

Non-Destructive Test (NDT) & Interpretasi Foto Scanning Electron Microscope (SEM)

Irfan Fadhilah

Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganeca 10 Bandung 40132, Indonesia

fadhilahirfan48@gmail.com

Abstract. Non-Destructive Testing adalah suatu teknik pengujian yang digunakan untuk memeriksa kualitas objek atau material, tanpa mengganggu atau merusak kinerja produk tersebut karena hanya menggunakan pengujian pada permukaan saja. Tujuan praktikum ini adalah untuk mengukur ketebalan suatu spesimen dengan alat Ultrasonic Thickness Gauge (UTG) dan membandingkan hasilnya dengan *Vernier Callipers*, serta mengukur parameter kekasaran dengan alat *Surface Roughness Test (SRT)* dan memprediksi perlakuan yang telah diterima oleh sampel. Percobaan UTG dilakukan dengan mengukur beberapa sampel dengan UTG lalu mengukurnya kembali dengan *Vernier Callipers* dan membandingkan hasilnya. Sementara untuk SRT dengan meletakkan spesimen lalu SRT akan mengukur parameter kekasaran permukaan dari spesimen.

Kata kunci : UTG, SRT, SEM, sampel, pengukuran, hasil

1. Pendahuluan

Non Destructive Testing (NDT) adalah proses memeriksa, mengetes atau mengevaluasi material atau paduan untuk kualitas atau perbedaan sifatnya tanpa merusak performa produk tersebut [1]. NDT tidak merusak produk karena pada test NDT yang digunakan hanya permukannya saja [2]. NDT bertujuan untuk memeriksa kualitas dan karakteristik dari material tersebut tanpa merusaknya, memprediksi perlakuan –perlakuan pada logam sebelumnya, dan memastikan produk yang sedang digunakan masih dapat dipakai dengan baik tanpa melepas bagian produk pada saat mengetesnya. Beberapa jenis NDT diantaranya adalah *Ultrasonic Thickness Gauge (UTG)*, *Surface Roughness Test (SRT)* dan *Scanning Electron Microscope (SEM)*.

Pada praktikum modul 5 alat yang digunakan adalah UTG dan SRT. UTG adalah alat yang menggunakan penjaralan gelombang ultrasonik dalam melakukan pengukuran [2]. UTG digunakan untuk menghitung ketebalan suatu material. Dalam penggunaannya UTG harus dioleskan cairan *couplant* terlebih dahulu di permukaan material yang akan diukur. Lalu lakukan pengukuran di 3 titik yang berbeda. Setelah itu lakukan pengukuran dengan *Vernier callipers* dan bandingkan hasilnya.

SRT adalah metode NDT yang digunakan untuk mengukur parameter kekasaran permukaan yaitu R_a , R_z , R_q dan R_{max} [2]. Cara penggunaannya adalah dengan cara meletakkan metal blok yang akan diukur dibawah *dial indicator*, lalu SRT akan mengukur dan mencetak hasil pengukuran berupa parameter kekasaran.

2. Metode Percobaan

Alat yang dibutuhkan untuk percobaan ini adalah Ultrasonic Thickness Gauge dan Surface Roughness Test. Sementara bahan yang dibutuhkan adalah Test piece UTG, Metal block SRT dan couplant. Pertama tama kita melakukan percobaan dengan UTG, mula mula siapakan alat UTG dan kalibrasikan alat tersebut, atur frekuensi sesuai dengan jenis logam yang ketebalannya akan diukur , lalu siapkan beberapa test piece, lalu oleskan couplant pada 3 titik yang berbeda dari permukaan *test piece* UTG, setelah itu tempelkan *probe* pada ketiga titik tersebut dan UTG akan menampilkan hasilnya pada layar UTG, catat hasilnya, setelah diukur pada 3 titik yang berbeda pada material tersebut lakukan juga pengukuran dengan *Vernier Callipers* untuk material tersebut dan catat juga hasilnya, lalu bandingkan hasil pengukuran dengan UTG dan *Vernier Callipers*.

Setelah menggunakan UTG kita melakukan percobaan dengan SRT. Mula mula siapakan SRT dan kalibrasikan alatnya, lalu letakkan metal blok di bawah *dial indicator*, lalu atur posisi *dial indicator* sehingga ujung dari *dial indicator* berada dalam posisi stabil (di tengah skala) pada pembacaan skala tekanan terhadap permukaan objek pengukuran, masukkan faktor-faktor yang ingin diperiksa dari permukaan objek (R_a, R_q, R_z dan R_{max}), lalu klik run hasil dan print untuk mencetak hasil pengukuran.

