

PROSES PEMBUATAN DAN UJI KUALITAS BAUT TIPE FB 6XL MC3 G7S K10 SIM

Eko Aprianto Nugroho^(1*)

⁽¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma

^(*)E-mail *Corresponding Author* : ekoaprianto@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Setiap produk selalu terdiri dari berbagai komponen-komponen yang tersambung dengan sambungan permanen/ tetap atau sambungan non-permanen/ tidak tetap. Sambungan permanen adalah jenis sambungan untuk menghubungkan komponen-komponen secara tetap dan tidak mudah untuk melepaskannya, sedangkan sambungan non permanen adalah sambungan yang tidak tetap dan dapat dilepas dengan mudah. Sambungan baut adalah salah satu jenis sambungan tidak tetap. Penulisan ini menjelaskan proses pembuatan dan uji kualitas baut tipe FB 6XL MC3 G7S K10 SIM. Material baut yang digunakan adalah SWCH (*Steel Wire Cold Heading*) berdiameter 5,26 mm. Material disiapkan dan menuju proses *heading*, yaitu pembuatan kepala baut menggunakan mesin *press heading*. Tahapan selanjutnya adalah proses *rolling* yang bertujuan untuk pembuatan ulir baut. Baut yang selesai dari proses *rolling* dilakukan *heat treatment* dengan metode *quenching* dan *tempering*. Proses selanjutnya adalah *plating* untuk melapiskan baut untuk mencegah terjadinya karat dan dipilih secara acak sebanyak 5 buah untuk uji ketebalan lapisan plating dengan standard sebesar 5 μ m menggunakan alat *phascope*. Berikutnya adalah uji torsi yang dilakukan selama 3 hari pada hari ke- 1,2 dan 3 sebesar 11Nm, 22 Nm dan 33 Nm, pemeriksaan inisial *crack* menggunakan kamera *dynolite*. Uji kekerasan *rockwel* dengan pengambilan 5 buah baut secara acak dan uji *microstruktur*. Hasil pembuatan baut tipe FB 6XL MC3 G7S K10 SIM memenuhi persyaratan disebabkan hasil uji *plating* sebesar 9,93 – 11,5 μ m, uji torsi sebesar 798,30 Mpa, uji kekerasan 36,8 dari standard 31-39 dan uji mikrostruktur tidak mengalami dislokasi saat *austenite* bertransformasi menjadi *martensite*.

Kata Kunci: Proses Pembuatan Baut, Uji Kualitas Baut, FB 6XL MC3 G7S K10 SIM

Abstract

Every product consists of various components that are connected either by permanent joints or non-permanent joints. A permanent joint is a type of joint used for joining components permanently, and it is not easy to remove; whereas a non-permanent joint is a joint that is not fixed and can be removed easily. Bolted joint is one type of non-fixed joint. This paper describes the process of making and testing the quality of the bolt with the type of FB 6XL MC3 G7S K10 SIM. The material used to make the bolt is SWCH (*Steel Wire Cold Heading*) with a diameter of 5.26 mm. The material is prepared and then goes to the heading process, namely the manufacture of bolt heads using a heading press machine. The next stage is the rolling process which aims to create the bolt threads. The finished bolts from the rolling process are given heat treatment by quenching and tempering methods. The next process is plating, i.e. to coat the bolts to prevent rust. 5 pieces of bolts were randomly selected to test the thickness of the plating layer with a standard of 5 μ m using a phascope tool. Next is the torsion test which was carried out for 3 days on day 1.2 and 3 at 11Nm, 22 Nm and 33 Nm respectively, checking the initial crack using a dynolite camera. Rockwell hardness test was done by taking 5 bolts randomly with microstructural test. The results of making bolts type FB 6XL MC3 G7S K10 SIM showed that the bolts meet the requirements because the plating test shows 9.93 – 11.5 μ m, the torque test shows 798.30 Mpa, the hardness test shows 36.8 from the 31-39 standard, and the microstructure test does not experience dislocation when the austenite transforms into martensite.

