BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Tabel Hasil Dari Penelitian

Pengukuran diameter titik hasil lasan dilakukan pada Laboratorium Metrologi Industri Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Pengukuran dilakukan menggunakan alat *Vernier Calliper* (jangka sorong) dengan ketelitian 1/100 mm. Dari hasil pengukuran diameter titik pengelasan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Diameter *Nugget*

Tekanan elektroda (N/mm^2)	Waktu penekanan (detik)	Pengulangan	Diameter nugget (mm)
		1	3,56
27,48	2	2	3,51
		3	3,59
Rata – rata			3,56
		1	3,02
34,35	2	2	2,9
		3	2,91
Rata –rata			2,94
		1	2,7
41,22	2	2	2,69
		3	2,75
Rata – rata			2,77
		1	2,64
48,09	2	2	2,66
		3	2,65
Rata – rata			2,65

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tegangan Geser Variasi Besar Gaya Tekan Elektroda

Tekanan elektroda (N/mm^2)	pengulangan	Luas *nugget* (mm^2)	Beban (N)	Kekuatan Uji geser (N/mm^2)
	1	9,95	800	80,40
27,48	2	9,72	750	77,16
	3	10,06	1000	99,40
Rata – rata				85,65
	1	7,16	1200	167,60
34,35	2	6,60	1300	196,97
	3	6,69	1400	209,27
Rata – rata				191,28
	1	5,72	1300	227,27
41,22	2	5,64	1400	248,23
	3	5,89	1400	237,69
Rata – rata				237,73
	1	5,47	1700	310,79
48,09	2	5,55	1500	270,27
	3	5,47	1400	225,94
Rata – rata				269

Berikut contoh perhitungan untuk mencari nilai kekuatan geser pada pengelasan las titik variasi kuat penekanan elektroda dan posisi *nugget* las

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

$$\tau = \frac{1200}{7,16}$$

T = 167,60

Keterangan :

t = tegangan geser (N/mm^2)

F = gaya pembebanan (N)

A = luas penampang (mm^2)

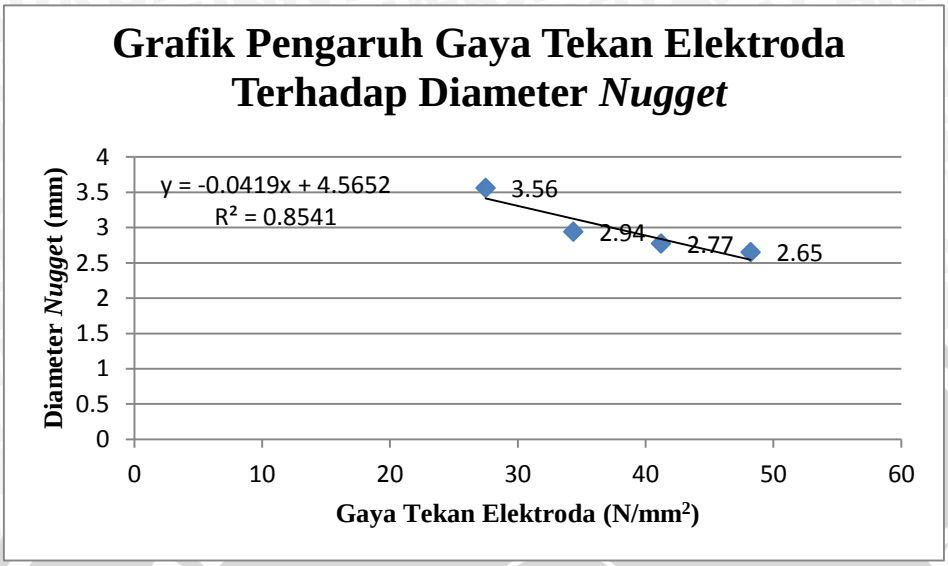
Dari pengujian geser yang telah dilakukan menggunakan *universal strength machine* di laboratorium struktur dan bahan kontruksi jurusan teknik sipil universitas brawijaya diperoleh nilai beban maksimal yang diberikan pada spesimen Berikut data pembebanan yang diperoleh :

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekuatan Geser Variasi Posisi *Nugget* Horizontal

