

BUKU PANDUAN PELAKSANAAN PRAKTIKUM REKAYASA MATERIAL



**Disusun oleh :
Dr. Ir. Dwita Suastiyanti MSi**

**LABORATORIUM REKAYASA MATERIAL
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
SERPONG – TANGERANG SELATAN
JUNI 2018**

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT sehingga Buku Panduan Pelaksanaan Praktikum Rekayasa Material dapat diselesaikan dengan baik. Buku panduan ini merupakan hasil pengembangan dari buku panduan sebelumnya dimana pada edisi Juni 2018 ini terdapat beberapa revisi antara lain jenis modul praktikum, daftar pertanyaan untuk para praktikan, susunan laporan praktikum dan beberapa bagian lain yang dipandang perlu dikembangkan disesuaikan dengan kondisi terkini dan perkembangan ilmu pengetahuan di bidang material rekayasa (*engineering material*).

Praktikum Rekayasa Material mempunyai bobot 1 sks dengan kode mata kuliah MS-3211 dalam susunan kurikulum KKNi yang berlaku di Program Studi Teknik Mesin ITI sejak tahun 2015. Praktikum ini dilaksanakan setelah mahasiswa mengambil Mata Kuliah Material Teknik dan Metalurgi Fisik. Tersedia 7 modul praktikum (edisi lengkap) pada buku panduan ini terdiri dari :

1. Modul 1 : Pengujian Tarik (*Tensile Test*)
2. Modul 2 : Perlakuan Panas/*Heat Treatment* (Uji Kekerasan & Metalografi)
3. Modul 3 : Pengujian Bentur (*Impact*)
4. Modul 4 : Pengujian *Non Destructive* (Magnetik Partikel)
5. Modul 5 : Pengujian *Non Destructive* (*Eddy Current*)
6. Modul 6 : Pengujian *Non Destructive* (Ultrasonik)
7. Modul 7 : Sintesis/Rekayasa Material Keramik/Komposit

Ucapan terima kasih disampaikan kepada beberapa pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan buku panduan ini antara lain Kepala Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia, para asisten dan staf administrasi laboratorium. Saran dan kritik sangat diperlukan dalam rangka penyempurnaan buku panduan ini, yang akan terus dikembangkan disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan di bidang material teknik/material rekayasa (*engineering material*).

Penyusun
(Dr. Ir. Dwita Suastiyanti MSi)



**SURAT KEPUTUSAN KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
Nomor : 95/MS-ITI/SK/VII/2018**

TENTANG

**PANDUAN PELAKSANAAN PRAKTIKUM REKAYASA MATERIAL
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA
KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

- Menimbang : a. bahwa dalam upaya penyeragaman pengarahan pelaksanaan praktikum dan penyusunan Laporan Praktikum di Laboratorium Rekayasa Material Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia, agar sesuai dengan kaidah-kaidah ilmiah yang berlaku, maka dipandang perlu adanya pedoman yang telah disesuaikan dengan proses pembelajaran, capaian pembelajaran, kondisi laboratorium dan kurikulum yang mengacu kepada Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI).
- b. bahwa berdasarkan pertimbangan ada huruf (a) di atas, perlu diterbitkan Keputusan Ketua Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia.

- Mengingat : a. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 78, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4301) ;
- b. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 4389) ;
- c. Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 115, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3859) ;
- d. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia ;
- e. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi ;
- f. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 73 Tahun 2013 Tentang Penerapan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia Bidang Pendidikan Tinggi ;
- g. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi ;
- h. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2014 Tentang Ijazah, Sertifikat Kompetensi dan Sertifikat Profesi Pendidikan Tinggi.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
PERTAMA : KEPUTUSAN KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA TENTANG PANDUAN PELAKSANAAN PRAKTIKUM REKAYASA MATERIAL;

- KEDUA : Panduan sebagaimana dalam lampiran keputusan ini bersifat rujukan dan arahan pelaksanaan praktikum yang harus diikuti oleh mahasiswa yang merupakan peserta Praktikum Rekayasa Material Program Studi Teknik Mesin-Institut Teknologi Indonesia ;
- KETIGA : Ketentuan lain yang belum cukup diatur dalam panduan ini, sepanjang mengenai teknis pelaksanaannya, akan diatur lebih lanjut ;
- KEEMPAT : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan ;
- KELIMA : Jika dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam keputusan ini, akan diadakan perbaikan atau perubahan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Serpong
Pada Tanggal 10 Juli 2018
KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA



