi Nugroho (2021), Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang pengaruh penambahan tembaga dengan ukuran mesh 40 pada pengelasan titik aluminium 1100. Penelitian yang dilakukan yaitu uji SEM (Scanning Electron Microscope), uji kekerasan, uji struktur mikro. Proses pengelasan titik menggunakan arus 9500A dengan waktu 7,5s. Pada pemotongan spesimen digunakan standart ASME QW-462.9, dan pada pengujian kekerasan microvickers digunakan standart ASTM E 384. Pada hasil uji SEM dan EDX terlihat bahwa filler tembaga mampu memasuki daerah aluminium yang memiliki rongga. Namun ada beberapa cacat yang terjadi seperti porositas, crack

dan void. Sedangkan untuk hasil EDX yaitu terdapat beberapa komposisi dari hasil pengelasan, yaitu Al = 15,12%, Cu = 51,61%, C=17,78%, Na = 15,50%. Hasil penelitian pada uji kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi yaitu pada daerah nugget sebesar 48,99 VHN, kemudian pada daerah HAZ sebesar 40,23 VHN, dan yang terakhir yaitu pada base metal sebesar 37,08 VHN. Kemudian pada hasil uji struktur mikro pada daerah nugget terdapat butiran halus dibanding dengan daerah HAZ dan base metal.

Penelitian ini dilakukan oleh Ulfa Ahmad Aulia (2019), tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan etsa dalam proses mematri baja aluminium-mildsteel untuk mikro-struktur dan sifat mekanik. Spesimen dalam penelitian ini digunakan aluminium seri 6000, mild steel, alusol ER4043, dan cairan etsa. Pada penelitian ini standart untuk pembuatan spesimen adalah ASTM D1002. Uji foto mikro dilakukan untuk membandingkan kondisi permukaan aluminium dan mild steel dengan dan tanpa perlakuan etsa. Uji SEM dilakukan untuk menganalisis kondisi permukaan aluminium dan mild steel lebih detail dan untuk menganalisis struktur mikro sambungan brazing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat dengan perlakuan etsa, kekuatan tarik tertinggi adalah 27.924 MPa. Sementara spesimen tanpa perlakuan etsa didapatkan kekuatan tarik lebih rendah sebesar 9.267 MPa. Pengujian foto mikro menghasilkan perbandingan yang signifikan antara logam dengan dan tanpa perlakuan etsa, dimana terlihat jelas celah atau pori – pori yang terlihat pada spesimen dengan perlakuan etsa selama 40 menit. Dengan menggunakan SEM, difusi yang terjadi pada sambungan brazing dengan perlakuan etsa dapat terlihat, pemanasan dengan suhu tertentu menyebabkan reaksi difusi juga didukung dengan celah atau pori – pori yang terbuka pada permukaan logam akibat perlakuan etsa.

Tabel 2.1 Tabel Komparasi Kajian Pustaka

Tahun	DATA SUMBER JURNAL PROPOSAL		
	Nama Peneliti	Judul	Kesimpulan
2020	Hasan Bashori	Uji Material Aluminium Paduan Dengan Metode Kekerasan Rockwell	Dalam penelitian ini dilakukan uji kekerasan <i>rockwell</i> pada material Aluminium paduan yang bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indenter berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Hasil penelitian bahwa data 1 harga kekerasan rata-rata sebesar 81,6 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,36 mm, untuk data 2 harga kekerasan rata-rata sebesar 81,3 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,37 mm, dan untuk data 3 harga kekerasan rata-rata sebesar 83,3 dengan kedalaman penetrasi rata-rata 0,33 mm.

