

PENGARUH POSISI BOUT GALVANIS DAN STAINLESS STEEL DITINJAU DARI *FRACTURE SURFACE* PADA SAMBUNGAN PLAT

Oleh :

Nofriady Handra¹ dan Brazi²

¹ Dosen Teknik Mesin - Institut Teknologi Padang

² Alumni Teknik Mesin ITP - (Malacca Strait S.A.)

Abstract

This study is an experimental study using the UTM (Universal Testing Machine) where the bolts are the main object of the test. Testing independent variables are used only in the varying positions. Testing was conducted using 3 (three) bolts located at the 5 (five) pieces in a jig (test tool of the shear bolts), with different positions for each test. Number of bolt position is that as many as 5 variations of the entire position will be obtained in the optimal position to receive style. Objectives to be achieved is to know the phenomena that occur in the process of loading on the bolts. Besides the above objectives, this study also to identify and analyze the characteristics of the material properties of the shear plate is fastened with two bolts, on a variety of positions so we get a position that would result in fracture or shear bolt receiving optimal shear forces. Optimal position to receive a shear force is position 2 and 3. The position is not optimal receive shear force is position 4.

Keywords: bolts, galvanized, stainless steel, shear stress and the shear test.

PENDAHULUAN

Baut merupakan bagian dari komponen permesinan dan banyak digunakan sebagai pengikat atau penyambung antara dua elemen disamping sambungan las, pateri dan keling. Dalam penggunaannya, sambungan baut banyak dipakai seperti pada konstruksi jembatan, komponen permesinan, konstruksi bangunan, otomotif, kendaraan berat, dan sebagainya. Umumnya baut akan mengalami beberapa bentuk pembebanan yang terjadi, seperti ; beban puntir, beban geser dan beban tarik, tergantung dari beban yang diterimanya, sehingga baut akan rusak.

Jika beban yang diberikan lebih besar dari kekuatan baut maka sambungan baut akan mengalami berbagai bentuk kegagalan atau deformasi. Deformasi tersebut dapat berupa putus karena tarikan, puntiran dan geser. Sehubungan penjelasan diatas posisi letak baut akan sangat berpengaruh terhadap kualitas sambungan, maka dari itu peneliti mencoba melakukan eksperimen pengujian terhadap letak atau posisi baut yang akan mengalami kegagalan terlebih dahulu, yang mana dalam pengujian ini peneliti menggunakan posisi dengan 3 (tiga) buah baut untuk mendapatkan posisi yang optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan posisi baut yang optimal terhadap hasil tegangan geser, dan untuk membandingkan kekuatan geser antara baut galvanis dengan baut stainless steel.

RUMUSAN MASALAH

Pada pengujian ini, penulis menguji posisi 3 baut yang berbeda dengan memberikan pembebanan pada masing-masing posisi sehingga akan terlihat baut yang terlebih dahulu mengalami kegagalan berupa putus geser dan posisi baut yang optimal untuk menerima gaya geser.

METODE PENELITIAN

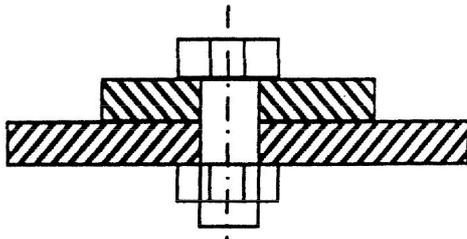
Metoda yang digunakan dalam kajian ini adalah metoda eksperimen pada beberapa kelompok baut dengan posisi uji yang bervariasi dan diberi gaya geser pada baut. Penelitian ini adalah eksperimen yang melanjutkan penelitian sebelumnya, dengan mengambil data dan memodifikasi alat uji yang digunakan dalam pengujian. Disamping itu, rangkaian kegiatan meliputi juga penjelasan mengenai bahan kajian, peralatan pengujian yang digunakan, posisi dan metode letak baut, jenis baut, dan beberapa pengujian

terhadap sampel, selanjutnya analisa dari hasil pengujian.

TEORI DASAR

Baut.