Sementara itu untuk uji dengan menggunakan SEM, ruangan yang diperlukan harus dalam kondisi vakum karena prinsip SEM adalah dengan menembakkan elektron pada sampel agar elektron tidak berpencah. Selain itu sampel yang digunakan juga harus terbebas dari kandungan air, karena air akan menguap pada kondisi vakum dan bisa mempengaruhi hasil, penguji juga harus memakai sarung tangan sepanjang percobaan SEM, selain itu biasanya juga sampel dimounting terlebih dahulu dengan *carbon tapes* atau *copper tapes*, jika yang akan diuji material berbentuk powder maka sebaiknya dibuat dalam bentuk *volatile solvent* terlebih dahulu, dan jagalah agar ruangan SEM tetap bersih. SEM juga biasanya dihubungkan dengan komputer dan bisa diperbesar sampai 3 juta kali dan dengan komputer dan softwrenya kita bisa melihat komposisi dan informasi kristalografi. Namun karena biaya pemakaian SEM ayng mahal maka sebelum melakukan percobaan hendaknya mencari cari informasi tentang gambaran struktur atau komposisi yang akan diamatai pada literatur sehingga tidak membuang biaya.

3. Hasil dan Pembahasan

Ultrasonic Thickness Gauge (UTG) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur ketebalan dari suatu material dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Prinsip kerja UTG adalah *transmitter* akan memancarkan gelombang ultrasonik menembus permukaan benda dan dipantulkan kembali ke *receiver*. Dengan cara mengukur waktu yang diperlukan oleh gelombang untuk merambat dari *probe* hingga mencapai dasar material lalu kembali lagi ke *probe*, kita bisa mengetahui ketebalan material tersebut. selama perambatannya gelombang dipengaruhi oleh sifat bahan yang dilalui seperti massa jenis dan homogenitas.

no	sampel	Material	UTG (mm)	Rata-rata UTG (mm)	VC (mm)	Rata-rata VC (mm)
1	A	Steel	17,9	17,9	19,4	19,3
			17,9		19,3	
			17,9		19,2	
2	B	Steel	1,3	1,3	1,25	1,266666667
			1,3		1,3	
			1,3		1,25	
3	C	Steel	4,4	4,366666667	4,4	4,333333333
			4,5		4,4	
			4,2		4,2	
4	D	Al	1,4	1,433333333	1,45	1,483333333
			1,4		1,5	
			1,5		1,5	
5	E	Al	0,5	0,433333333	0,5	0,5
			0,4		0,5	
			0,4		0,5	

Tabel 1. Data hasil pengukuran UTG dan Vernier Callipers

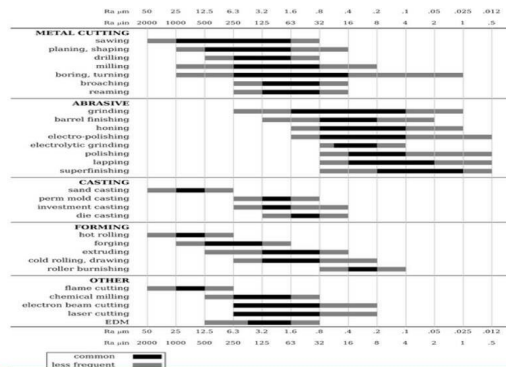
Berdasarkan data yang sudah dipaparkan diatas, dapat dilihat bahwa pengukuran menggunakan Vernier Callipers dan UTG menghasilkan hasil yang berbeda tipis. Perbedaan terbesar jika dihitung dari rata-ratanya ada pada sampel A yaitu sebesar 1,4 mm. Sementara untuk sampel lain menghasilkan perbedaan pengukuran yang sangat kecil, sehingga dapat dikatakan kedua alat bekerja dengan baik. Perbedaan hasil diantara keduanya diakibatkan oleh keduanya memiliki prinsip kerja yang berbeda, dimana UTG memiliki prinsip kerja berdasarkan gelombang ultrasonik dan vernier Callipers berdasarkan mekanik. Pada perambatannya, gelombang UTG dapat dipengaruhi oleh struktur dalam logam seperti pengotor yang ada di logam bisa saja mempengaruhi perambatan gelombang, sementara Vernier callipers hanya mengukur jarak antara 2 permukaan sehingga tidak dipengaruhi oleh struktur dalam logam. Struktur dalam logam bisa saja memperlambat perambatan gelombang ultarsonik pada UTG sehingga mengakibatkan perbedaan hasil pengukuran. Selain itu terkadang pada UTG pemberian couplant yang terlalu sedikit dapat menyebabkan tidak akuratnya hasil, hal itu karena jika tidak ada couplant maka pengukuran dengan menggunakan UTG tidak bisa dilakukan.