Keywords: Bolt Making Process, Bolt Quality Test, FB 6XL MC3 G7S K10 SIM

1 PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari kebutuhan akan baut dalam bidang konstruksi pembangunan, otomotif, elektronik, maupun industri manufaktur sangat banyak digunakan. Sebab salah satu fungsi dari baut

adalah sebagai alat pengikat atau penyambung komponen yang satu dengan yang lainnya, agar menjadi satu kesatuan yang kokoh dan terbentuk sesuai keinginan rancang bangun. Pada penelitian ini diawali dari tahapan proses pembuatan baut dan uji kualitas baut dengan tipe FB 6XL MC3 G7S K10

SIM, pengujian ini sangat penting dikarenakan baut adalah *part* yang menghubungkan komponen-komponen dalam sistem, sehingga harus kuat dan kokoh dalam penyambungan komponen tersebut.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan baut tipe FB 6XL MC3 G7S K10 dan menganalisis kualitas baut. Pengujian yang dilakukan adalah uji torsi, uji kekerasan, uji *plating* dan uji mikro struktur. dan Pengujian torsi, kekerasan, *plating* dan mikro struktur.

Baut

Baut adalah salah satu jenis sambungan tidak tetap, oleh sebab itu mudah dalam memasangnya dan membukanya. Berikut ini adalah keuntungan dan kerugian dari baut.

Keuntungan:

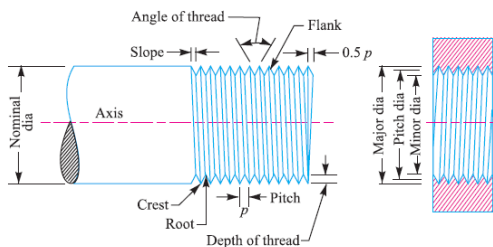
1. Mudah dalam pemasangan/ penggunaan
2. Kemampuan menerima beban yang tinggi
3. Efisiensi tinggi
4. Dapat digunakan di berbagai kondisi penyambungan

Kerugian :

1. Pada daerah ulir memiliki tegangan yang tinggi

Konstruksi Baut

Baut memiliki bagian – bagian seperti gambar di bawah ini:



Gambar 1 Konstruksi Baut

1. *Major Diameter*
Major Diameter merupakan diameter ulir terbesar pada eksternal maupun internal dan dikenal juga sebagai nominal diameter dan *outside diameter*
2. *Minor Diameter*
Minor Diameter merupakan diameter ulir terkecil pada eksternal maupun internal dan dikenal juga sebagai *core* atau *root diameter*.
3. *Pitch Diameter*
Diameter *pitch* adalah diameter lingkaran imajiner atau diameter efektif baut.

Heat Treatment

Heat treatment adalah perlakuan panas terhadap material dengan suhu dan pendinginan tertentu untuk mencapai tujuan sifat mekanis yang diinginkan. *Heat*

treatment terdiri dari tiga tahapan, yaitu pemanasan, perendaman, dan pendinginan. Pendinginan cepat logam dari atas kisaran kritis, menghasilkan struktur yang keras. Sedangkan pendinginan yang sangat lambat menghasilkan struktur lunak.