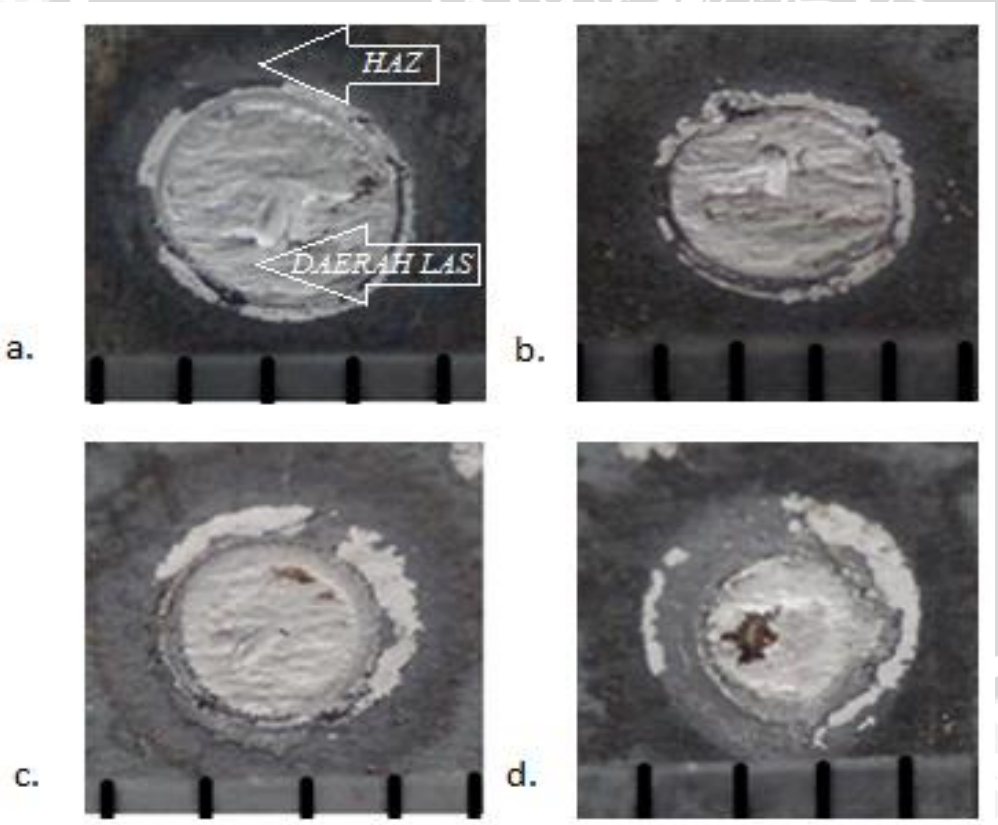
Posisi Nugget maksimal	Pengulangan	Beban Maksimal (N/mm^2)	Beban rata-rata (N/mm^2)
Horozontal	1	4000	4416
	2	5000	
	3	4250	
Vertikal	1	6200	5733
	2	6000	
	3	500	
Horizontal	1	5300	4766
	2	6000	
	3	3000	

4.2 Pembahasan Grafik Hasil Dari Penelitian

4.2.1 Grafik Analisis Hubungan Tekanan Elektroda Dan Diameter *Nugget*



Gambar 4.1 Grafik Nilai Rata-Rata Diameter *Nugget*



Gambar 4.2: Hasil Pengujian Foto Makro Spesimen Penelitian
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Pada Gambar 4.1 menjelaskan tentang ukuran tekanan elektroda terhadap ukuran diameter nugget, dari hasil yang diperoleh didapat bahwa pada tekanan eletroda 27.48 N/mm^2 = 3,56 mm^2; 34.35 N/mm^2 = 2,94 mm^2; 41.22 N/mm^2 = 2,77 mm^2 dan 48.09 N/mm^2 = 2,65 mm^2. Hal ini dikarenakan penambahan gaya tekan elektroda yang menyebabkan penurunan ukuran diameter nugget. Maka panas yg keluar melalui elektroda tidak akan merata, panas yang melelehkan logam akan semakin terpusat seiring besar tekanan yang diberikan terhadap logam, sehingga nantinya akan menghasilkan nugget dengan diameter kecil (Gambar 5 a)

Dapat dilihat pada gambar 4.2 hasil foto makro yang bertujuan untuk memperlihatkan ukuran diameter nugget dan luasan daerah las *(HAZ)* secara jelas yang nantinya digunakan untuk mengetahui seberapa besar hasil kekuatan geser pada spesimen.