2020

Yayi Febdia
Pradani,
Mochamad
Sulaiman
& Saiful
Hardiyanto

Analisis Tingkat Kekerasan Aluminium 6061
Berdasarkan Variasi Media Pendingin Pada Proses *Pack Carburizing*

Bahan eksperimen pada penelitian ini menggunakan serbuk arang berukuran 80 mesh, yang dipanaskan menggunakan tungku *furnace* hingga 530°C dengan waktu penahanan 180 menit. Kemudian dilakukan tiga variasi *quenching* dengan air sumur, oli SAE 40 dan udara. Pengujian aluminium 6061 dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan *carburizing*. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kekerasan mikro *Vickers*, struktur mikro dan ketebalan pada lapisan karbon. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan aluminium 6061 tanpa perlakuan sebesar 60,37 kg/mm². Pasca perlakuan *carburizing* didapatkan nilai kekerasan 41,53 kg/mm², 36,01 kg/mm² dan 33,01 kg/mm². Penurunan nilai kekerasan aluminium 6061 setelah diberiperlakuan *carburizing* disebabkan karena berubahnya struktur mikro dari aluminium 6061 setelah perlakuan *carburizing* dibandingkan dengan *raw material*. Hasil foto mikro pada spesimen uji menunjukkan bahwa setelah proses *carburizing* didominasi oleh fasa tidak stabil yang homogen, sehingga dapat menyebabkan nilai kekerasan menurun.

2014

Titiek Deasy S,
Rusnaldy,
& Gunawan DH

Pembuatan Bahan Standar AlSi12(B) Dari Skrap Aluminium;
Study Komposisi Kimia, Porositas Dan Sifat Kekerasan Bahan

Hasil simulasi bahan AlSi12(b) dilakukan pengecoran dengan metoda sand casting. Selanjutnya dilakukan pengujian komposisi kimia, porositas dan sifat mekanik kekerasan pada bahan AlSi12(b) dan membandingkan dengan produk UKM sesuai standar BKI yang mengacu pada standar DIN 1706.

Hasil uji komposisi kimia bahan AlSi12(b) dari skrap aluminium mendekati standar DIN EN 1706 dengan kandungan Si sebesar 13,334% sedangkan produk UKM dengan kandungan Si sebesar 7,61% tidak termasuk AlSi12(b) tetapi termasuk paduan cor AC-4500 atau AlSi6Cu4 sesuai standar DIN 1706 tetapi tentunya tidak termasuk paduan cor yang dipersyaratkan oleh BKI. Hasil pengujian porositas terlihat bahwa persentase porositas produk UKM lebih tinggi dengan nilai 3,65% dibandingkan persentase bahan AlSi12(b) sebesar 1,88%. Nilai rata-rata kekerasan bahan AlSi12(b) lebih tinggi dibandingkan produk UKM.

2010	Siproni Umar	Pengaruh Proses/Metode Pengecoran Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Pada Baling-Baling (<i>Propeller</i>) Motor Tempel (Ketek)	<p>Penelitian dilakukan di Laboratorim Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya dan Laboratorium Mekanika Bahan Jurusan Teknik Mesin FT-UGM. Dari hasil analisa yang dilakukan ternyata proses/metode pengecoran sangat berpengaruh terhadap kekerasan baling-baling tersebut. Untuk baling-baling yang terbuat dari aluminium maka peningkatan kekerasannya sebesar 38%, sedangkan yang terbuat dari kuningan mengalami peningkatan kekerasan sebesar 42%. Demikian juga proses/metode pengecoran meningkatkan laju perambatan retak dari baling-baling tersebut. Peningkatan yang terjadi pada baling-baling yang terbuat dari kuningan adalah sebesar 29%, sedangkan peningkatan laju perambatan retak pada baling-baling aluminium tidak terlalu signifikan, yaitu hanya sebesar 16%.</p>
------	--------------	---	---