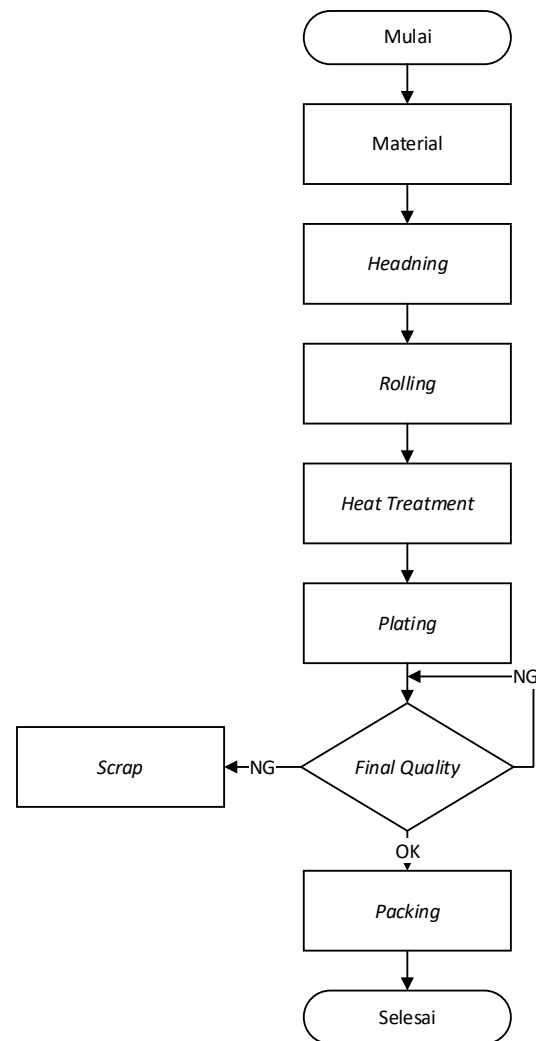
Uji puntir

Uji puntir adalah salah satu pengujian jenis *destructive test*. Tujuannya adalah untuk mengetahui sifat material berupa kekuatan puntir setelah menerima tegangan puntir. Tegangan maksimum menggunakan rumus seperti berikut :

$$\tau = \frac{16. MT}{\pi. D^3} \tag{1}$$

2 METODOLOGI

Proses penelitian ini biasanya selalu diawali dengan penetapan metode penelitian atau langkah-langkah penelitian. Pada Gambar 2 di bawah ini akan menjelaskan mengenai tahapan yang di lakukan dalam produksi baut tipe FB 6XL MC3 G7S K10 dengan menggunakan diagram alir atau *flowchart*.



Gambar 2 Flowchart Pembuatan Baut

Diagram pada Gambar 2 adalah langkah-langkah proses yang menyatakan awal dan akhir dari suatu proses produksi pembuatan baut, dimulai dari menentukan material yang dipergunakan, tahapan proses *manufaktur*, sampai proses *quality control* dan baut siap didistribusikan.

Material

Pembuatan baut dengan tipe FB 6XL MC3 G7S K10 SIM menggunakan material jenis baja campuran yang berupa gulungan kawat (*wire*). Tipe gulungan kawat adalah SWCH (*steel wire cold heading*) 45 K dengan diameter 5,26mm dengan *tenile strenght* 96 kgf dan tingkat kekerasan 90 HRB.

Tabel 1. Komposisi Material SWCH 45K

Material	Ukuran (%)
Carbon (C)	0,48
Silicon (Si)	0,35
Mangan (Mn)	0,90
Fosfor (P)	0,030
Sulfur (S)	0,035

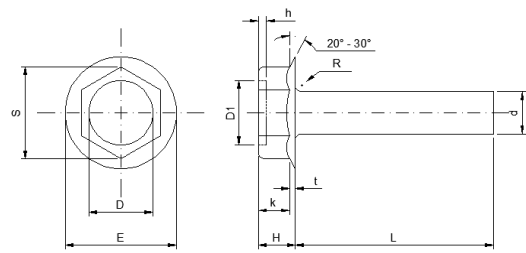
Pada Gambar 3 ini adalah material SWCH 45K sebelum dilakukan proses permesinan.



Gambar 3 Material SWCH 45K

Heading

Proses *heading* adalah proses untuk membuat kepala baut dari material kawat (*wire*) menggunakan mesin *press heading*. Mesin *press* yang digunakan adalah tipe YH 2076, hal ini dikarenakan mesin tersebut dapat membuat kepala baut dengan ukuran maksimal 6 mm. Sebelum material tersebut dilakukan proses *heading*, mesin YH 2076 dilakukan *setting* parameter sesuai dengan ukuran diameter baut yang akan dicetak. Setelah *setting* parameter selesai, mesin YH 2076 beroperasi dan setiap 2-3 menit diperiksa kualitas dari proses produksi. Kualitas produk harus sesuai dengan *standard limit sample visual*, *drawing* produksi. Jika terdapat abnormal pada produk, maka mesin harus di stop dan dilakukan *setting* parameter ulang. Adapun spesifikasi *Heading* yang bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Spesifikasi *Heading*

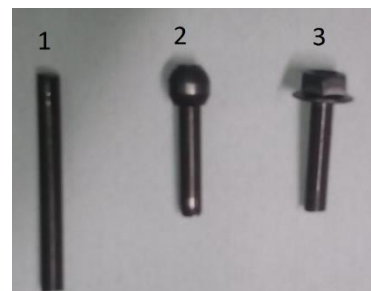
Tabel 2 menunjukkan standar spesifikasi pada pembuatan baut.