keterangan :

a. Luasan daerah las pada variasi gaya tekan elektroda dan posisi *nugget* 27.48 N/mm^2 menghasilkan diameter nugget 3.56 mm dan luasan daerah las 0,64 mm
b. Luasan daerah las pada variasi gaya tekan elektroda 34.35 N/mm^2 menghasilkan diameter nugget 2.94 mm dan luasan daerah las 0,66 mm
c. Luasan daerah las pada variasi gaya tekan elektroda 41.22 N/mm^2 menghasilkan diameter nugget 2.77 mm dan luasan daerah las 0,67 mm
d. Luasan daerah las pada variasi gaya tekan elektroda 48.09 N/mm^2 menghasilkan diameter nugget 2.65 mm dan luasan daerah las 0,70 mm

Pada Gambar 4.2 a. gaya tekan elektroda menggunakan gaya tekan 27.48 N/mm2 menghasilkan diameter nugget rata-rata 3.56 mm dan luasan HAZ 0,64 mm, menghasilkan diameter nugget paling besar dan luasan HAZ paling kecil.

Pada Gambar 4.2 b variasi gaya tekan elektroda dan posisi *nugget* menggunakan gaya tekan 34.35 N/mm^2 menghasilkan diameter nugget rata-rata 2.94 mm dan luasan *HAZ* 0,66 mm, menghasilakn diameter *nugget* dan luasan daerah las yang kecil, tapi tak seluas dan sekecil pada variasi gaya tekan eletroda 27.48 N/mm^2.

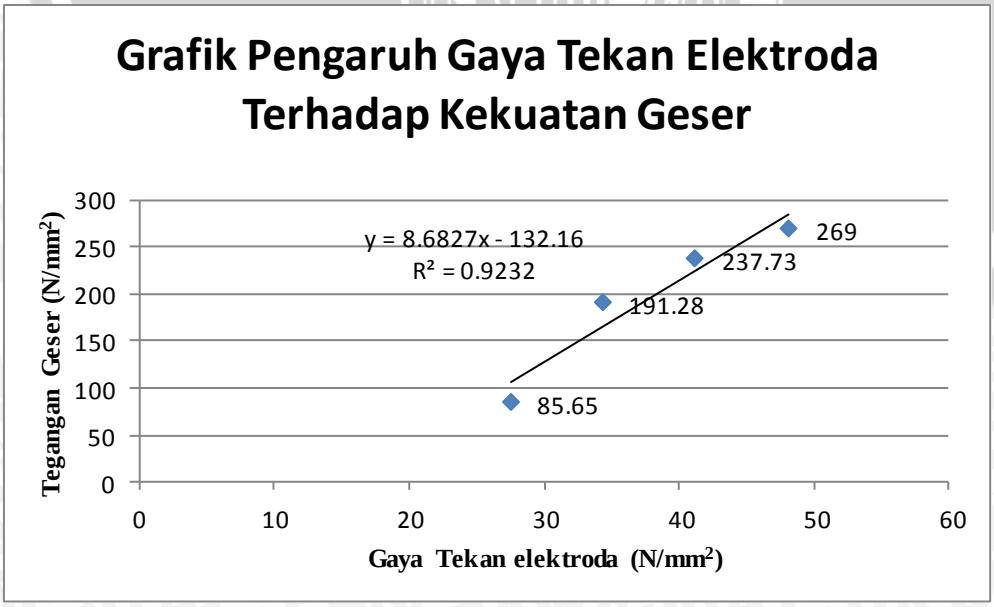
Pada gambar 4.2 c variasi gaya tekan elektroda menggunakan gaya tekan 41.22 N/mm^2 menghasilkan diameter nugget rata-rata 2.77 mm dan luasan *HAZ* 0,67 mm. menghasilakn diameter *nugget* kecil dan luasan daerah las yang besar, tapi tak sekeecil pada variasi gaya tekan eletroda 48.09 N/mm^2, karena pengaruh gaya tekan elektroda yang lebih kecil.

Pada Gambar 4.2 d variasi gaya tekan elektroda menggunakan gaya tekan 48.09 N/mm^2 menghasilkan diameter nugget rata-rata 2.65 mm dan luasan *HAZ* 0,70 mm, menghasilkan diameter *nugget* paling kecil dan luasan *HAZ* paling besar.