2014

Agy Randhiko,
Gunawan Dwi
Haryadi,
& Yusuf
Umardani

Pengaruh *Post Weld Heat Treatment (Pwht) T6* Pada Aluminium Alloy 6061-O
Dan Pengelasan *Longitudinal Tungsten Inert Gas*
Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro dari Aluminium Alloy 6061-O dengan arah pengelasan *tungsten inert gas (TIG) longitudinal* yang di-*post weld heat treatment (PWHT)* ataupun yang tidak di PWHT, kemudian menyimpulkan hasil perubahan sifat mekanik dari material uji. Penelitian ini menggunakan perlakuan panas T6 dengan temperatur *solution* 520oC dan *quenching* air dingin, kemudian *artificial aging* dengantemperatur 175oC dan variasi waktu selama 8 jam, 18 jam, dan 24 jam. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kekuatan tarik material mengalami peningkatan setelah di-PWHT dengan kekuatan tarik tertinggi yaitu PWHT 24 jam sebesar 389.492 MPa, ini lebih besar dari material PWHT 18 jam yaitu 378.021 MPa dan PWHT 8 Jam yaitu 365.294 MPa. Adanya penurunan regangan pada material yang telah di-PWHT 8 jam, 18 jam, dan 24 jam masing-masing sebesar 5.9%, 2.4%, dan 3.2%.

Jurnal diatas yang dijadikan referensi untuk mengetahui bagaimana hasil pengujian sifat mekanik dan struktur mikro dari aluminium paduan propeller daun tiga berbasis *Scanning Electron Microscope (SEM)*, maka yang akan membedakan penelitian yang akan dilakukan ini diantara lain:

a. *Software*, menggunakan *Solidworks* dan *Inspire Cast*

- b. Melakukan pengujian terhadap sifat mekanik serta struktur mikro dari cor propeller dengan metode *Scanning Electron Microscope* (SEM).
- c. Objek penelitian, objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah *propeller* tiga daun dengan bahan cor aluminum bekas paduan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sifat-sifat Alumunium (Al)

Menurut Surdia (1986), alumunium adalah suatu unsur kimia yang keadaan murninya agak lunak, berwarna putih seperti perak dan termasuk salah satu logam ringan, alumunium mempunyai titik lebur sekitar $658^{\circ} - 700^{\circ} \text{C}$ dan titik didih kurang dari 2270°C . Alumunium merupakan logam non ferro (tidak mengandung unsur besi dan sering digunakan dalam keperluan industri. Alumunium terdapat dalam berbagai bentuk, dalam bentuk oksida berupa Al_2O_3 sebagai hablur yang keras sekali, dalam bentuk AlO_2 (alumunium Oksida) yang mengandung air atau biasa disebut bauksit yaitu bahan utama pembuatan logam alumunium, alumunium juga bisa berbentuk silikat yang hampir murni, kaolin atau tanah liat, porselin, atau tanah termikar putih, alumunium merupakan persenyawaan garam kompleks kryolit Na_3AlF_6 .

Sifat-sifat yang terdapat dalam logam alumunium antara lain :

- a. Berupa logam putih seperti perak.
- b. Kekal di udara, karena tertutup dengan selapis Al_2O_3 .
- c. Mudah larut dalam asam keras, terutama HCl.
- d. Mudah ditempa dan liat.
- e. Berat Alumunium relatif ringan.
- f. Sebagai konduktor (penghantar panas dan listrik yang baik).
- g. Dapat dituang.
- h. Serbuk Alumunium jika dipanaskan dalam O_2 akan terbakar dan mengeluarkan cahaya yang terang dan panas tinggi.

2.2.2 Kegunaan Alumunium (Al)

Kegunaan logam alumunium adalah sebagai berikut :

- a. Dalam bentuk campuran antara oksida besi dan serbuk alumunium sebagai *thermit* untuk mengelas besi atau baja.
- b. Karena ringan dan kuat, banyak dipergunakan sebagai alat rumah tangga.
- c. Sebagai bahan baku pembuatan cat.
- d. Sebagai kawat penghantar listrik, walaupun tahanannya lebih besar dari kawat tembaga.
- e. Membuat padua logam lain, yang banyak dipakai sebagai pengganti bagian-bagian mesin.
- f. Sebagai *propeller* pada mesin tempel

2.2.3 Paduan Aluminium

Berdasarkan metode peleburannya, paduan aluminium dikelompokkan menjadi dua kelompok utama yaitu paduan tempa (*wrought*) dan paduan tuang (*casting*). Jenis paduan aluminium saat ini sangat banyak dan tidak menutup kemungkinan ditemukannya lagi jenis paduan aluminium baru, oleh karena itu dibuatlah sistem penamaan sesuai dengan komposisi dan karakteristik paduan aluminium tersebut untuk memudahkan pengklasifikasiannya. Salah satu penamaan paduan aluminium adalah dengan standar AA, seperti pada Tabel 2.1.

