



INFOMATEK

Volume 22 Nomor 2 Desember 2020

ANALISA PENGARUH KETEBALAN PADA KAMPUH BILAH GANDA DAN DIAMETER RIVET TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN PADA BEBAN AKSIAL

Wahyudi, Aa Santosa¹⁾, Oleh

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik-Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstrak: Penyambungan dengan menggunakan kampuh bilah ganda dan baut atau rivet umumnya digunakan pada plat utama yang mempunyai beban yang besar. Kerusakan yang terjadi pada kampuh bilah ganda terjadi pada plat sambungan atau rivet karena adanya gaya eksternal berupa tarikan. Tegangan yang terjadi akan merambat pada lubang plat atau rivet yang memiliki perubahan geometri. Telah dilakukan sebuah penelitian untuk mengetahui sifat mekanik material pelat yang dikenai gaya tarik sebesar 25 KN dengan arah horisontal, Material uji yang akan disimulasikan adalah material structural st 37 dengan kekuatan tarik luluh 362 MPa untuk material plat atau kampuh penyambung. Materil rivet menggunakan st 30 dengan kekuatan tarik sebesar 290 MPa dan untuk materil plat utama menggunakan AISI 1045 C dengan kekuatan tarik sebesar 450 Mpa. Simulasi ini menggunakan Software Ansys. Untuk ukuran Diameter rivet yang digunakan dalam simulasi ini adalah ada 3 jenis yaitu $D_r = 12$ mm, 14 mm dan 16 mm sedangkan untuk tebal kampuh $t_p = 6$ mm, 8 mm dan 10 mm. Tegangan maksimum yang terjadi pada kampuh atau rivet lebih kecil dibandingkan dengan tegangan yang terjadi pada plat utama. Sehingga kemungkinan terjadi kegagalan lebih besar pada plat utama. Untuk rivet yang dengan ukuran diameter 12 mm dan ketebalan kampuh 6 mm tegangan maksimum yang terai masih dibawah tegangan plat utama.

Kata kunci: Sambungan, Rivet, Beam, Bilah Ganda, Kampuh

I. PENDAHULUAN

Penyambungan *beam* dengan menggunakan kampuh (*butt joint*) adalah salah satu bentuk penyambungan yang banyak ditemukan dalam konstruksi jembatan, menara atau struktur lainnya (Pinem [1]). Ukuran sambungan yang digunakan disesuaikan dengan kemampuan bahan dasar, beban

eksternal yang ada serta bahan dari kampuh dan *rivet* itu sendiri. Jumlah *rivet* yang digunakan juga harus disesuaikan beban yang akan ditumpunya. Jika jumlah *rivet* yang digunakan terlalu banyak juga akan menimbulkan stress pada sambungan itu sendiri.

Sebagai bagian utama dalam penyambungan, kemampuan kampuh bilah ganda (*double strap butt joint*) dan rivetnya yang digunakan

¹⁾ aa.santosa@ft.unsika.ac.id

harus memiliki konstruksi yang standar perancangan. Pengaruh ketebalan kampuh dan diameter *rivet* akan menentukan kemampuannya dalam menyambungkan bagian tersebut (Servi [2]). Kombinasi unsur tersebut akan mempengaruhi juga terhadap penilaian tegangan secara keseluruhan terutama pada penyebaran tegangan yang terjadi. Tegangan yang muncul pada bagian tertentu akan merambat kebagian lainnya sehingga kemungkinan terjadi kegagalan pada sambungan [1].

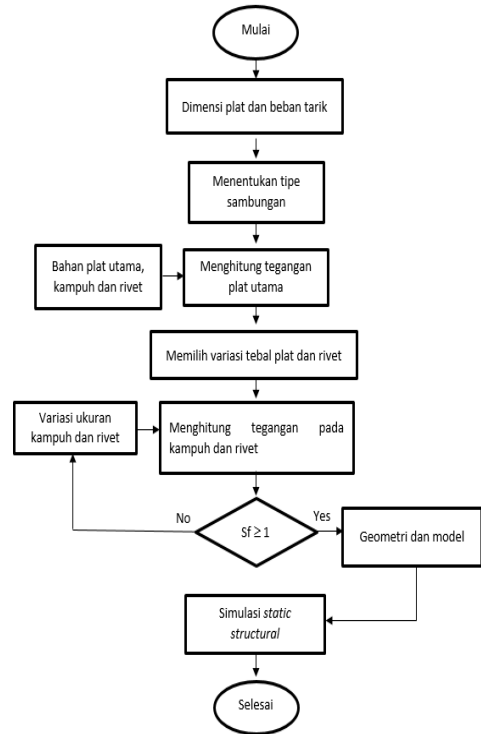
Adanya kombinasi yang rumit dari kedua unsur yaitu kampuh dan diameter rivet yang digunakan, setiap orang dapat menentukan ukuran sesukanya tanpa memperhatikan rambatan tegangan pada kampuh maupun rivet. Pada kesempatan ini, penulis akan menganalisa pengaruh kombinasi ketebalan plat kampuh bilah ganda dan ukuran diameter baut terhadap kekuatan sambungan. Sehingga setiap pengguna dapat menggunakan hasil ini dalam hal penyambungan menggunakan kampuh (Kannapan [3]).