(Dr. Ir. Dwita Suastiyanti MSi)
NIDN : 0316096501

DAFTAR ISI

Halaman Judul	1
KATA PENGANTAR	2
SURAT KEPUTUSAN KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN	3
DAFTAR ISI	6
TATA TERTIB PRAKTIKUM	7
MODUL 1. PENGUJIAN TARIK	9
Teori Dasar	9
Alat dan Bahan yang Digunakan	10
Prosedur Pelaksanaan Praktikum	10
Tugas dan Pertanyaan	11
MODUL 2. PERLAKUAN PANAS	13
Teori Dasar	13
Alat dan Bahan yang Digunakan	14
Prosedur Pelaksanaan Praktikum	14
Tugas dan Pertanyaan	16
MODUL 3. PENGUJIAN BENTUR (IMPACT)	18
Teori Dasar	18
Alat dan Bahan yang Digunakan	20
Prosedur Pelaksanaan Praktikum	20
Tugas dan Pertanyaan	21
MODUL 4. PENGUJIAN NON DESTRUCTIVE (MAGNETIC PARTICLE)	22
Teori Dasar	22
Alat dan Bahan yang Digunakan	22
Prosedur Pelaksanaan Praktikum	22
Tugas dan Pertanyaan	23
MODUL 5. PENGUJIAN NON DESTRUCTIVE (EDDY CURRENT)	24
Teori Dasar	24
Alat dan Bahan yang Digunakan	24
Prosedur Pelaksanaan Praktikum	24
Tugas dan Pertanyaan	24
MODUL 6. PENGUJIAN NON DESTRUCTIVE (ULTRASONIK)	26
Teori Dasar	26
Alat dan Bahan yang Digunakan	26
Prosedur Pelaksanaan Praktikum	26
Tugas dan Pertanyaan	26
MODUL 7. SINTESIS/REKAYASA MATERIAL KERAMIK/KOMPOSIT	27
Teori Dasar	27
Alat dan Bahan yang Digunakan	27
Prosedur Pelaksanaan Praktikum	28
Tugas dan Pertanyaan	28
TATA TULIS PENYUSUNAN LAPORAN PRAKTIKUM	29
FORMAT LAPORAN PRAKTIKUM	31
DAFTAR PUSTAKA	32

TATA TERTIB PRAKTIKUM
(Berlaku untuk asisten dan praktikan)

1. Pelaksanaan praktikum adalah setiap hari kerja dimulai dari pukul 08.00 sampai dengan pukul 17.00 (istirahat pukul 12.00-13.00). Di luar waktu tersebut tidak diperkenankan ada kegiatan praktikum.
2. Pembagian kelompok praktikum akan ditentukan kemudian oleh koordinator praktikum atau ketua asisten disesuaikan dengan jumlah praktikan.
3. Kehadiran para asisten adalah 30 menit sebelum praktikum dimulai dan kehadiran praktikan adalah 15 menit sebelum praktikum dimulai. Praktikan yang hadir lebih dari pukul 08.15 dianggap absen (tidak hadir). Asisten yang hadir lebih dari pukul 08.00 dianggap tidak melaksanakan tugasnya dan fungsinya dirangkap oleh asisten lain yang hadir pada saat itu.
4. Praktikan yang tidak hadir sesuai jadwal harus menyampaikan alasan tertulis (yang masuk akal) ditujukan kepada koordinator praktikum.
5. Praktikan yang dimaksud tersebut di atas dan praktikan yang dianggap tidak hadir karena keterlambatannya (lihat point no.3) harus menyisip dg kelompok lain (ditentukan oleh asisten) dengan membayar biaya sisipan (yang jumlahnya ditentukan kemudian oleh Kepala Laboratorium).
6. Seluruh praktikan diwajibkan mengenakan jaslab.
7. Tidak boleh ada praktikan dan asisten yang keluar masuk selama praktikum berlangsung.
8. Dilarang merokok di dalam ruang laboratorium.
9. Perhatikan keselamatan kerja dengan mematuhi aturan kerja yang disampaikan oleh asisten.
10. Penggunaan alat harus secara bertanggung jawab. Kerusakan alat secara sengaja oleh praktikan atau asisten berakibat pada penggantian oleh yang merusakkan alat tersebut.
11. Praktikan dan asisten dilarang membuat kegaduhan dan keonaran di dalam laboratorium selama praktikum berlangsung.

12. Seluruh praktikan wajib mengikuti : pengarahan praktikum, ujian pendahuluan, pelaksanaan praktikum, penyusunan laporan dan presentasi laporan.
13. Setelah praktikum selesai dilaksanakan, praktikan wajib membereskan ruangan kembali.
14. Laporan dikumpulkan untuk semua modul 3 hari setelah jadwal pelaksanaan praktikan yang bersangkutan selesai. Pengumpulan laporan dilaksanakan di dalam ruang laboratorium kepada ketua asisten dengan tanda terima penyerahan laporan (berupa tanda tangan yang menyerahkan dan penerima laporan).
15. Keterlambatan penyerahan laporan berakibat pada pengurangan nilai 10 point per hari keterlambatan.
16. Tata tulis laporan dan template laporan akan disampaikan pada bagian akhir panduan ini.
17. Jadwal presentasi akan disusun kemudian oleh ketua asisten.
18. Komponen penilaian terdiri dari kehadiran praktikan (tanpa ada keterlambatan dan menyisip), penyerahan laporan tepat waktu, penyusunan laporan yang baik sesuai template laporan dan menjawab semua tugas dan pertanyaan dengan benar, penyampaian presentasi yang baik dan tanya jawab yang lancar.
19. Keputusan akhir mengenai nilai praktikum ditentukan oleh Kepala Laboratorium dengan mempertimbangkan data-data/komponen nilai yang disampaikan oleh asisten dan koordinator.