Sambungan yang banyak digunakan adalah sambungan baut. Sambungan ini termasuk dalam sambungan tidak tetap.



Gambar 1. Sambungan baut

Baut digolongkan menurut bentuk kepalanya yaitu :

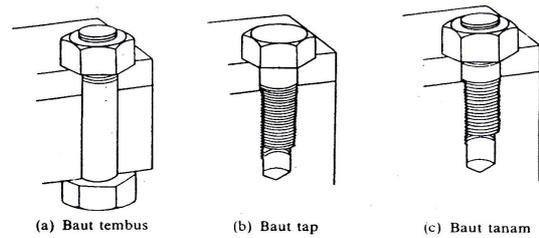
- Segi enam
- Soket segi enam
- Kepala persegi

Baut dan mur dalam penggunaannya dapat dibedakan sebagai berikut :

a. Baut Penjepit

Baut penjepit dapat berbentuk :

- Baut Tembus, untuk menjepit dua bagian melalui lubang dimana jepitan diketatkan dengan sebuah mur.
- Baut Tap, untuk menjepit dua bagian dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang di-tap kan pada salah satu bagian.
- Baut Tanam, merupakan baut tanpa kepala dan diberi ulir pada kedua ujungnya untuk dapat menjepit dua bagian yang mempunyai lobang berulir dan jepitan diketatkan dengan sebuah mur.



Gambar 2. Baut penjepit

b. Baut Untuk Pemakaian Khusus

Baut untuk pemakaian khusus dapat berupa :

- Baut Pondasi, untuk memasang mesin-mesin atau bangunan pada pondasinya baut ini ditanam pada pondasi beton dan jepitan pada bagian mesin atau bangunan diketatkan dengan mur.
- Baut Penahan, untuk menahan dua bagian dalam jarak yang tidak tetap.
- Baut Mata atau Baut Kait, dipasangkan pada benda mesin sebagai kaitan untuk alat pengangkat.
- Baut T, untuk mengikat benda kerja atau alat pada meja atau dasar yang mempunyai alur T, sehingga letak dapat diatur.
- Baut Kereta, banyak dipakai pada badan kendaraan bagian persegi dibawah kepala dimasukkan ke dalam lubang persegi yang pas sehingga baut tidak ikut berputar pada waktu mur diketatkan atau dilepaskan.

Galvanis

Salah satu cara perlindungan korosi suatu logam adalah dengan galvanisasi. Galvanisasi merupakan proses pelapisan logam induk dengan logam lain dengan tujuan agar logam induk mempunyai ketahanan korosi yang lebih baik. Galvanisasi umumnya menggunakan logam yang memiliki titik cair yang lebih rendah . Galvanisasi bersama dengan *electroplating*, *cladding*, *thermal spray*, *aluminizing* dan *sherardizing* adalah metode-metode untuk melapiskan logam pada permukaan substrat (*metallic coating*).

Stainless Steel

Stainless steel dapat bertahan dari serangan karat berkat interaksi bahan-bahan campurannya dengan alam. Stainless steel

terdiri dari Besi, Krom, Mangan, Silikon, Karbon dan seringkali Nikel dan Molibdenum dalam jumlah yang cukup banyak. Elemen-elemen ini bereaksi dengan oksigen yang ada di air dan udara membentuk sebuah lapisan yang sangat tipis dan stabil yang mengandung produk dari proses karat/korosi yaitu metal oksida dan hidroksida. Krom, bereaksi dengan oksigen, memegang peranan penting dalam pembentukan lapisan korosi ini. Pada kenyataannya, semua stainless steel mengandung paling sedikit 10% krom.