II. METODOLOGI

2.1. Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan Penelitian ini dimulai dengan menentukan jenis beban pada pelat yang selanjutnya dilakukan analisis dengan

menggunakan *software Ansys* <https://www.autodesk.com> ([4]).



Gambar 1.

Diagram Alir Penelitian

Komponen sambungan yang dianalisa adalah tipe kampuh bilah ganda (*double trap butt joint*) terdiri dari dua buah plat utama, dua buah plat penyambung (kampuh) dan beberapa buah rivet. Selain itu juga kedua plat utama dikenakan gaya tarik aksial sebesar 25 kN dari kedua ujung-ujungnya secara static. Plat utama mempunyai ukuran lebar 145 mm dan ketebalan 10 mm. sementara diameter rivet divariasikan mulai dari 12 mm, 14 mm dan 16 mm. Sedangkan jumlahnya ditentukan berdasarkan pada beban tarik yang terjadi.

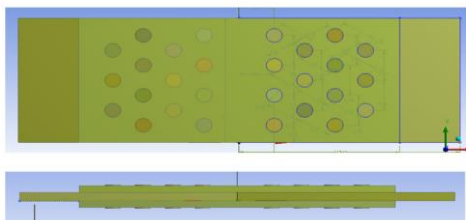
Untuk variasi ketebalan kampuh bilah ganda ditentukan sebesar 6 mm, 8 mm dan 10 mm.

Material uji yang akan disimulasikan adalah material *structural* st 37 dengan kekuatan tarik luluh 362 MPa untuk material plat atau kampuh penyambung. Materil rivet menggunakan st 30 dengan kekutan tarik sebesar 290 MPa dan untuk materil plat utama menggunakan AISI 1045 C dengan kekuatan tarik sebesar 450 MPa Data teknis material dapat dilihat dalam table berikut (Kalpakjan [5]).

Tabel 1. Karakteristik komponen Pelat

No	Komponen	Simbol	Nominal
1	Plat utama	σ_{y1}	450 MPa
2	Plat kampuh	σ_{y2}	360 Mpa
3	Rivet	σ_{y3}	290 MPa

Geometri sambungan kampuh bilah ganda digunakan memiliki ukuran lebar 145 mm dan panjang 160 mm. Jumlah kampuh yang digunakan sebanyak 2 buah sebagai penjepit plat utama. Jarak antara lubang rivet digunakan tetap sebesar 35 mm. Gaya yang bekerja sejajar dengan plat utama



Gambar 2.

Susunan Sambungan Pelat

Untuk gaya penarikan digunakan gaya sebesar $F = 20$ kN arah mendatar. Diameter lubang sambungan ditentukan sebesar 12 mm, 14 mm dan 16 mm dengan ketebalan plat 6 mm, 8 mm dan 10 mm. Dalam table 2 berikut disajikan variable bebas dan parameter penelitian pengaruh jarak lubang.

Tabel 2. Variabel pipa berlubang

Kode	Variable/Parameter	1	2	3
Tp	Tebal plat kampuh (mm)	6	8	10
Dr	Diameter rivet (mm)	12	14	16
F	Gaya tarik (kN)	20	-	-
DI	Diameter lubang (mm)	<i>follow</i>	<i>follow</i>	<i>follow</i>
Tu	Tebal plat utama(mm)	10	-	-
L	Jarak lubang x (mm)	35	-	-
C	Jarak lubang y (mm)	35	-	-

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Tegangan pada Plat Utama

Tegangan yang terjadi plat utama pada bagian yang tidak berlubang dihitung berdasarkan pada tegangan normal yang terjadi akibat gaya tarik. dengan ketebalan.

$$\sigma_1 = 13.79 \text{ MPa} \quad (1)$$

Tegangan ini berlaku pada setiap kampuh bilah ganda dan rivet dan tegangan tersebut harus dapat ditahan oleh komponen tersebut.