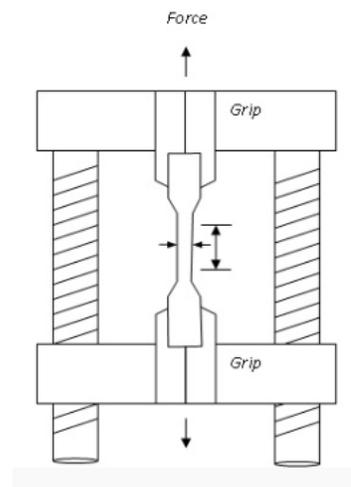
MODUL 1

PENGUJIAN TARIK (*TENSILE TEST*)

Teori Dasar

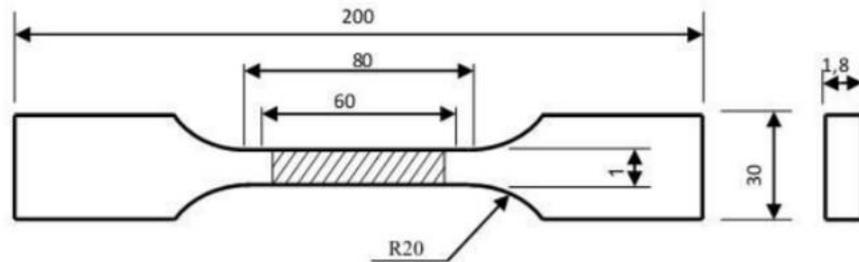
Pengujian tarik merupakan pengujian yang dilakukan terhadap material logam yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanis material logam tersebut. Beberapa sifat mekanis logam yang dapat diketahui dari hasil pengujian tarik antara lain adalah : kekuatan/tegangan tarik (*tensile strength*), kekuatan/tegangan luluh (*yield stress*), mampu bentuk (keuletan/*ductility*), ketangguhan (*toughness*), kelentingan dan modulus elastisitas.

Pengujian tarik merupakan metode pengujian material logam dengan cara merusak logam tersebut (*destructive test*) melalui pemberian tegangan tarik dalam 2 arah sampai logam tersebut patah menjadi 2 bagian (berbentuk *cup* dan *cone*) seperti ditunjukkan pada Gambar 1.1. Untuk pengujian ini diperlukan sampel tarik yang bentuk dan dimensinya disesuaikan dengan standar yang digunakan (ASTM, DIN, JIS, ISO dll).



Gambar 1.1. Proses Penarikan Logam

Salah satu contoh bentuk dan dimensi benda uji tarik berdasarkan standar JIS Z2202 ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Bentuk & Dimensi Benda Uji Tarik Berdasarkan Standar JIS Z2202

Alat dan Bahan Yang Digunakan

1. Alat uji tarik dengan kapasitas pembebanan tertentu (10 ton force yang ada di lab)
2. Benda kerja logam yang akan diuji (*ferrous* dan *non ferrous*)
3. Jangka sorong
4. Penggaris
5. Spidol

Prosedur Pelaksanaan Praktikum

Alat uji tarik yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3. Alat Uji Tarik Kapasitas 10 Ton Force

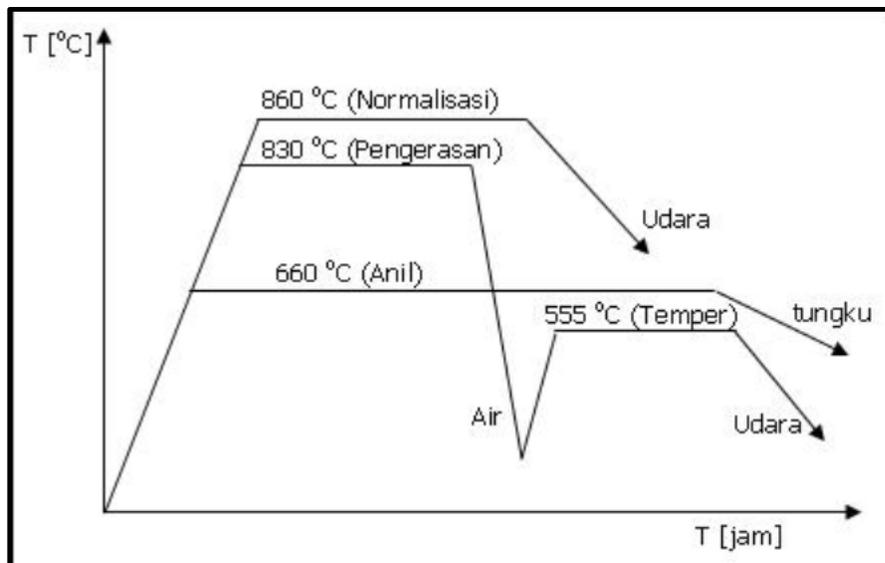
2. Gambarkan perpatahan dari benda kerja!
3. Gambarkan diagram hasil uji tarik *stress* (σ) vs *strain* (ϵ) berdasarkan data-data pada tabel di atas!
4. Jelaskan yang dimaksud dengan tegangan luluh (*yield stress*) dan tentukan nilai tegangan luluh logam berdasarkan diagram tarik yang sudah dibuat tersebut di atas!
5. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan ketangguhan, tentukan daerah ketangguhan pada diagram *stress* vs *strain* yang sudah dibuat tersebut di atas dan tentukan nilai ketangguhannya!
6. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan sifat elastisitas logam, tentukan daerah elastis logam pada diagram *stress* vs *strain* yang sudah dibuat tersebut di atas dan jelaskan hukum yang berlaku di daerah elastisitas tersebut serta tuliskan rumusnya lengkap dengan penjelasannya!
7. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan sifat plastisitas logam! Bilamana logam mengalami sifat plastis?
8. Buatlah kesimpulan dari hasil percobaan yang sudah dilakukan (gunakan data-data pada tabel dan diagram tarik *stress* vs *strain*).