Titik berat dari kelompok baut

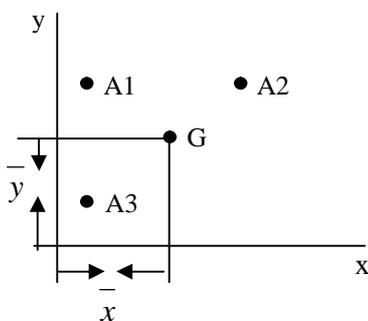
Untuk mencari luas penampang masing-masing dari kelompok baut dalam pengujian menggunakan beberapa jenis baut sebagai benda uji. Untuk mencari gaya geser yang bekerja pada setiap baut adalah perlu mengetahui letak titik berat baut dari kelompok baut ini dengan menggunakan statistik, maka dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\bar{x} = \frac{(x_1 \cdot A_1) + (x_2 \cdot A_2) + (x_3 \cdot A_3) + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}$$

$$\bar{y} = \frac{(y_1 \cdot A_1) + (y_2 \cdot A_2) + (y_3 \cdot A_3) + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}$$

dimana : x = arah horizontal
 y = arah vertikal

Dimana x_1 dan y_1 adalah jarak masing-masing titik pusat baut, dalam hal ini titik pusat baut dapat ditentukan dengan menggunakan simetri.

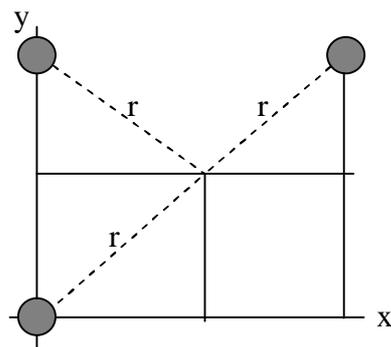


Jari-jari (r) atau jarak titik berat

Untuk mencari jari-jari pada masing-masing baut dapat ditentukan dengan persamaan :

$$r^2 = b^2 + c^2$$

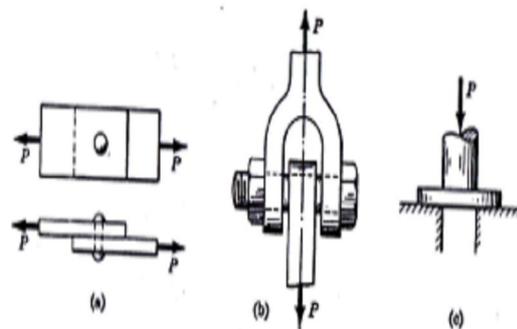
Sehingga baut yang terletak paling jauh dari titik pusat mengalami beban tekan yang terbesar dan sebaliknya yang terdekat dengan titik pusat mengalami beban yang paling kecil.



Gambar 3. Jari-jari atau jarak titik berat

Tegangan Geser yang terjadi

Tegangan geser berbeda dengan tegangan tarik dan tekan karena tegangan geser disebabkan oleh gaya yang bekerja sepanjang atau sejajar dengan luas penahan gaya, sedangkan tegangan tarik dan tekan disebabkan oleh gaya yang tegak lurus terhadap luas bidang gaya. Oleh karena itu, tegangan tarik dan tekan biasanya disebut *tegangan normal*, sedangkan tegangan geser disebut *tegangan tangensial*.



Gambar 4. Contoh Gaya Geser

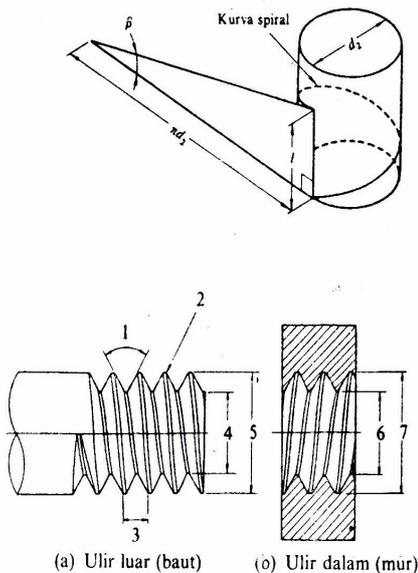
Tegangan geser yang terjadi pada baut dapat dihitung :

$$\tau = \frac{F}{A}$$

dimana : F = Gaya geser (N)
 A = Luas penampang
 $= \frac{\pi d^2}{4}$ (mm²)

Ulir.