3.2 Penentuan Jumlah Rivet

Jumlah rivet yang dipakai untuk mengikat kampuh bilah ganda dan plat utama dihitung berdasarkan pada diameter rivet yang akan digunakan. Pada penelitian ini diameter rivet dan tebal plat kampuh merupakan variable bebas. Untuk ukuran $D_r = 12 \text{ mm}$, 14 mm dan 16 mm sedangkan untuk tebal kampuh $t_p = 6 \text{ mm}$, 8 mm dan 10 mm . Tegangan geser yang dialami oleh sejumlah rivet adalah [2]:

$$\tau_r = \frac{13.79 \text{ MPa}}{2} \quad (2)$$

$$\tau_r = 6.896 \text{ MPa}$$

jumlah rivet adalah :

$$n = \frac{2F}{\sigma_1 Ar} \quad (3)$$

sehingga jumlah rivet yang digunakan adalah :

$$n = 26 \text{ buah rivet}$$

3.3 Tegangan Tarik Nominal dan Maksimum

Berdasarkan pada data dan gambar dimensi sambungan kampuh bilah ganda serta lingkup penelitian pada Bab III untuk tebal plat utama $t_u = 10 \text{ mm}$, lebar plat $l_u = 145 \text{ mm}$, Jarak antar lubang $L = C = 35 \text{ mm}$, maka tegangan tarik nominal yang terjadi pada kampuh bilah ganda adalah:

$$\sigma_n = \frac{13.79 \text{ MPa}}{2 \left(1 - \frac{12 \text{ mm}}{35 \text{ mm}}\right)} \quad (4)$$

$$\sigma_n = 10.49 \text{ MPa}$$

Sehingga tegangan maksimum yang terjadi pada plat berlubang akibat konsentrasi tegangan pada nomor uji 1 adalah :

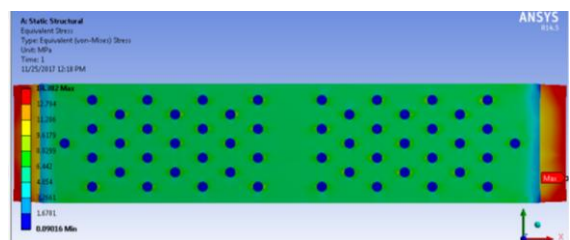
$$\sigma_{mak} = K_{tg} \sigma_n \quad (5)$$

$$\sigma_{mak} = 24.13 \text{ MPa}$$

3.4 Tegangan Tarik Maksimum Hasil Simulasi

Tegangan tarik maksimum hasil simulasi berdasarkan pada von Mises untuk setiap variasi tebal plat kampuh dan ukuran diameter rivet diperoleh sebagai berikut (Partono [6]).

Diameter rivet $D_r = 12 \text{ mm}$ dan tebal kampuh ganda $t = 6 \text{ mm}$



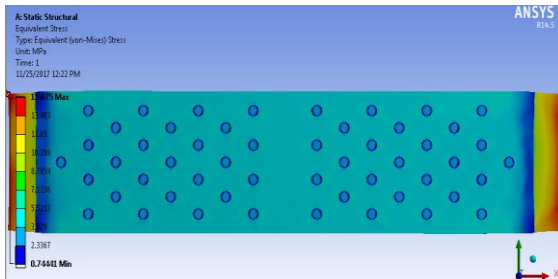
Gambar 3.

Tegangan maksimum pada $D_r = 12 \text{ mm}$ dan $t_p = 6 \text{ mm}$

Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 14.382 MPa . Hasil perhitungan tegangan maksimum sebesar 24.14 MPa . tegangan

maksimum terjadi pada plat utama sedangkan pada sambungan tegangan maksimum terjadi sebesar 8.09 MPa.

1. Diameter rivet $D_r = 12$ mm dan tebal kampuh ganda $t = 8$ mm

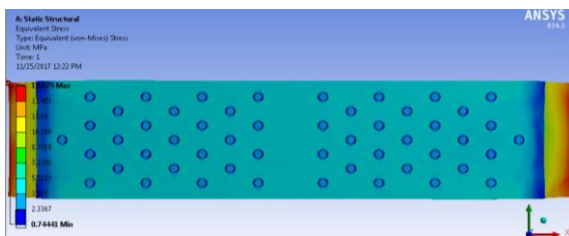


Gambar 4.