MODUL 2
PERLAKUKAN PANAS (*HEAT TREATMENT*)
PENGUJIAN KEKERASAN
PENGAMATAN METALOGRAFI

Teori Dasar

Perlakuan panas adalah perlakuan yang diberikan kepada material logam dengan tujuan untuk mengubah sifat mekanis logam tersebut melalui panas yang diberikan pada temperatur tertentu kemudian diikuti dengan pendinginan dengan laju pendinginan tertentu. Besarnya kecepatan/laju pendinginan akan mempengaruhi sifat mekanis yang diperoleh berdasarkan perubahan struktur mikro yang terjadi. Pada laju pendinginan yang cepat (dengan menggunakan media celup) pada logam baja, akan diperoleh sifat mekanis yang sangat keras dan getas sedangkan pada laju pendinginan yang lambat (tanpa menggunakan media celup) akan diperoleh sifat mekanis dengan kelunakan yang tinggi.

Jenis-jenis perlakuan panas logam baja berdasarkan perbedaan laju pendinginannya dibedakan menjadi : *annealing* (anil), *normalizing* (normalisasi), *hardening* (pengerasan) dan temper. Siklus panas perlakuan panas tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Siklus Panas Beberapa Jenis Perlakuan Panas Baja dengan Kadar C Tertentu

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa pendinginan di dalam tungku (*furnace*) menunjukkan pendinginan yang paling lambat dan pendinginan dengan menggunakan media celup (air atau oli). Besarnya temperatur pemanasan ditentukan dengan menggunakan diagram fasa Fe-Fe₃C.

Struktur mikro yang dihasilkan dari proses perlakuan panas khususnya untuk logam baja dapat diprediksi dengan menggunakan diagram TTT (*Times Temperature Transformation*) dan hasilnya sangat menentukan nilai kekerasan yang diperoleh. Nilai kekerasan diketahui melalui uji kekerasan (*Brinell, Vickers atau Rockwel*). Struktur mikro yang diperoleh dari hasil perlakuan panas dapat diketahui dengan tepat dengan menggunakan metode pengamatan metalografi.

Alat dan Bahan yang Digunakan

1. Dapur Pemanas (*furnace*)
2. Sarung tangan tahan panas
3. Penjepit sampel logam
4. Mesin amplas
5. Mesin poles
6. Amplas dengan nomor grit mulai dari yang paling kasar sampai dengan halus
7. Pasta alumina atau pasta gigi
8. Alat Uji Kekerasan (Brinell)
9. Logam baja karbon rendah sebagai benda kerja

Prosedur Pelaksanaan Praktikum

Dapur Pemanas (*furnace*) dan mikroskop optik yang digunakan untuk modul praktikum ini ditunjukkan pada Gambar 2.2.



(a)

(b)

Gambar 2.2. Furnace (a) dan Mikroskop Optik (b) Yang Digunakan

1. Benda kerja (logam baja) dipotong menjadi potongan kecil (akan tetapi masih mudah dipegang oleh tangan).
2. Masukkan benda kerja (dalam hal ini gunakan baja karbon rendah mengingat metode uji kekerasan yang digunakan adalah metode Brinell) sebanyak 4 buah ke dalam *furnace*. Atur temperatur *furnace* sampai dengan temperatur austenisasi (gunakan diagram fasa Fe-Fe₃C). Temperatur austenisasi ditahan selama 30 menit. Setelah itu matikan *furnace*.
3. Benda kerja kesatu dikeluarkan dari *furnace*, langsung dicelup ke dalam air.
4. Benda kerja kedua dikeluarkan dari *furnace*, langsung dicelup kedalam media oli.
5. Benda kerja ketiga dikeluarkan dari *furnace*, dibiarkan mengalami pendinginan di udara terbuka (normalisasi).
6. Benda kerja keempat dibiarkan di dalam *furnace*, mengalami pendinginan di dalam *furnace* (anil).
7. Setelah seluruh benda kerja mencapai temperatur kamar, masing-masing sampel dilakukan pengamatan metalografi dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Benda kerja diampelas mulai dari amplas paling kasar sampai dengan amplas halus. Selama pengamplasan, sampel harus selalu dialiri air. Arah pengamplasan harus berubah setiap kali ganti nomor grit amplas.
 - b. Kemudian benda kerja dilakukan pemolesan dengan menggunakan pasta alumina atau pasta gigi dengan menggunakan alas dari bahan yang halus. Pemolesan dilakukan sampai permukaan benda kerja memantulkan cahaya.
 - c. Setelah itu benda kerja dibersihkan dengan air lalu dikeringkan.
 - d. Kemudian benda kerja dietsa dengan ditetesi zat kimia nital selama 5 detik kemudian langsung dicuci dan dikeringkan dengan *dryer*.
 - e. Amati benda kerja di bawah mikroskop dengan perbesaran tertentu.
8. Kemudian bekas benda kerja metalografi digunakan untuk uji kekerasan dengan menggunakan metode Brinell dengan 3 titik pengujian.