Pada aluminium tempa, seri 1xxx digunakan untuk aluminium murni. Digit kedua dari seri tersebut menunjukkan komposisi aluminium dengan limit pengotor alamiahnya, sedangkan dua digit terakhir menunjukkan persentase minimum dari aluminium tersebut. Digit pertama pada seri 2xxx sampai 7xxx menunjukkan kelompok paduannya berdasarkan unsur yang memiliki persentase komposisi terbesar dalam paduan.

Tabel 2.2 Pengkodean Aluminium Tempa

No. Seri	Komposisi Paduan
1xxx	Aluminium murni
2xxx	Paduan aluminium – tembaga
3xxx	Paduan aluminium – mangan
4xxx	Paduan aluminium – silicon
5xxx	Paduan aluminium – magnesium
6xxx	Paduan aluminium – magnesium – silicon
7xxx	Paduan aluminium – seng
8xxx	Paduan aluminium – timah – litium
9xxx	Disiapkan untuk penggunaan di masa depan

Digit kedua menunjukkan modifikasi dari unsur paduannya, jika digit kedua bernilai 0 maka paduan tersebut murni terdiri dari aluminium dan unsur paduan. Jika nilainya 1 – 9, maka paduan tersebut memiliki modifikasi dengan unsur lainnya. Dua angka terakhir untuk seri 2xxx – 8xxx tidak memiliki arti khusus, hanya untuk membedakan paduan aluminium tersebut dalam kelompoknya. Paduan aluminium tuang penamaannya memakai sistem tiga digit diikuti dengan satu bilangan desimal. Tabel 2.2 menunjukkan seri paduan aluminium tuang berdasarkan unsur paduannya.

Tabel 2.3 Pengkodean Aluminium Tuang

No Seri	Komposisi Paduan
1xx.x	Aluminium murni
2xx.x	Aluminium-tembaga
3xx.x	Aluminium-silikon-magnesium
4xx.x	Aluminium-silikon
5xx.x	Aluminium-magnesium
6xx.x	Tidak digunakan
7xx.x	Aluminium-seng

8xx.x	Aluminium-timah
9xx.x	Belum digunakan

Dalam standar AA, angka pertama menunjukkan kelompok paduan, angka kedua dan ketiga menunjukkan kemurnian minimum untuk aluminium tanpa paduan dan sebagai nomor identifikasi untuk paduan tersebut, angka keempat menandakan bentuk produk (.0 = spesifikasi coran, .1 = spesifikasi ingot, .2 = spesifikasi ingot yang lebih spesifik).

2.2.4 Sifat - Sifat Material

Secara garis besar material mempunyai sifat-sifat yang mencirikan, pada bidang teknik mesin umumnya sifat tersebut dibagi menjadi tiga sifat. Sifat –sifat itu akan mendasari dalam pemilihan material, sifat tersebut adalah:

- a. Sifat mekanik
- b. Sifat fisik
- c. Sifat teknologi

Dibawah ini akan dijelaskan secara terperinci tentang sifat-sifat material tersebut

a. Sifat Mekanik

Sifat mekanik material, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua yaitu beban statik dan beban dinamik.

Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu. Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari

pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut. Setiap material yang diuji dibuat dalam bentuk sampel kecil atau spesimen. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapatkan pada material uji yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material dan ketelitian dalam membuat spesimen.

Sifat mekanik tersebut meliputi antara lain: kekuatan tarik, ketangguhan, kelenturan, keuletan, kekerasan, ketahanan aus, kekuatan impak, kekuatan mulur, kekuatan leleh dan sebagainya.