UTG dan Vernier callipers (jangka sorong) sama sama dapat digunakan untuk mengukur panjang suatu material. Namun penggunaan UTG akan menyulitkan jika material yang akan diukur ketebalannya mudah dibongkar pasang atau untuk material satuan kecil, karena penggunaan UTG membutuhkan couplant, oleh karena itu untuk material satuan kecil pengukuran akan lebih mudah jika digunakan jangka sorong dan hasilnya kurang lebih akan sama dengan UTG. Sementara untuk mengukur ketebalan material yang sudah terpasang dan sedang digunakan seperti mengukur ketebalan pipa yang terkorosi, maka digunakan UTG, karena penggunaan UTG tidak perlu membongkar pasang pipa tersebut, cukup menempelkan pada bagian permukaan pipa yang akan diukur saja.

Surface Roughness Test (SRT) adalah metode NDT yang digunakan untuk mengukur parameter kekasaran permukaan. Pengukuran kekasaran diperoleh dari sinyal pergerakan stylus berbentuk diamond untuk bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai alat indikator pengukuran kekasaran permukaan benda uji.



Gambar 1. Hasil SRT



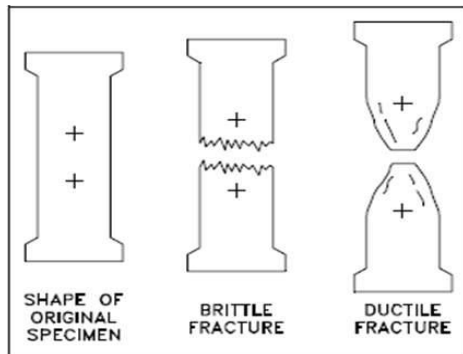
Praktikum Metalurgi Fisik (MG2216) | Non Destructive Test dan Interpretasi Foto SEM | 2017

Gambar 2. Tabel hubungan Ra terhadap perlakuan yang diterima material

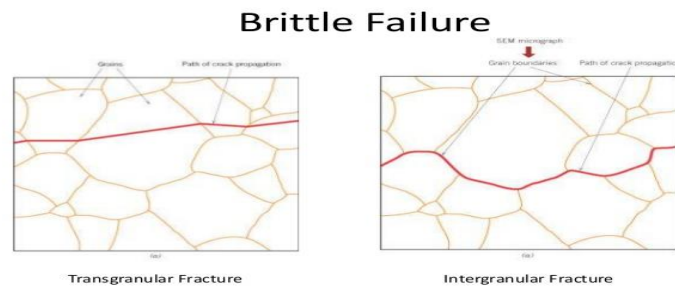
Berdasarkan percobaan SRT didapat hasil berupa parameter kekasaran $Ra = 2,451 \mu\text{m}$, $Rq = 2,881 \mu\text{m}$, $Rt = 10,93 \mu\text{m}$, $Sm = 0,099 \mu\text{m}$, $Rp = 3,854 \mu\text{m}$, $Rv = 7,076 \mu\text{m}$ dan $Rmax = 10,93 \mu\text{m}$. Dari Ra kita bisa memprediksi perlakuan yang diterima logam dengan tabel pada gambar 2, yang berwarna gelap berarti sering dilakukan dan yang berwarna terang jarang dilakukan. Berdasarkan hasil Ra maka pada sampel ini penyebab timbulnya kekasaran karena sering dilakukan *sawing, planing, shaping, drilling, milling, boring, turning, broaching, reaming, perm mold casting, investment casting, extruding, cold rolling, drawing, chemical milling, electron beam cutting, laser cutting* dan EDM. Dan pada sampel tersebut juga pernah dilakukan (jarang) *grinding, barrel finishing, die casting, dan forging*. Salah satu aplikasi SRT adalah untuk analisis kegagalan logam. Dari hasil SRT kita bisa memprediksi mengapa logam tersebut patah atau gagal sehingga bisa diperbaiki dan dibuat yang lebih baik. Selain itu SRT juga bisa

memprediksi perlakuan perlakuan yang telah diterima oleh logam berdasarkan parameter kekasaran yang didapat.