Bentuk ulir dapat terjadi bila sebuah beban berbentuk segitiga digantung pada sebuah silinder seperti gambar dibawah ini. Ulir pengikat pada umumnya mempunyai profil penampang berbentuk segitiga sama kaki. Jarak antara satu puncak dengan puncak berikutnya dari profil ulir disebut jarak bagi (*pitch*).

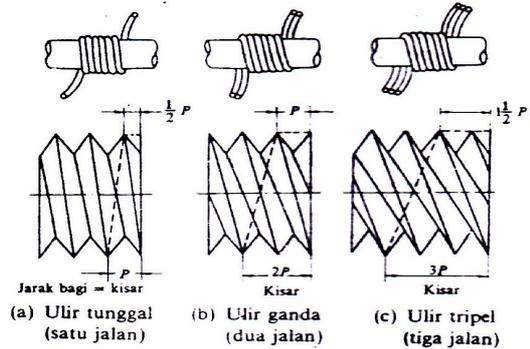


Gambar 5. Terminologi Ulir

Macam-macam Ulir.

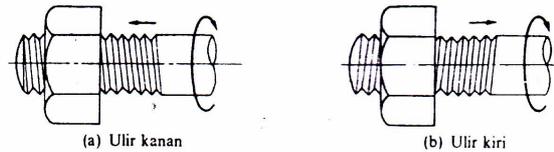
Ulir disebut tunggal atau satu jalur bila hanya ada satu jalur yang melilit silinder dan disebut dua atau tiga jalur bila ada dua atau tiga jalur seperti terlihat pada gambar. Jarak antara puncak-puncak yang berbeda satu putaran dari satu jalur disebut “Kisar”, jadi kisar pada ulir tunggal sama dengan jarak baginya, sedangkan untuk ulir ganda dan tripel,

besaranya kisar berturut-turut sama dengan dua kali dan tiga kali jarak baginya.



Gambar 6. Ulir tunggal, ulir ganda, dan ulir tripel.

Ulir juga dapat berupa ulir kanan dan ulir kiri, dimana ulir kanan akan bergerak maju bila diputar searah jarum jam, dan ulir kiri akan maju bila berlawanan arah jarum jam. Umumnya ulir kanan lebih banyak digunakan untuk pengujian maupun dalam dunia industri.

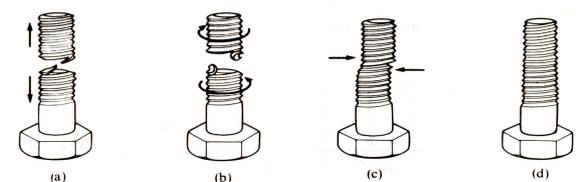


Gambar 7. Ulir kanan dan ulir kiri

Kasus yang terjadi pada baut

Baut merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin. Jenis kerusakan pada baut terjadi karena :

- a. Putus karena tarikan
- b. Putus karena puntiran
- c. Tergeser
- d. Ulir lumur (dol)



Gambar 8. Jenis kerusakan pa da baut

HASIL DAN PEMBAHASAN

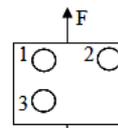
Spesifikasi Data Uji

Data uji yang digunakan dengan spesifikasi sebagai berikut :

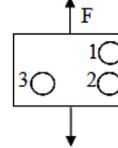
1. Baut.
Baut yang digunakan jenis galvanis sebanyak 15 buah, diameter 10 mm, panjang 40 mm dan baut stainless steel sebanyak 15 buah, dengan diameter 9 mm, panjang 37,5 mm
2. UTM (*Universal Testing Machine*) dengan merk SHIMADZU UH – 300 kNI
3. Jig (Alat bantu pengujian geser baut)
4. Jumlah lobang standar pada jig 5 buah
5. Posisi baut yang diuji ada 5 macam posisi uji, yaitu :

Posisi susunan baut.