Tugas dan Pertanyaan

1. Lengkapi tabel di bawah ini :

No	Jenis Perlakuan Panas	Nilai Kekerasan (HB)	Gambar Struktur Mikro dan Penjelasan Lengkap
1	Media celup air	1.....	
		2.....	
		3.....	
		Rata-rata	
2	Media celup oli	1.....	
		2.....	
		3.....	
		Rata-rata.....	
3	Normalisasi	1.....	
		2.....	
		3.....	
		Rata-rata	
4	Anil	1.....	
		2.....	
		3.....	
		Rata-rata	

2. Buat grafik siklus panas (waktu vs temperatur) dari masing-masing jenis perlakuan panas hasil percobaan
3. Jelaskan tujuan dari masing-masing perlakuan panas yang dilakukan pada percobaan ini dan sesuaikan dengan hasil data kekerasan yang diperoleh!
4. Jelaskan cara penentuan temperatur pemanasan (austenisasi) untuk benda kerja logam baja yang digunakan dalam percobaan ini!
5. Buat grafik jenis perlakuan panas vs kekerasan (rata-rata) berdasarkan data-data pada tabel yang sudah diisi! Jelaskan hasilnya!
6. Jelaskan hubungan antara gambar struktur mikro dengan nilai kekerasan yang diperoleh!
7. Jelaskan hubungan antara besarnya kecepatan pendinginan dengan nilai kekerasan yang diperoleh!
8. Buat kesimpulan dari hasil percobaan ini!

MODUL 3

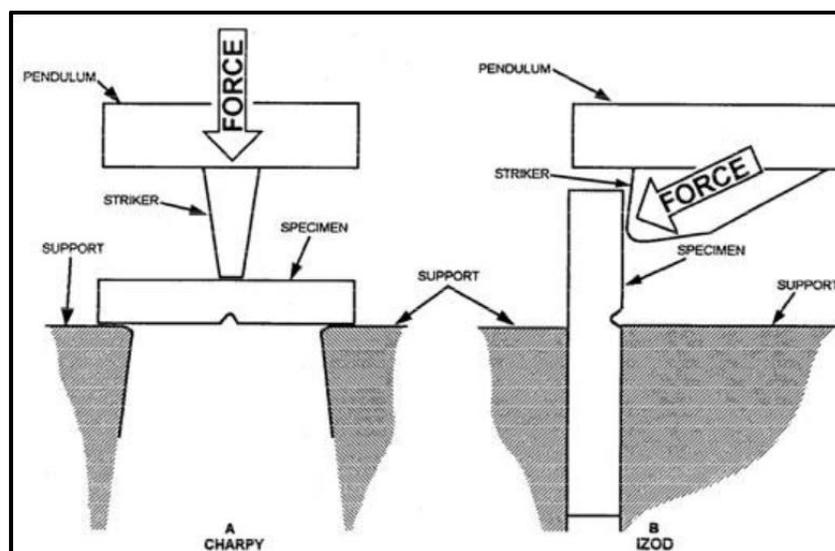
PENGUJIAN BENTUR (*IMPACT*)

Teori Dasar

Pengujian bentur dilakukan untuk mengetahui sifat kegetasan/keuletan logam (dalam hal ini logam baja) pada berbagai temperatur media mulai dari temperatur di bawah 0°C sampai dengan temperatur kamar jika logam tsb dikenai beban secara tiba-tiba (beban kejut/*impact*). Logam yang dalam keadaan biasa bersifat ulet (*ductile*) bisa berubah menjadi getas akibat pembebanan secara tiba-tiba pada suatu kondisi tertentu (khususnya pada temperatur yang sangat rendah, di bawah 0°C). Tiga faktor utama yang mempunyai peran penting pada peristiwa patah getas adalah :

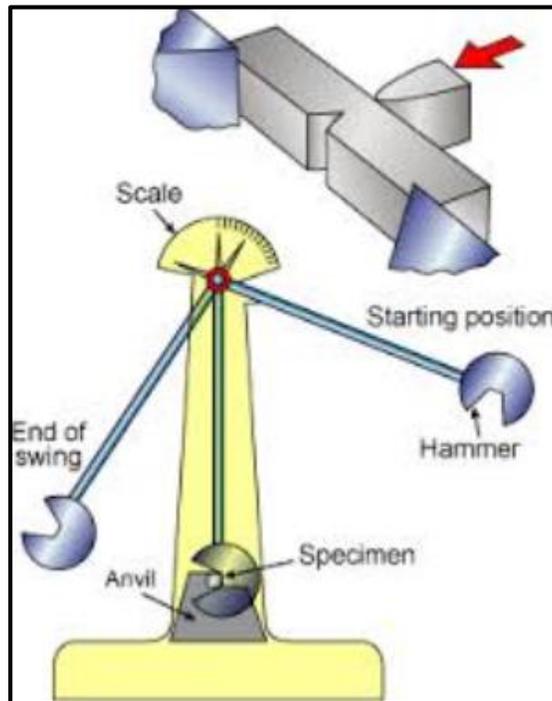
1. Tegangan tiga sumbu
2. Temperatur yang sangat rendah
3. Laju regangan yang tinggi
4. Adanya takikan

Ada 2 metode pengujian bentur yaitu metode *Charpy* dan *Izod*. Di antara kedua metode tersebut, metode *Charpy* yang paling banyak digunakan karena takikan berada di bagian tengah benda kerja sehingga tegangan dapat terdistribusi merata. Perbedaan dari kedua metode ini ditunjukkan pada Gambar 3.1,