Tabel 2. *Point Check Standard*

Simbol	Standard
S	11,10 min
D	9,82 – 9,98
E	Ø13,70 – Ø14,30
H	5,40 – 5,65
L	25,20 – 24,60
K	SP Ø5,26
T	0,60 – 0,90
d	Ø5,23 – Ø5,26
D1	Ø8,50
h	01,00
R	00,40
Visual	OK/NG

Pada proses *heading* kawat (*wire*) dipotong terlebih dahulu menggunakan *cut of knife* atau pisau pemotong sepanjang 48,20 mm. Setelah dipotong kawat tersebut masuk ke dalam proses pencetakan *body screw* dan dilakukan di dalam *heading die set* untuk membuat kepala baut.

Pada Gambar 5 adalah pembuatan kepala baut terdapat 2 proses, yaitu proses pertama pembentukan kepala baut dilakukan di dalam *snag set* menjadi kepala *screw* setengah jadi (*conblow*). proses kedua adalah menekan kepala baut yang berbentuk *conblow* pada *pan*.



Gambar 5 (1) Pemotongan, (2) *Conblow* dan (3) *Heading*

Rolling

Setelah kepala baut dibuat, langkah selanjutnya adalah proses *roliing* yang bertujuan untuk pembentukan ulir pada baut. Pembentukan ulir ini menggunakan mesin *rolling* dengan tipe CTR/DL/DPR dikarenakan mesin ini dapat membuat

ulir dengan diameter kurang dari 6 mm. Mesin ini dilengkapi dengan *rolling die* atau disebut mata pisau untuk pembuatan ulir. Pada Gambar 6 adalah mesin yang dipergunakan dalam proses *rolling* tersebut.



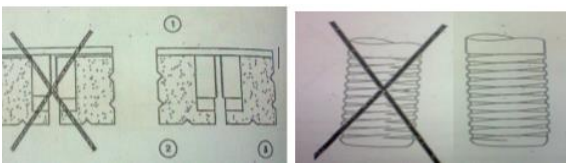
Gambar 6 Mesin *Rolling* CTR/DL/DPR

Berikut adalah standard ukuran dari pembuatan ulir baut pada Tabel 3.

Tabel 3. *Point Check Standard* Ulir

Simbol	Standard
L	24.60 – 25.20
b	18.00 – 21.00
d	Ø5.83 – Ø5.95
M	M6 x P1.0
Visual	OK / NG

Ulir yang dibuat pada tipe FB 6XL adalah M6 x P1.0, yaitu ulir matriks dengan diameter luar 6 mm dan jarak *pitch* sebesar 1,0 mm. Langkah awal dalam pembuatan ulir adalah *setting* mesin sesuai dengan jenis kepala baut dan ulirnya. Kedua adalah memperhatikan kombinasi 2 mata pisau berikut ketinggiannya. Agar tidak terjadi kesalahan dalam proses pembuatan ulir maka dipastikan mata pisau harus sejajar seperti Gambar 7.



Gambar 7 Posisi Pisau *Rolling* dan Kualitas Produk *Rolling*

Heat Treatment

Proses *heat treatment* yang dilakukan untuk pembuatan baut ini adalah dengan metode *quenching* dan *tempering*. Tujuan menggunakan proses *quenching* adalah agar struktur mikro berubah menjadi *austenite* secara *homogen*, sehingga baut tersebut menjadi lebih kuat. Sedangkan, proses *tempering* pemanasan baja sampai temperatur berada mendekati temperatur kritis, kemudian ditingkatkan dalam tungku hingga suhunya merata dan selanjutnya didinginkan dengan media udara. Baut tersebut memiliki keuletan dan ketangguhan hal ini berbanding terbalik dengan kekerasan dan kekuatan

tarik yang turun dari sebelumnya. Gambar 8 adalah mesin *furnace* yang dipergunakan untuk proses *heat treatment*.