Tegangan maksimum pada $D_r = 12$ mm & $t_p = 8$ mm

Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 14.87 MPa. Hasil perhitungan tegangan maksimum sebesar 25.29 MPa. tegangan maksimum terjadi pada plat utama sedangkan pada sambungan tegangan maksimum terjadi sebesar 10.06 MPa.

2. Diameter rivet $D_r = 12$ mm dan tebal kampuh ganda $t = 10$ mm

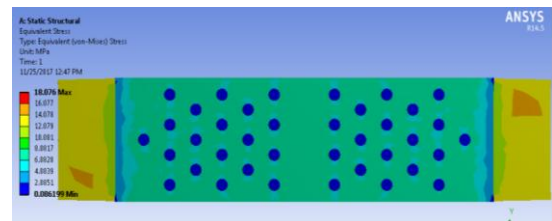


Gambar 5.

Tegangan maksimum pada $D_r = 12$ mm dan $t_p = 10$ mm

Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 15.75 MPa. Hasil perhitungan tegangan maksimum sebesar 27.70 MPa. tegangan maksimum terjadi pada plat utama sedangkan pada sambungan tegangan maksimum terjadi sebesar 12.72 MPa.

3. Diameter rivet $D_r = 14$ mm dan tebal kampuh ganda $t = 6$ mm

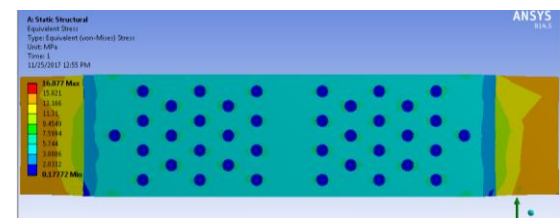


Gambar 6.

Tegangan maksimum pada $D_r = 14$ mm dan $t_p = 6$ mm

Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 18.08 MPa. Hasil perhitungan tegangan maksimum sebesar 24.12 MPa. tegangan maksimum terjadi pada plat utama sedangkan pada sambungan tegangan maksimum terjadi sebesar 10.02 MPa.

4. Diameter rivet $D_r = 14$ mm dan tebal kampuh ganda $t = 8$ mm

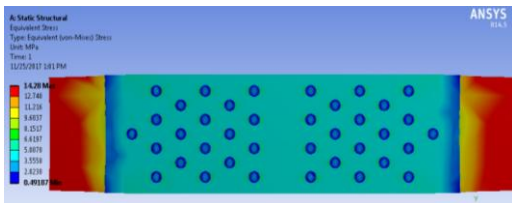


Gambar 7.

Tegangan maksimum pada $D_r = 14$ mm dan $t_p = 8$ mm

Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 18.88 MPa. Hasil perhitungan tegangan maksimum sebesar 25.29 MPa. tegangan maksimum terjadi pada plat utama sedangkan pada sambungan tegangan maksimum terjadi sebesar 11.7 Mpa.

5. Diameter rivet $D_r = 14$ mm dan tebal kampuh ganda $t = 10$ mm

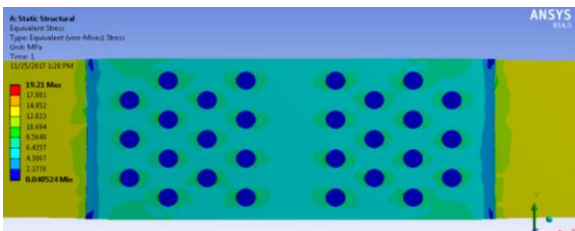


Gambar 8.

Tegangan maksimum pada $D_r = 14$ mm dan $t_p = 10$ mm

Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 14.28 MPa. Hasil perhitungan tegangan maksimum sebesar 27.70 MPa. tegangan maksimum terjadi pada plat utama sedangkan pada sambungan tegangan maksimum terjadi sebesar 12.72 Mpa.

6. Diameter rivet $D_r = 16$ mm dan tebal kampuh ganda $t = 6$ mm

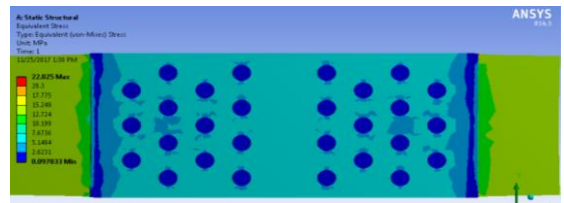


Gambar 8.