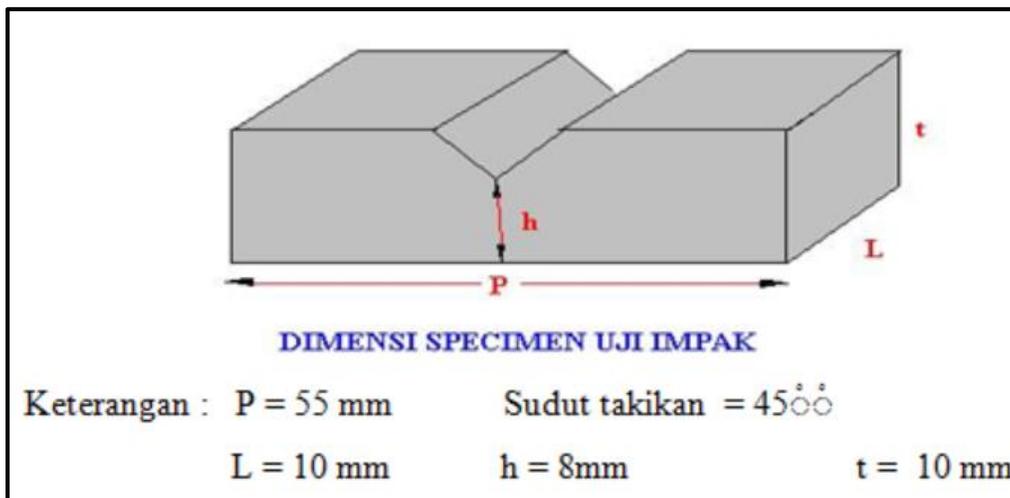
Gambar 3.1. Perbedaan Pembebanan dan Posisi Takikan antara Metode *Charpy* & *Izod*

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa pembebanan pada metode *Charpy* ada di belakang takikan sedangkan pada metode *Izod* ada di bagian yang sama dengan lokasi takikan. Metode yang digunakan pada percobaan ini adalah metode *Charpy* dengan prinsip kerja seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Prinsip Kerja Uji Impak dengan Metode *Charpy*

Dimensi dari benda kerja uji impak dengan metode *Charpy* ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Dimensi Benda Kerja Uji Impak Metode *Charpy*

Alat dan Bahan yang Digunakan

1. Benda kerja logam baja dengan kadar karbon rendah/medium
2. Alat uji impak
3. Liquid nitrogen
4. Jangka sorong
5. Termometer
6. Penjepit benda kerja

Prosedur Pelaksanaan Praktikum

1. Siapkan minimal 7 benda kerja untuk diuji impak pada temperatur yang berbeda. Perbedaan temperatur diperoleh dengan mencelupkan benda kerja ke dalam media *liquid nitrogen* untuk memperoleh temperatur di bawah 0°C.
2. Celupkan semua benda kerja ke dalam *liquid nitrogen* selama jangka waktu yang berbeda. Makin lama waktu pencelupan maka temperatur benda kerja akan semakin rendah.
3. Ukur temperatur benda kerja untuk setiap jangka waktu pencelupan. Kemudian benturkan dengan beban kejut menggunakan alat uji impak.
4. Lakukan hal yang sama untuk semua benda kerja.
5. Benturkan benda kerja yang tidak dicelupkan ke dalam media *liquid nitrogen* dengan beban kejut. Kondisi seperti ini adalah kondisi benda kerja pada temperatur kamar.
6. Hitung HI (Harga Impak) dengan rumus : $HI = E/A$ dimana E = energi yang diserap benda kerja sampai dengan putus dan A = luas penampang di luar takikan. Nilai E diperoleh dari alat uji dan nilai A dihitung = panjang x lebar (di bawah takikan).

Tugas dan Pertanyaan

1. Lengkapi tabel di bawah ini

A (mm ²) =			
No	Temperatur (°C)	Energi yang diserap (Joule)	Harga impak (Joule/mm ²)

2. Gambarkan penampang perpatahan untuk semua benda kerja!
3. Gambarkan grafik temperatur vs HI berdasarkan isian data pada tabel di atas!
4. Jelaskan yang dimaksud dengan temperatur transisi dan tentukan posisi temperatur transisi pada grafik di atas!
5. Jelaskan yang dimaksud dengan patah getas dan patah ulet! Bilamana terjadinya dikaitkan dengan temperatur transisi!
6. Jelaskan aplikasi dari hasil uji impak pada penggunaan material logam baja di lapangan!
7. Buat kesimpulan dari hasil percobaan ini!

MODUL 4

PENGUJIAN *NON DESTRUCTIVE* (MAGNETIK PARTIKEL)

Teori Dasar

Bahan feromagnetik berada dalam medan magnet maka induksi medan magnet tersebut akan menyebabkan bahan feromagnetik menjadi bersifat magnet. Bila di dalam bahan tersebut terdapat cacat, maka cacat tersebut akan menimbulkan medan magnet bocoran yang dapat menarik serbuk besi yang ditaburkan ke permukaan benda kerja. Serbuk besi yang tertarik medan bocoran ini akan terkumpul hingga menimbulkan indikasi yang menyatu. Makin dalam letak cacat, makin kecil kuat medan bocorannya, sehingga kumpulan serbuk besi yang terjadi makin kurang jelas, sensitivitasnya berkurang. Dengan membuat serbuk besi yang dapat berfluensi dalam radiasi sinar ultraviolet maka sensitivitasnya dapat menjadi lebih baik.

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mendeteksi adanya retak pada permukaan dan di bawah dekat permukaan logam feromagnetik.