Gambar 8 Mesin *Furnace*

Proses *heat treatment* terdapat beberapa tahapan yaitu:

1. Baut dimasukkan ke dalam wadah (*dump feeder*)
2. Pengaturan ketebalan produk
3. Pencucian dengan temperatur air 45°C untuk menghilangkan minyak pada baut.
4. Pemanasan hingga temperatur 874°C,
5. Penirisan oli
6. Pencucian dengan temperatur air 45°C untuk menghilangkan minyak pada baut.
7. Pemanasan dengan 541°C dan
8. Pendinginan.



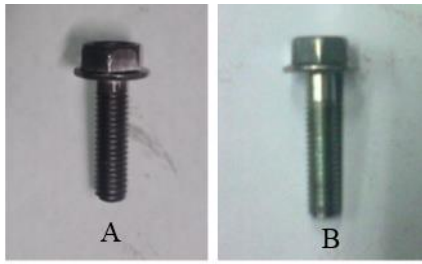
Gambar 9 Baut Setelah *Heat Treatment*

Plating

Plating adalah proses pelapisan logam dengan bahan kimia yang berfungsi untuk mereduksi laju korosi logam. Adapun komposisi yang dipergunakan dan hasil pada proses *plating* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 10.

Tabel 4. Komposisi *Plating*

Material	Ukuran (%)
Cadmium (Cd)	0,01% (100 mg/kg)
Timah Hitam (Pb)	0,1% (1000 mg/kg)
Mercury (Hg)	0,1% (1000 mg/kg)
Crom (Cr)	0,1% (1000 mg/kg)



Gambar 10 (A) Baut Sebelum dan (B) Sesudah *Plating*

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada proses penelitian ini adalah menguji kualitas baut setelah dilakukan proses manufaktur. Pengujian atau *quality control* yang dilakukan dari segi kekuatan maupun dari segi visualnya, yaitu terdiri dari uji lapisan *plating*, uji torsi, uji kekerasan dan uji mikro struktur pada baut tersebut. Adapun hasil dari pengujian yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

Pengujian Lapisan *Plating*

Ketebalan baut yang dilakukan pada proses *plating* harus diukur agar tidak terjadi laju korosi yang tinggi. Selain laju korosi juga terdapat pengaruh dari berat baut itu sendiri. Pengujian ini menggunakan alat yang disebut *phascope* yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Pengujian Ketebalan

Adapun hasil dari uji *plating* ini diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Plating*

Subjek	Nilai
Quality (kg)	71,02,00
Visual <i>Plating</i>	OK
Target <i>Plating</i>	Agu-13
Standar <i>Plating</i>	5 mic
Actual 1	10,96
Actual 2	10,16
Actual 3	9,93
Actual 4	10,08
Actual 5	11,25
Judg (OK/NG)	OK

Pengujian Torsi

Pengujian torsi adalah pengujian untuk mengetahui sifat mekanik terutama gaya puntir yang diberikan. Pengujian dilakukan dengan memutar benda kerja/*specimen* dengan beban yang telah ditentukan. Setelah itu *specimen* didiamkan selama satu hari dengan keadaan tetap diberikan beban dan diamati

menggunakan *dynolite*. Penggunaan *dynolite* berfungsi untuk mengetahui benda uji apakah mengalami kerusakan atau perubahan bentuk. Proses pengujian ini dilakukan selama tiga hari berturut-turut, benda uji akan mendapatkan beban yang terus bertambah hingga mengalami kerusakan pada benda tersebut.

Pengujian pada hari pertama, kedua dan ketiga dilakukan dengan beban sebesar 11, 22 dan 33 Nm. Berikut adalah hasil perhitungan tegangan geser maksimum.