Terciptanya hasil diameter nugget besar dan luasan *HAZ* kecil karena saat proses pengelasan, kuranganya gaya tekan elektroda menyebabkan proses panas yang keluar dari elektroda akan merata, nantinya nugget yang dihasilkan semakin besar karena jumlah panas dari elektroda tidak terlalu terpusat dan panas yang dibuang juga sedikit sehingga akan menghasilkan daerah HAZ yang kecil, karena tidak terpusatnya proses pengelasan menyebabkan jumlah panas yang dibutuhkan untuk proses pengelasan keluar dari bidang pengelasan, nantinya pengelasan menghasilkan kekuatan geser yang kecil, sedangkan diameter nugget yang semakin mengecil dan luasan *HAZ* yang meluas karena semakin besar gaya tekan elektroda yang diberikan maka panas yang dialirkan oleh elektroda akan semakin terpusat, sehingga panas yang dihasilkan akan menciptakan daerah haz yang besar karena panas yang tidak dibutuhkan pada saat proses pengelasan keluar ke media di sekitar titik pengelasan.

4.2.2 Grafik Analisis pengaruh Hubungan Gaya Tekan Elektroda Terhadap Kekuatan Geser

Pada penelitian ini variasi yang diberikan yaitu pada penekanan elektroda pada proses las titik. Pengujian geser yang dilakukan dipengaruhi oleh besarnya tekanan elektroda. Semakin besar kuat penekanan elektroda makan semakin besar pula hasi tegangan gesernyaBerikut grafik nilai rata-rata dari pengujian tarik :

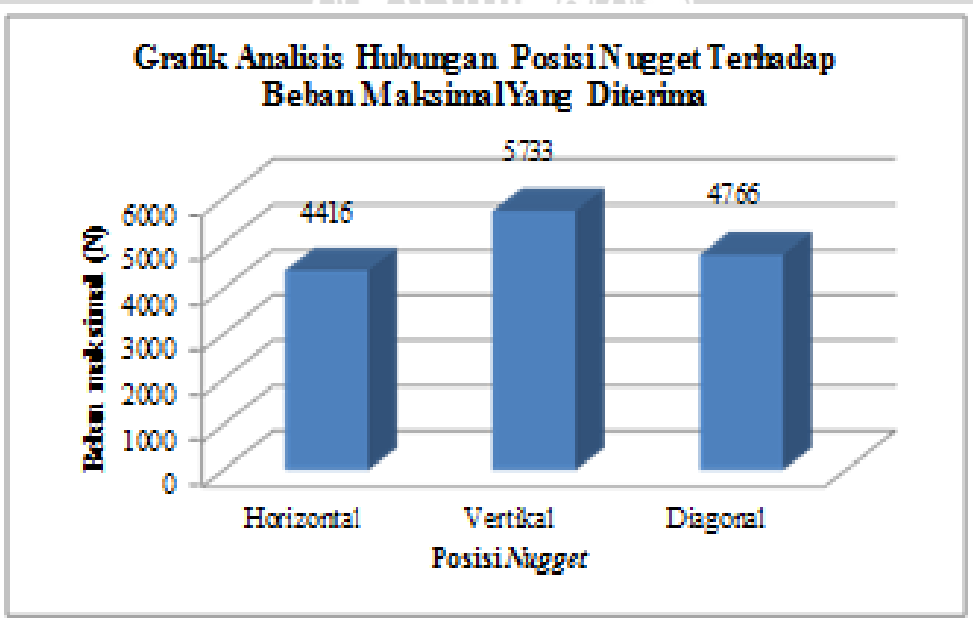


Gambar 4.3 : Grafik Nilai Rata-Rata Tegangan Geser Gaya Tekan Elektroda

Pada gambar 4.3 dari hasil pengujian dapat dilihat nilai pada variasi gaya tekan elektroda. Hasilnya dapaat dilihat bahwa hasil tegangan geser pada tekanan elektroda 27.48 N/mm^2 = 85,65 N/mm^2; 34.35 N/mm2 = 191,28 N/mm^2; 41.22 N/mm^2 = 237,73 N/mm^2 dan 48.09 N/mm^2 = 269 N/mm^2. Dari data diatas kita ketahui bahwa hasil dari pengujian nilai terendah didapatkan pada tekanan 27.48 N/mm^2 sebesar 85,65 N/mm^2 dan hasil tegangan geser paling besar adalah 48.09 N/mm^2 = 269 N/mm^2. Hal ini sesuai dengan hipotesis yang digunakan, bahwa semakin besar gaya penekanan yang digunakan maka semakin besar pula kekuatan geser yang dibutuhkan untuk memutuskan sambungan las dari spesimen uji.