Alat dan Bahan yang Digunakan

1. Yoke magnetik
2. Lampu ultraviolet
3. Cairan magnetik partikel
4. Benda kerja

Prosedur Pelaksanaan Praktikum

1. Siapkan peralatan magnetik partikel, lampu ultraviolet dan cairan magnetik partikel
2. Medan magnet dikenai pada benda kerja
3. Cairan magnetik disemprotkan ke permukaan benda kerja
4. Periksa cacat permukaan dengan bantuan lampu ultraviolet
5. Ukur cacat yang ada pada permukaan
6. Lakukan demagnetisasi pada benda kerja

Tugas dan Pertanyaan

1. Sebutkan kelebihan dan kelemahan dari percobaan uji magnetik partikel!
2. Sebutkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi benda kerja!
3. Jelaskan perbedaan prinsip antara magnetik partikel dengan uji *dye penetrant!*
4. Jelaskan yang dimaksud dengan logam feromagnetik dan sebutkan contohnya!
5. Jelaskan tujuan dan cara demagnetisasi!

MODUL 5

PENGUJIAN NON DESTRUCTIVE (EDDY CURRENT)

Teori Dasar

Pengujian *non destructive* dengan metode *Eddy Current* adalah metode yang menggunakan fenomena kelistrikan dan kemagnetan yang terdapat pada benda kerja. Salah satu karakteristik dari fenomena kelistrikan dan kemagnetan yang dapat diamati adalah timbulnya *Eddy Current* atau arus pusar pada benda kerja bila diberikan induksi magnet. Akibat yang timbul dengan bekerjanya induksi magnet pada benda kerja adalah menimbulkan *Eddy Current* yang berbeda karakteristiknya untuk setiap benda.

Penyimpangan besaran listrik dan magnet yang ada pada benda uji dari keadaan standardnya akan memberikan karakteristik *Eddy Current* yang berbeda, sehingga dapat digunakan untuk menentukan adanya cacat pada benda kerja.

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mendeteksi adanya cacat pada permukaan benda kerja dengan menggunakan metode **Eddy Current**.

Alat dan Bahan yang Digunakan

1. Defectometer
2. Probe
3. Pelat kalibrasi
4. Benda kerja
5. Jangka sorong

Prosedur Pelaksanaan Praktikum

1. Lakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan pelat kalibrasi.
2. Lakukan pendeteksian retakan pada benda kerja
3. Ukurlah panjang retakan dengan jangka sorong
4. Gambar lokasi retakan pada benda kerja

Tugas dan Pertanyaan

1. Jelaskan prinsip kerja uji *non destructive* dengan *Eddy Current*!

2. Jelaskan yang dimaksud dengan garis induksi pada selenoida yang timbul dalam benda kerja!
3. Jelaskan batasan penggunaan uji *non destructive Eddy Current*

MODUL 6

PENGUJIAN NON DESTRUCTIVE (ULTRASONIK)

Teori Dasar

Uji ultrasonik adalah uji tidak merusak yang menggunakan pancaran gelombang bunyi frekuensi tinggi yang dikenakan pada benda kerja yang akan diperiksa. Uji ultrasonik dilakukan pada frekuensi antara 20-30 Hz.

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mendeteksi adanya cacat atau retakan di dalam atau pada permukaan suatu benda kerja.

Alat dan Bahan yang Digunakan

1. Perangkat ultrasonic
2. Probe 45°, probe lurus, probe 60°
3. Blok kalibrasi
4. Benda kerja
5. Kuplan (jeli atau oli)
6. Jangka sorong

Prosedur Pelaksanaan Praktikum

1. Pada praktikum ini hanya dibatasi pada pengenalan pemakaian normal probe, untuk mendeteksi dan mengetahui posisi cacat lubang yang ada dalam benda kerja.
2. Ukur ketebalan benda kerja

Tugas dan Pertanyaan

1. Sebutkan kelebihan dan kelemahan uji *non destructive* ultrasonik !
2. Gambarlah peralatan dan benda kerja yang diperiksa !
3. Buat kurva standar !
4. Buat kurva pemeriksaan benda kerja sesuai dengan hasil pekerjaan yang dilakukan!

MODUL 7

SINTESIS/REKAYASA MATERIAL KERAMIK/KOMPOSIT

Teori Dasar

Engineering material lainnya disamping logam, yang banyak digunakan untuk komponen-komponen permesinan adalah keramik dan komposit. Teknologi rekayasa material terus berkembang mengarah kepada tuntutan tersedianya material maju (*advanced material*). Keramik dan komposit yang termasuk ke dalam material maju adalah bukan merupakan keramik dan komposit konvensional tetapi merupakan keramik dan komposit hasil rekayasa dari material keramik dan komposit yang sudah ada. Sebagai contoh gabungan dari beberapa jenis keramik yang terdiri dari keramik elektrik (BaTiO_3) dan keramik magnetik ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$), keramik dan komposit hasil substitusi unsur-unsur tertentu ke dalam senyawa tersebut, keramik dan komposit yang mempunyai 2 atau lebih sifat-sifat fisis di dalam sebuah material (material *multiferroic* BiFeO_3) dll.

Umumnya material maju merupakan material nanopartikel berwujud serbuk yang kemudian dapat difabrikasi/dimanufaktur melalui teknologi pembentukan seperti pressing, drawing dll. Material nanopartikel (ukuran partikel < 100 nm) mempunyai kualitas sifat fisis dan mekanis jauh lebih baik dibandingkan dengan material dengan ukuran partikel yang lebih besar dari nano. Metode sintesis untuk dapat menghasilkan serbuk nanopartikel adalah metode *sol-gel*. Metode ini merupakan metode yang sederhana dengan penggunaan alat laboratorium yang banyak tersedia di laboratorium, membutuhkan temperature proses yang rendah, mudah menghasilkan material dengan fasa tunggal dan terhindar dari aglomerisasi (penggumpalan serbuk).