Hasil Perhitungan

Adapun rumus yang dipergunakan dalam perhitungan torsi tersebut adalah :

$$\tau = \frac{16 \cdot MT}{\pi \cdot D^3} \quad (1)$$

Dik : MT = 11 Nm
D = 5,95 mm = 5,95 · 10⁻³ m
Dit : Tegangan geser maksimum (τ)

Sampel Pertama

$$\tau = \frac{16 \cdot MT}{\pi \cdot D^3}$$

$$\tau = \frac{16 \cdot 11 \text{ Nm}}{3,14 \cdot (5,95 \cdot 10^{-3} \text{ m})^3}$$

$$\tau = \frac{176 \text{ Nm}}{6,614 \cdot 10^{-7} \text{ m}}$$

$$\tau = 266,10 \text{ MPa}$$

Sampel Kedua

$$\tau = \frac{16 \cdot MT}{\pi \cdot D^3}$$

$$\tau = \frac{16 \cdot 22 \text{ Nm}}{3,14 \cdot (5,95 \cdot 10^{-3} \text{ m})^3}$$

$$\tau = \frac{352 \text{ Nm}}{6,614 \cdot 10^{-7} \text{ m}}$$

$$\tau = 532,20 \text{ MPa}$$

Sampel Ketiga

$$\tau = \frac{16 \cdot MT}{\pi \cdot D^3}$$

$$\tau = \frac{16 \cdot 33 \text{ Nm}}{3,14 \cdot (5,95 \cdot 10^{-3} \text{ m})^3}$$

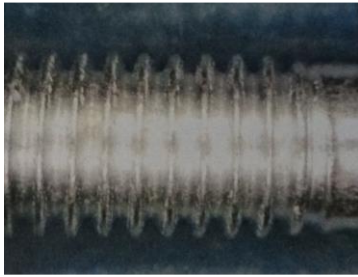
$$\tau = \frac{528 \text{ Nm}}{6,614 \cdot 10^{-7} \text{ m}}$$

$$\tau = 798,30 \text{ MPa}$$

Struktur Baut Sampel Pertama

Struktur baut pada sampel pertama ini merupakan bentuk badan baut yang sudah diberikan beban dan tegangan maksimum sebesar 266,10 MPa. Struktur badan baut tidak mengalami perubahan bentuk visual yang signifikan dikarenakan baut tersebut masih bisa

menahan beban dan tegangan yang diberikan tersebut.

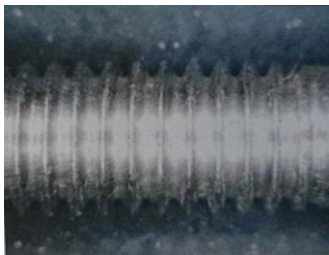


Gambar 12 Struktur Baut dengan Tegangan Geser Sebesar 266.10 MPa

Pada Gambar 12 merupakan bentuk badan baut yang sudah diberikan beban dan tegangan maksimum sebesar 266.10 MPa. Struktur badan baut tidak mengalami perubahan bentuk visual yang signifikan dikarenakan baut tersebut masih bisa menahan beban dan tegangan yang diberikan tersebut.

Struktur Baut Sampel Kedua

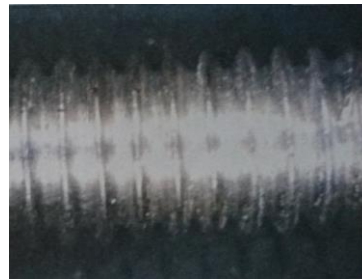
Pada sampel kedua ini Gambar 13 merupakan baut yang diberikan beban sebesar 22 Nm dengan tegangan maksimum 532.20 MPa mengalami perubahan struktur badan baut dikarenakan efek tekanan yang diberikan, akan tetapi tekanan tersebut masih dalam batas aman kemampuan material untuk menerima beban dan tegangan yang diberikan.



Gambar 13 Struktur Baut dengan Tegangan Geser Sebesar 532,20 MPa

Struktur Baut Sampel Ketiga

Sampel ketiga ini baut diberikan beban sebesar 33 Nm dengan tegangan maksimum 798,30 MPa. Pengamatan yang terjadi pada sampel ketiga ini terjadi perubahan bentuk badan baut dikarenakan efek tekanan yang melebihi batas kemampuan dari material yang dipergunakan dalam pembuatan baut tersebut. Oleh karena itu jika diberikan beban dan tegangan maksimum melebihi 798,30 MPa struktur badan baut tersebut akan pecah atau *crack* dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Struktur Baut dengan Tegangan Geser Sebesar 798.30 MPa

Pengujian Kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell* bertujuan menentukan kekerasan suatu material. *Indenter* bola baja menekan permukaan spesimen untuk mengetahui daya tahan material berupa kekerasan. Berikut adalah hasil uji kekerasan bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kekerasan