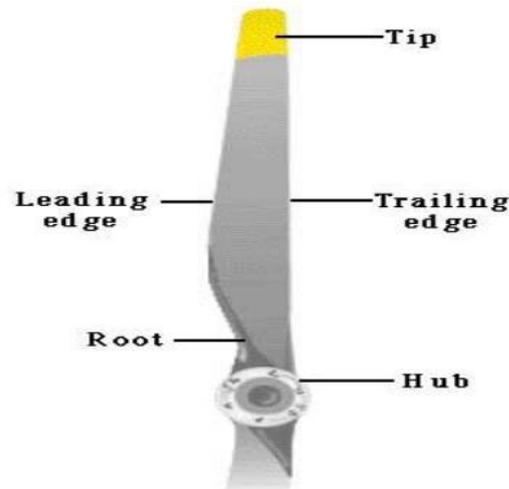
Sifat-sifat mekanik material yang perlu diperhatikan:

- Tegangan yaitu gaya diserap oleh material selama berdeformasi persatuan luas.
- Regangan yaitu besar deformasi persatuan luas.
- Modulus elastisitas yang menunjukkan ukuran kekuatan material.
- Kekuatan yaitu besarnya tegangan untuk mendeformasi material atau kemampuan material untuk menahan deformasi.
- Kekuatan luluh yaitu besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk mendeformasi plastis.
- Kekuatan tarik adalah kekuatan maksimum yang berdasarkan pada ukuran mula.
- Keuletan yaitu besar deformasi plastis sampai terjadi patah.
- Ketangguhan yaitu besar energi yang diperlukan sampai terjadi perpatahan.
- Kekerasan yaitu kemampuan material menahan deformasi plastis local akibat penetrasi pada permukaan.

2.3 Propeller

Propeller merupakan sekelompok sayap berputar yang dibentuk bengkok, yang ditujukan agar menciptakan arah dari resultan gaya angkat yang menuju ke depan. Pada umumnya *propeller* terdiri dari dua atau lebih baling yang

dihubungkan ke central hub yang merupakan bagian di mana baling – baling tersambung. *Propeller* berfungsi untuk mengubah gaya rotasi dari mesin menjadi gaya propulsif sebagai gaya dorong (*Thrust*). (Ikhwanul, I , 2011). Untuk lebih jelasnya bagian – bagian dari geometri *propeller* yang dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.1 Bagian-Bagian *Propeller*

Berikut adalah penjelasan bagian – bagian yang terdapat pada sebuah propeller:

1. *Leading Edge* (Bagian depan)

Merupakan bagian depan sebuah airfoil yang berfungsi untuk memotong udara. Ketika udara terbelah, maka aliran udara akan melewati permukaan yang melengkung (*cambered face*) dan bagian bawah yang rata (*flat face*).

2. Tip Merupakan bagian terluar *propeller* dari Hub.

3. Root Adalah bagian dari baling yang terdekat dengan hub.

4. Hub Merupakan pusat propeller sebagai bagian di mana baling – baling melekat

2.4 *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk mengamati permukaan objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran 10 – 3.000.000 kali, depth of field 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, depth of field yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan

penelitian dan industri (Prasetyo, 2011). Anonymous (2012) menambahkan, SEM memfokuskan sinar *elektron (electron beam)* di permukaan obyek dan mengambil gambarnya dengan mendeteksi elektron yang muncul dari permukaan obyek. Scanning Electron Microscope (SEM) adalah mikroskop elektron yang digunakan untuk melihat permukaan citra suatu bahan, selain itu juga dapat memberikan informasi terkait komposisi kimia dalam suatu bahan, baik bahan konduktif maupun bahan non konduktif. Kemampuan ini lah yang membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri. Jenis mikroskop ini menggunakan elektro magnetik dan elektro statik sebagai pengganti cahaya untuk mengontrol cahaya yang masuk dan penampakan gambar yang dihasilkan. SEM memiliki Field view (FOV) yang besar, bisa melakukan pembesaran objek hingga satu sampai dua juta kali, namun juga menjamin resolusi gambar yang jauh lebih bagus dibandingkan dengan mikroskop cahaya.