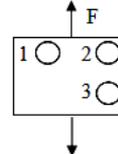
1. Posisi 1



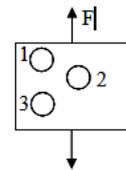
2. Posisi 2



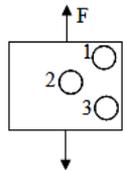
3. Posisi 3



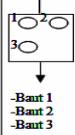
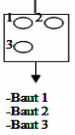
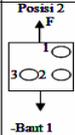
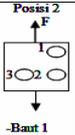
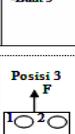
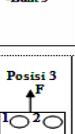
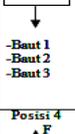
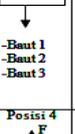
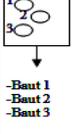
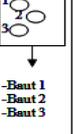
4. Posisi 4



5. Posisi 5



Data Hasil Pengujian

No.	Jenis Baut		Diameter baut (mm)				Waktu (menit)		Gaya geser maximum (Ton)		Distribusi gaya (gaya vertikal & horizontal) Baut galvanis			Distribusi gaya (gaya vertikal & horizontal) Baut Stainless steel			Tegangan geser maximum (N/mm ²)		Keterangan		
	Galvanis	Stainless Steel	Galvanis		Stainless Steel		Galvanis	Stainless Steel	Galvanis	Stainless Steel	F1 x	F2 x	F3 x	F1 x	F2 x	F3 x	Galvanis	Stainless Steel	Galvanis	Stainless Steel	
			Awal	Akhir	Awal	Akhir					F1 y	F2 y	F3 y	F1 y	F2 y	F3 y					
1.	Posisi 1 	Posisi 1 																			
2.	Posisi 2 	Posisi 2 																			
3.	Posisi 3 	Posisi 3 																			
4.	Posisi 4 	Posisi 4 																			
5.	Posisi 5 	Posisi 5 																			

ANALISA DATA

Analisa Permukaan Baut Stainless Steel Posisi 1.



Gambar 9. Permukaan Baut Stainless Steel Posisi 1.

Posisi 2.



Gambar 10. Permukaan Baut Stainless steel Posisi 2.

Pada gambar ini menunjukkan patah ulet yang berbentuk *necking* yaitu patahannya memanjang dan patah getas. Dilihat dari posisinya dan hasil uji geser pengujian ini mengalami uji geser yang paling besar diantara stainless steel yang lain, ini menunjukkan bahwa posisi inilah posisi yang paling optimal. Dari gambar tersebut dapat kita peroleh persentase patah ulet kepala 14,6% batang 27,1% dan patah getas kepala 85,4% batang 72,1%.

Posisi 3.



Gambar 11. Permukaan Baut Stainless Steel Posisi 3.

Pada Gambar 11 makrostruktur hasil pengujian pada posisi 3 baut 1 mengalami patah pada beban maximum 9,20 ton dan putus pada beban 7,66 ton. pada gambar menunjukkan patah yang bersifat *ductile* dimana permukaan patah bahan tidak merata dan berbentuk *necking* garis yang berwarna hitam menunjukkan bahwa lokasi A menunjukkan patah ulet dan B menunjukkan patah getas. Semakin besar daerah B material baut tidak bisa menahan beban, begitu sebaliknya. Tapi posisi ini merupakan posisi yang paling optimal karena beban geser yang terima adalah posisi pengujian ini yang paling besar. Dari foto dapat kita hitung persentase patah ulet kepala 10,4% batang 27,1% dan patah getasnya kepala 89,6 batang 72,9%.

Posisi 4.



Gambar 12. Tampak samping permukaan geser Baut Stainless Steel Posisi 4.

Pada gambar 12 baut mengalami hampir putus pada beban maximum 7,52 ton dan putus pada beban 6,37 ton. Ini menunjukkan bahwa baut ini bersifat ulet karena daerah A-nya lebih luas. Jari-jari ke-3 baut tersebut mempunyai jari-jari yang hampir sama, jadi beban baut saat uji geser tertumpu pada ketiga baut.

Posisi 5.