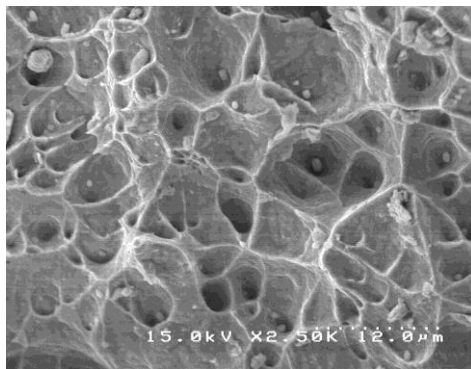
Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan suatu mikroskop yang dapat melakukan pembesaran sampai 2 juta kali. Prinsip kerjanya adalah pistol elektron akan memproduksi sinar elektron, lalu anoda akan mempercepat produksinya. Elektron yang terbentuk kemudian difokuskan menuju sampel oleh lensa magnetik. Sinar yang terfokus tersebut akan memindai keseluruhan sampel dengan bantuan koil pemindai. Saat elektron mengenai sampel, sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor ke monitor CRT. Gambar yang ditampilkan oleh CRT lah yang dapat dilihat dan diperbesar.



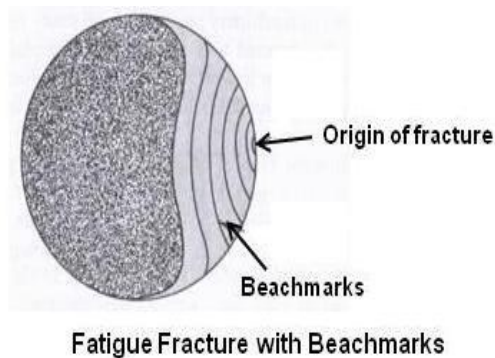
Gambar 3. Patah ulet dan getas
Makroskopik [3].



Gambar 4. Transgranular dan intergranular
Fraktur [4].



Gambar 5. Mikrostruktur
Patahan ulet [5].



Gambar 6. Mikrostruktur patahan
Fatigue [6].

Pada gambar 3 dapat dilihat secara makrostruktur perbedaan patahan getas dan ulet. Pada makrostruktur patahan ulet terjadi deformasi plastis dulu berupa necking baru patah, sementara pada patahan getas tidak terjadi deformasi plastis di daerah patahan. Pada gambar 5 dapat dilihat jelas mikrostruktur patahan ulet, patahan ulet cenderung berbentuk tumpul dan berserat dan terdapat dimple. Sementara patahan getas terbagi jadi 2 yaitu intergranular dan transgranular fracture. Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa transgranular fracture adalah patahan getas yang menembus butiran karena energi butiran lebih rendah daripada energi batas butiran, sementara intergranular fracture adalah patahan getas yang terjadi di sepanjang batas butiran, karena energi pada batas butiran lebih rendah daripada energi di butiran. Sementara pada gambar 6 terjadi patahan *fatigue* ditandai dengan adanya *beachmarks* dan terdapat *striasi*.

Perbedaan SEM dan EDS terletak pada kegunaannya. EDS atau *energy dispersive spectroscopy* dihasilkan dari sinar x karakteristik, yaitu dengan menembakkan sinar x pada posisi tertentu maka akan muncul puncak-puncak yang mewakili unsur tertentu. Biasanya EDS digunakan untuk mengenali jenis atom di permukaan yang mengandung multi atom. Dengan EDS dapat dilakukan pemetaan elemen dengan memberikan warna yang berbeda-beda pada masing-masing elemen. SEM dapat digunakan untuk melihat berbagai macam mikrostruktur seperti patahan, fasa, komposisi, dan struktur, sementara pada

EDS data yang ditampilkan hanya berupa grafik puncak-puncak. SEM dapat melihat dengan jelas gambar mikrostruktur sementara EDS hanya bisa memetakan komposisi saja

4. Simpulan

4.1. Simpulan

1. Pada pengujian UTG dan jangka sorong didapat hasil yang tidak jauh berbeda. Perbedaan terbesar sebesar 1,4 mm pada spesimen A.
2. Berdasarkan percobaan SRT didapat hasil berupa parameter kekasaran $R_a = 2,451 \mu\text{m}$, $R_q = 2,881 \mu\text{m}$, $R_t = 10,93 \mu\text{m}$, $S_m = 0,099 \mu\text{m}$, $R_p = 3,854 \mu\text{m}$, $R_v = 7,076 \mu\text{m}$ dan $R_{max} = 10,93 \mu\text{m}$
3. UTG adalah alat digunakan untuk mengukur ketebalan suatu material dengan gelombang ultrasonik, dan SRT adalah alat yang digunakan untuk mengukur parameter kekasaran suatu material.
4. SRT dapat memprediksi perilaku-perilaku yang dialami logam. Berdasarkan hasil R_a maka pada sampel ini penyebab timbulnya kekasaran karena sering dilakukan *sawing, planing, shaping, drilling, milling, boring, turning, broaching, reaming, perm mold casting, investment casting, extruding, cold rolling, drawing, chemical milling, electron beam cutting, laser cutting* dan EDM. Dan pada sampel tersebut juga pernah dilakukan (jarang) *grinding, barrel finishing, die casting, dan forging*