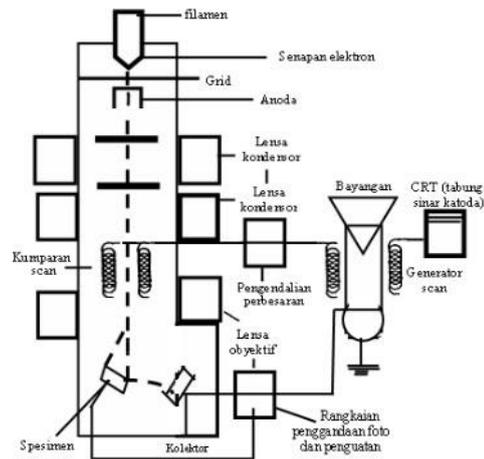
Ada banyak model SEM yang memiliki konfigurasi berbeda mengenai sistem vakum, ukuran ruang, detektor dan resolusi. Phenom adalah desktop SEM yang di desain untuk kualitas tinggi dari pengambilan gambar mikroskop, kecepatan waktu loading dan pengambilan gambar yang tidak tertandingi. dan dapat ditempatkan dimana saja-*compact design*. Phenom desktop SEM merupakan mikroskop electron serbaguna yang hanya membutuhkan ruang dan perawatan yang lebih sedikit dibandingkan *SEM floor Model*. Phenom desktop SEM dapat diakses oleh siapa saja dari professional hingga academia dan digunakan untuk banyak aplikasi termasuk *earth science*, elektronik, forensik, *industry manufacturing*, *life science*, dan *materials science*.

Adapun prinsip kerja SEM adalah sebagai berikut :

- a. *Electron gun* menghasilkan electron beam dari *filamen*. Pada umumnya electron gun yang digunakan adalah tungsten hairpin gun dengan *filamen* berupa lilitan tungsten yang berfungsi sebagai katoda. Tegangan yang diberikan kepada lilitan mengakibatkan terjadinya pemanasan. Anoda kemudian akan membentuk gaya yang dapat menarik elektron melaju menuju ke anoda.
- b. Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju suatu titik pada permukaan sampel.
- c. Sinar elektron yang terfokus memindai (scan) keseluruhan sampel dengan

diarahkan oleh koil pemindai.

d. Ketika elektron mengenai sampel, maka akan terjadi hamburan elektron, baik *Secondary Electron (SE)* atau *Back Scattered Electron (BSE)* dari permukaan sampel dan akan dideteksi oleh detektor dan dimunculkan dalam bentuk gambar pada monitor CRT.



Gambar 2.2 Skema dasar SEM

2.5 Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)

Namun untuk mengenali jenis atom dipermukaan yang mengandung multi atom para peneliti lebih banyak menggunakan teknik EDS (Energy Dispersive Spectroscopy). Sebagian besar alat SEM dilengkapi dengan kemampuan ini, namun tidak semua SEM punya fitur ini. EDS dihasilkan dari Sinar X karakteristik, yaitu dengan menembakkan sinar X pada posisi yang ingin kita ketahui komposisinya. Maka setelah ditembakkan pada posisi yang diinginkan maka akan muncul puncak – puncak tertentu yang mewakili suatu unsur yang terkandung. Dengan EDS kita juga bisa membuat elemental mapping (pemetaan elemen) dengan memberikan warna berbeda – beda dari masing – masing elemen di permukaan bahan. EDS bisa digunakan untuk menganalisa secara kuantitatif dari persentase masing – masing elemen.

Aplikasi dari teknik SEM – EDS dirangkum sebagai berikut:

1. Topografi: Menganalisa permukaan dan tekstur (kekerasan, reflektivitas dsb)
2. Morfologi: Menganalisa bentuk dan ukuran dari benda sampel
3. Komposisi: Menganalisa komposisi dari permukaan benda secara kuantitatif

dan kualitatif.

Sedangkan kelemahan dari teknik SEM - EDS antara lain:

1. Memerlukan kondisi vakum
2. Hanya menganalisa permukaan
3. Resolusi lebih rendah dari TEM
4. Sampel harus bahan yang konduktif, jika tidak konduktor maka perlu dilapis logam seperti emas.