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk memproduksi material keramik nanomultiferroic BiFeO_3 yang banyak diaplikasikan untuk divais elektronik seperti “ultimate memory device”, alat penyimpan memori data di komputer.

Alat dan Bahan yang Digunakan

1. *Hot plate*
2. *Beaker glass*, cawan keramik, cawan penggerus

3. Termometer
4. Pengaduk kaca
5. *Furnace* (dapur pemanas)
6. Serbuk $\text{Bi}_5\text{O}(\text{OH})_9(\text{NO}_3)_4$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 , H_2O , $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ dan *aquabidestilate*.

Prosedur Pelaksanaan Praktikum

1. Lakukan penimbangan senyawa kimia sebagai bahan dasar berdasarkan perhitungan stoikiometri
2. Semua senyawa kimia yang telah ditimbang dilarutkan ke dalam aquabidestilate hingga volume total larutan 200 ml (untuk asumsi membuat 10 gram serbuk BiFeO_3)
3. Larutan senyawa tersebut kemudian dipanaskan di atas hot plate pada temperatur 80-90°C sampai terbentuk *gel*.
4. *Gel* yang ada dalam *beaker glass* kemudian dimasukkan ke dalam *furnace* untuk dilakukan proses kalsinasi pada temperatur 300°C selama 2 jam.
5. Hasil dari proses kalsinasi adalah serbuk yang kemudian dilakukan penggerusan dulu sebelum dilakukan proses sintering pada temperatur 700°C selama 2 jam.
6. Hasil akhir adalah serbuk dalam wujud nanopartikel.

Tugas dan Pertanyaan

1. Jelaskan tujuan dilakukannya proses kalsinasi dan sintering pada proses sintesis material keramik *nanomultiferroic*!
2. Bagaimana cara menentukan temperatur kalsinasi dan sintering yang diperlukan dalam proses sintesis ini?
3. Foto hasil serbuk yang dihasilkan dari setiap tahapan proses sintesis ini dan tempelkan gambarnya pada laporan kerja praktikum!
4. Jelaskan pengujian yang dilakukan untuk menentukan bahwa fasa yang terbentuk dari proses sintesis ini adalah BiFeO_3 !

TATA TULIS PENYUSUNAN LAPORAN PRAKTIKUM REKAYASA MATERIAL

1. Laporan disusun per praktikan dalam 1 buku dimana di dalamnya berisi laporan per modul yang ditulis dengan tulisan tangan di atas kertas folio bergaris, tinta warna biru, tulisan harus jelas terbaca dan mengikuti sistematika sebagai berikut :

Modul 1

Bab 1. Pendahuluan

Bab 2. Tujuan Percobaan

Bab 3. Alat dan Bahan Percobaan

Bab 4. Prosedur Pelaksanaan Percobaan

Bab 5. Tugas dan Pertanyaan

Modul 2

Bab 1. Pendahuluan

Bab 2. Tujuan Percobaan

Bab 3. Alat dan Bahan Percobaan

Bab 4. Prosedur Pelaksanaan Percobaan

Bab 5. Tugas dan Pertanyaan

Modul 3

Bab 1. Pendahuluan

Bab 2. Tujuan Percobaan

Bab 3. Alat dan Bahan Percobaan

Bab 4. Prosedur Pelaksanaan Percobaan

Bab 5. Tugas dan Pertanyaan

Dst

2. Pendahuluan berisi tentang teori dasar tentang materi percobaan. Dilarang menyalin sama persis dari panduan. Hendaknya teori dasar dikembangkan sendiri sesuai kebutuhan (maksimum 2 halaman)

3. Demikian juga dengan Bab 2, 3 dan 4, dilarang menyalin persis dari buku panduan. Harus ada pengembangan dari praktikan (lebih detail dari panduan), maksimum 3 halaman untuk ketiga bab tersebut.
4. Bab 5 adalah yang paling penting dan menjawab semua tugas serta pertanyaan yang ada di setiap modul pada buku panduan ini.
5. Jumlah halaman keseluruhan laporan adalah antara 20-40 halaman.
6. Laporan dijilid dengan kawat spiral putih, diberi cover judul dari karton warna putih. Tulisan pada cover judul harus diketik times new roman, font 14 dengan sistematika :

FORMAT LAPORAN PRAKTIKUM

Laporan Praktikum Rekayasa Material



Oleh :
Nama Praktikan (Nomor Pokok)

Semester Ganjil/Genap Tahun Akademik

Laboratorium Rekayasa Material
Program Studi Teknik Mesin
Institut Teknologi Indonesia

Serpong
Tanggal, Bulan, Tahun

DAFTAR PUSTAKA

B.D. Cullity, Elements of X-Ray Diffraction, Addison Wesley Publishing Company, Inc, London England, vol.1, September 1959.

G.E. Dieter, Mechanical Metallurgy, Mc Graw Hill Series in Materials Science and Engineering, Singapore, 10th Printing 19984.

R.W.K. Honeycombe, Steels Microstructure and Properties, Edward Arnold Publisher Ltd, London, 1982.

S.H. Avner, Introduction to Physical Metallurgy, Mc Graw Hill International Book Company, Singapore, Second Edition, 1989.