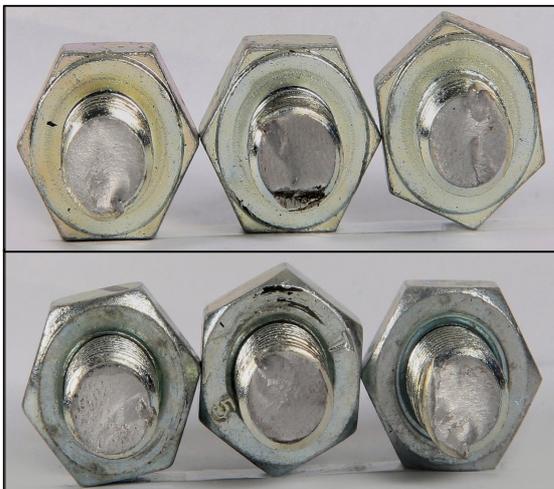




Gambar 13. Permukaan Baut Stainless Steel Posisi 5.

Gambar 13 menunjukkan bahwa bautnya bersifat ulet karena 2 buah baut putus dan yang satu lagi hampir putus. Ini menunjukkan bahwa ketiga baut tersebut ulet dan posisinya optimal menerima beban kesemua baut. Persentase patah ulet kepala baut 14,6% dan 20,8% patah getasnya kepala 85,4% dan 79,8% untuk batangnya dapat kita hitung persentasenya patah ulet 18,7% dan 14,5%, dan untuk patah getasnya batang 81,3% dan 85,5%.

Analisa Permukaan Baut Galvanis Posisi 2.



Gambar 14. Permukaan Baut Galvanis Posisi 2

Pada gambar ini menunjukkan patah ulet dan patah getas. Dilihat dari posisinya dan hasil uji geser pengujian ini mengalami uji geser yang paling besar diantara baut galvanis yang lain, ini menunjukkan bahwa posisi inilah posisi yang paling optimal. Persentase patah ulet kepala baut 9,3%, 18,6% dan 9,3% , dan patah batang 16,3%, 6,9% dan 16,2%.

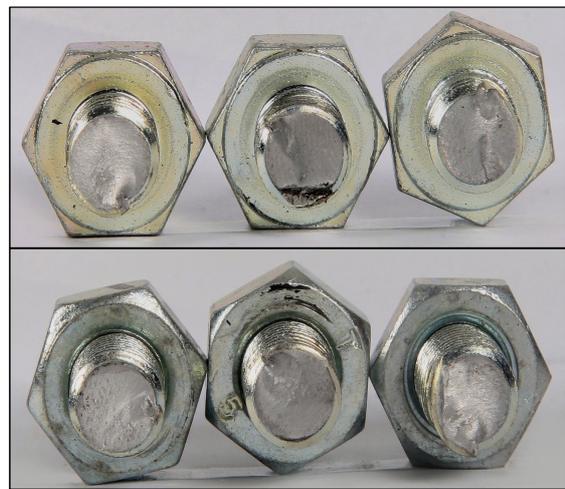
Analisa Permukaan Baut Galvanis Posisi 3.



Gambar 15. Permukaan Baut Galvanis Posisi 1

Pada gambar 15 menunjukkan patah ulet dan patah getas, tegangan yang terjadi pada posisi ini yaitu tegangan maximum 44,02 KN dan putus pada tegangan 31,49 KN. Garis warna hitam menunjukkan batas antara patah ulet dan patah getas, yang A menunjukkan patah ulet dan B menunjukkan patah getas. Posisi ini termasuk posisi yang optimal karena gaya geser yang di hasilkan besar. Persentase patah ulet kepala baut 51,1% dan batang 30,2% dan untuk patah getas kepala 48,9% dan 69,8%.

Analisa Permukaan Baut Galvanis posisi 2.



Gambar 16. Permukaan Baut Galvanis Posisi 2

Pada gambar ini menunjukkan patah ulet dan patah getas. Dilihat dari posisinya dan hasil uji geser pengujian ini mengalami uji geser yang paling besar diantara baut galvanis yang lain, ini menunjukkan bahwa posisi inilah posisi yang paling optimal. persentase patah ulet kepala baut 9,3%, 18,6% dan 9,3% , dan patah batang 16,3%, 6,9% dan 16,2%.

Analisa Permukaan Baut Galvanise posisi 3.