Subjek	Nilai HRB
Max	39
Min	31
Actual 1	36,2
Actual 2	36,4
Actual 3	37,5
Actual 4	37,0
Actual 5	37,0
Actual 6	36,8
Judg (OK/NG)	OK

Hasil perhitungan daya tahan

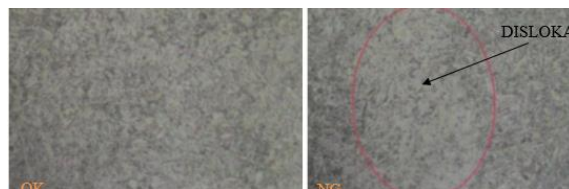
$$HR = \frac{HRB1 + HRB2 + HRB3 + HRB4}{Jumlah HRB} \quad (2)$$

$$= \frac{36,2 + 36,4 + 37,5 + 37,0 + 37,0 + 36,8}{6}$$

$$= 36,8 HRB$$

Pengujian Mikrostruktur

Pengujian mikro ialah proses pengujian terhadap bahan logam dengan pembesaran 50 hingga 3000 kali pada permukaan untuk mengetahui partikel dari material.



Gambar 15 Hasil Pengujian Mikrostruktur Pembesaran 500 Kali

Tabel 7. Hasil Pengujian Mikro struktur

OK Judg (OK/NG)	Problem	Penyebab & Indikasi
OK	-	-
NG	Terdapat <i>Retained Austenite</i>	<p>Penyebab : Terjadi akibat adanya gagal <i>Quenching</i> sehingga <i>Austenite</i> gagal bertransformasi menjadi <i>Martensite</i>.</p> <p>Indikasi: <i>Hardness variasi under standar.</i></p>

- [3] Bello, R.S., *Journal Development and Evaluation of Metal Rolling Machine for Small-Scale Manufacturers*, Nigeria, 2013
- [4] Khurmi, G. (2017). *Textbook of Machine Design*. SCH.
- [5] Sukanto dan Sartijo. *Analisa Kekuatan Puntir Dan Kekuatan Putar Poros Baja ST 60 Sebagai Aplikasi Perancangan Bahan Poros Baling-Baling Kapal*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [6] Laboratorium Teknik Mesin Lanjut, *Modul Praktikum Material Teknik*, Universitas Gunadarma, Jakarta, 2015.

4 KESIMPULAN

Proses pembuatan baut terdiri dari persiapan material dan kemudian proses *heading* untuk pembuatan kepala baut, setelah itu proses *rolling* untuk pembuatan ulir yang kemudian masuk ke dalam *furnace* dan dilakukan *heat treatment* dengan metode *quenching* dan *tempering* dengan temperatur 874°C dan 541°C.

Untuk mengetahui kualitas dari baut dilakukan 4 pengujian, yaitu :

1. Uji ketebalan *plating*, hasil yang didapatkan adalah 9,93 – 11,35 µm dari target 8-13 µm dengan standar 5 µm.
2. Pengujian Torsi, pengujian ini dilakukan 3 hari dengan beban pada hari pertama 11 Nm, 22 NM DAN 33 Nm. Dengan nilai tegangan torsi sebesar 266,10 MPa, 532,20 MPa dan 798,30 MPa tanpa mengalami kerusakan pada baut.
3. Pengujian kekerasan *rockwell* dengan rata-rata sebesar 36,8 HRB dari standar nilai 31-39 HRB.
4. Pengujian mikro struktur dilakukan dengan pembesaran 500 kali dan menghasilkan struktur *austenite* berhasil bertransformasi menjadi *martensite* dengan tidak ada dislokasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Teknik Mesin Menengah dan Lanjut kampus H Universitas Gunadarma telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amstead, B. H., terj. Srianti Djaprie., *Teknologi Mekanik*, Jilid 1, edisi ketujuh, Jakarta: Penerbit Erlangga 1989.
- [2] Asri, Halim., Amrullah., *Jurnal Analisis Hubungan Besar Butir dengan Sifat Mekanik Baja Karbon*, Universitas Muslim Indonesia, Makasar, 2010.