4.2. Saran

1. Hendaknya alat alat NDT dilengkapi agar memudahkan praktikum
2. Sebaiknya alat NDT dimiliki oleh lab metalurgi fisika agar praktikum tidak perlu ditunda pengambilan datanya

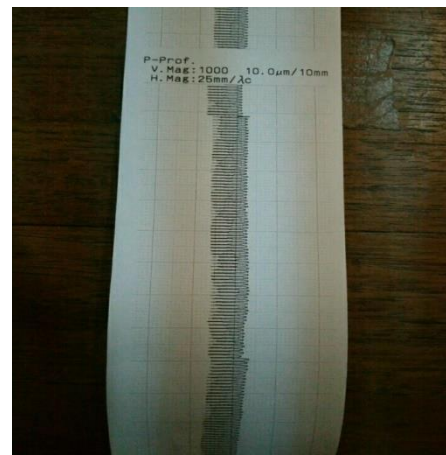
5. References

- [1] <http://www.asnt.org/MinorSiteSection/AboutASNT/Intro-to-NDT> diakses pada tanggal 19 April 2017 pukul 21.00 WIB
- [2] Modul praktikum metalurgi fisika 2017
- [3] <https://www.myodesie.com/wiki/index/returnEntry/id/3060> diakses pada tanggal 19 April 2017 pukul 22.00 WIB
- [4] <https://www.kullabs.com/classes/subjects/units/lessons/notes/note-detail/9526> diakses pada tanggal 19 April 2017 pukul 21.30 WIB
- [5] <http://ims.vanderbilt.edu/mse150/fracture/ductile/D304/d304.htm> diakses pada tanggal 19 April 2017 pukul 23.00 WIB
- [6] <http://practicalmaintenance.net/?p=989> diakses pada tanggal 19 April 2017 pukul 23.24 WIB

6. Lampiran



Gambar 7. Hasil SRT



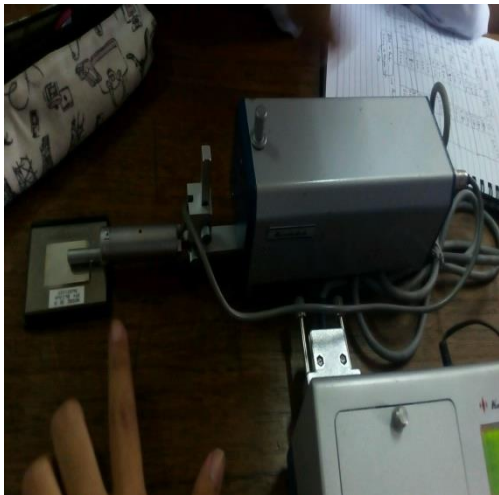
Gambar 8. Hasil SRT



Gambar 9. Alat UTG



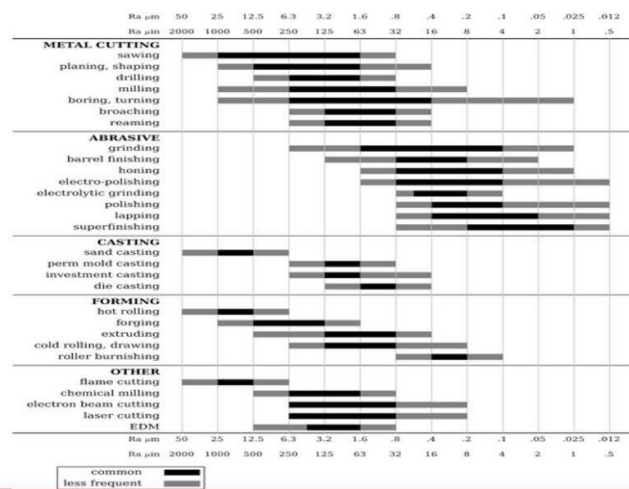
Gambar 10. Pengukuran dengan UTG



Gambar 11. Pengukuran dengan SRT



Gambar 12. Pengolesan couplant Pada UTG



Gambar 13. Tabel hubungan Ra dengan perlakuan yang diterima material