Tegangan maksimum pada $D_r = 16$ mm dan $t_p = 6$ mm

Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 15.75 MPa. Hasil perhitungan tegangan maksimum sebesar 27.70 MPa. tegangan maksimum terjadi pada plat utama sedangkan pada sambungan tegangan maksimum terjadi sebesar 5.6 Mpa.

7. Diameter rivet $D_r = 16$ mm dan tebal kampuh ganda $t = 8$ mm

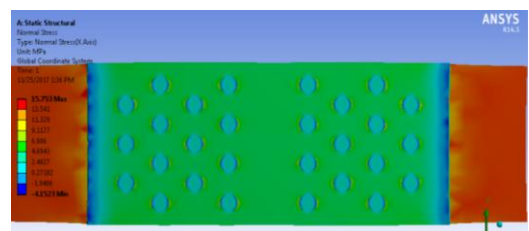


Gambar 9.

Tegangan maksimum pada $D_r = 16$ mm dan $t_p = 8$ mm

Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 22.83 MPa. Hasil perhitungan tegangan maksimum sebesar 25.29 MPa. tegangan maksimum terjadi pada plat utama sedangkan pada sambungan tegangan maksimum terjadi sebesar 7.67 Mpa.

8. Diameter rivet $D_r = 16$ mm dan tebal kampuh ganda $t = 10$ mm



Gambar 10.

Tegangan maksimum pada $D_r = 16$ mm dan $t_p = 8$ mm

Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 15.75 MPa. Hasil perhitungan tegangan maksimum sebesar 27.70 MPa. tegangan maksimum terjadi pada plat utama sedangkan pada sambungan tegangan maksimum terjadi sebesar 5.91 Mpa.

IV. KESIMPULAN

Penyambungan dengan menggunakan kampuh bilah ganda dan baut atau rivet masih banyak digunakan untuk konstruksi maupun pabrikasi. Pemilihan tebal dan diameter baut menjadi salah satu faktor penting dari sebuah sambungan.

Berdasarkan hasil penelitian yang kami lakukan pada sebuah plat kampuh bilah ganda dengan variasi ketebalan kampuh dan diameter rivet. Tegangan maksimum yang terjadi pada kampuh atau rivet lebih kecil dibandingkan dengan tegangan yang terjadi pada plat utama. Sehingga kemungkinan terjadi kegagalan lebih besar pada plat utama. Untuk rivet yang dengan ukuran diameter 12 mm dan ketebalan kampuh 6 mm tegangan maksimum yang terjai masih dibawah tegangan plat utama. Pada diameter rivet sebesar 16 mm tegangan mulai terlihat meningkat tajam pada plat utama dan kampuh. Penurunan luas penampang bidang

karena penambahan ukuran diameter rivet meningkatkan terjadinya tegangan.

Untuk faktor keamanan sambungan dan rivet, rata-rata berada diatas 7 dan kondisi sangat amat. Faktor keamanan ini sangat dipengaruhi juga oleh jarak antar lubang dan ketebalan plat kampuh yang digunakan. Semakin besar penurunan luas permukaan bidang normal maka semakin turun faktor keamanannya. Pada hasil terakhir yaitu pengujian no 9, menunjukkan bahwa ketebalan dan diameter rivet mempengaruhi faktor keamanan bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pinem, D. *Analisis Struktur dengan Metode Elemen Hingga*, 2010, Rekayasa Sains Bandung.
- [2] Servi, D. Aplikasi Metode Elemen Hingga Pada Struktur Batang, *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, Vol 1, No.2. 2011. Universitas Samratulangi.
- [3] Kannapan, S. 1986. *Instrodution to Pipe Stress Analysis*. Jhon Wiley And Sons, Inc., U.S.A.
- [4] https://www.autodesk.com/products/fA_nsys/students-teachers-educators, diakses September 2020
- [5] Kalpakjan, 1995. *Manufakturing Engineering ang Teknologi*, edisi ke-3. Addison-wesley Publishing Company. United States of Amaerica

- [6] Partono, W. *Optimasi Distribusi Lubang pada Baja Kastella*, 2018, Jurnal Teknik Undip, Semarang.