Gambar 17. Permukaan Baut Galvanis Posisi 3

Pada posisi ini menunjukkan posisi A patah ulet dan B patah getas, garis warna hitam menunjikan batas antara patah lelah dan getas. Dari gambar menunjukkan bahwa besar daerah patahan hampir sama ini, ini berarti posisi patahan ini termasuk juga posisi yang optimal karena mampu juga menahan beban geser yang besar. Persentase patah ulet kepala 37,% dan batang 41,8%.

Analisa Permukaan Baut Galvanise posisi 4.



Gambar 18. Permukaan Baut Galvanis Posisi 4

Pada pengujian ini menunjukan bahwa pisisi A patah lelah dan B patah getas. Dilihat data hasil pengujian UTM, hasil uji geser untuk pisisi ini pada beban maximum 3.03334 bautnya sudah putus, ini menunjukan bahwa posisi ini yang tidak paling optimal bila dibandingkan dengan posisi yang lain.patah ulet kepala 23,2% batang 46,5%.

Analisa Permukaan Baut Galvanis posisi 5.



Gambar 19. Permukaan Baut Galvanis Posisi 5

Gambar 19 makrostruktur hasil pengujian pada pisisi 5 baut 2 putus gambar tersebut menunjukan bahwa patah geser yang terjadi adalah bersifat *ductile* dimana permukaan patah bahan tidak merata dan berbentuk necking. Pada posisi ini termasuk patahan yang tidak optimal. Persentase patah ulet kepala 55,8% dan batang 20,9%.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang penulis dapatkan dari hasil pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada baut Stainless Steel posisi yang optimal adalah posisi 3 dan untuk baut galvanise posisi yang optimal pada posisi 2.
2. Untuk posisi baut yang tidak optimal pada baut stainless steel adalah posisi 4 dan baut galvenise posisi 4 juga.
3. Permukaan patahan pada komponen yang mengalami patah getas terlihat lebih terang granular dan relatif rata.
4. Patah ulet ini ditandai dengan penyerapan energi disertai adanya deformasi plastis yang cukup besar di sekitar patahan, sehingga permukaan patahan nampak kasar, berserabut (*fibrous*), dan berwarna kelabu.
5. Patah getas terjadi dengan ditandai penjaralan retak yang lebih cepat dibanding patah ulet dengan penyerapan energi yang lebih sedikit, serta hampir tidak disertai dengan deformasi plastis.
6. Waktu yang diperoleh untuk baut Stainless steel sampai keadaan putus lebih lama dibandingkan dengan baut galvanis, karena baut stainless steel lebih ulet dibandingkan dengan baut galvanis

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra. D., Gunawarman dan M. Fadli. Analisis tegangan baut pengunci girth-gear kiln. Jurnal TEKNIKA Unand – No. 33 Vol.1 thn XVII. ISSN : 0854-8471, 2010.
- Gasni Dedison, “Kriteria Patah Lelah Untuk Beban Dinamik”, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas, Padang, 2002.
- Joseph Edward Shigley & Charles. R Mischle. Mechanical Engineering – Design. Fifth Edition, 1989.

J.A. Collins, "Failure of Materials in Mechanical Design", John Wiley & Sons, The Ohio State University, 1981.

Juvinnall, Robert. C, and Kurt, M. Marshek, Fundamentals of Machine Component Design second Edition, John Wiley & Sons, Inc. Canada. 1991

Nofriady. H dan Definal. Kajian posisi baut yang optimal untuk menerima gaya geser pada konstruksi sambungan. Jurnal Momentum ITP – Vol. 7 No. 1. Februari 2009. ISSN :1693-752 X, 2009.

Niemann G., "Elemen Mesin", Jilid 1, Edisi kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1999.

Sularso dan Suga, Kiyokatsu., "Dasar Perencanaan Pemilihan Elemen Mesin", Edisi kedelapan, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1994.

Spotts, M.F., "Design of Machine Elements", 6th ed, Prentice – Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1985.

Umar Sukrisno, Bagian – Bagian Mesin dan Merencana, Erlangga, 1984.

<http://Material-science.blogspot.Com> 2010
/09/galvanisasi-celup-panas-hot-dipped.html

www.chem-is-try.org