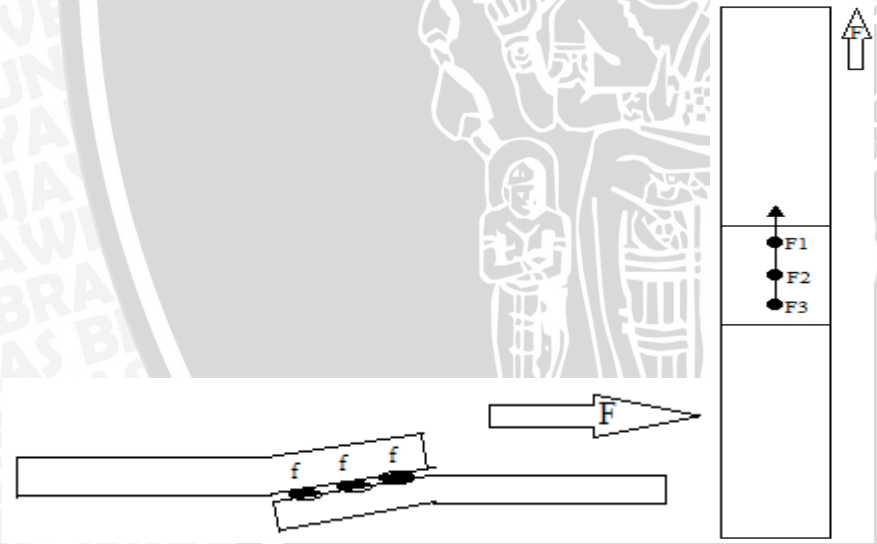
Hal ini dikarenakan semakin besar kuat penekanan yang digunakan makan panas yang dihasilkan akan semakin terfokus, sehingga besar diameter hasil pengelasan akan semakin kecil seperti pada Gambar 4.2 (a), hal ini terjadi karena saat *proses welding time* sebelum elekktroda mengalirkan arus listrik, spesimen sudah diberi tekanan yang tinggi saat proses *squezee time* dan saat proses tersebut berganti pada *weld time* elektroda akan dilarikan arus listrik dan logam yang berhubungan kontak dengan elektroda akan memanas dan meleleh, pada saat itu pula penekanan elektroda masih berlangsung sehingga proses mencairnya logam akan bersamaan dengan proses penekanan elektroda sehingga hasil proses mencairnya logam akan semakin menyatu lebih padat dan kuat dikarenakan gaya tekan elektroda yang tinggi.

4.2.3 Grafik Analisis Hubungan Posisi *Nugget* Terhadap Beban Maksimal Yang Diterima



Gambar 4.4 : Grafik Analisis Beban Maksimal Posisi *Nugget*

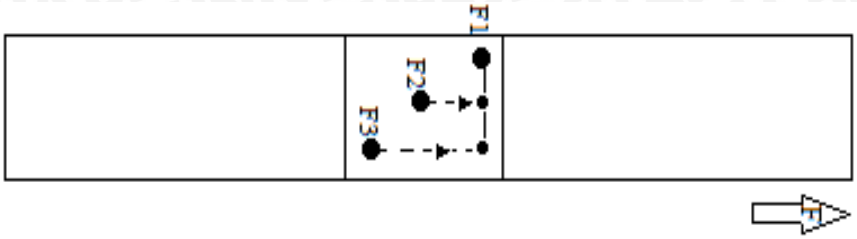
Pada penelitian ini variasi yang diberikan yaitu posisi *nugget* pada proses las titik. Pengujian geser yang dilakukan dipengaruhi oleh posisi *nugget*. Dapat dilihat pada gambar 4.4, dari hasil pengujian dapat dihasilkan nilai pada variasi posisi *nugget* pada las titik. Bahwa hasil beban maksimal pada posisi horizontal = 4416 N, posisi vertikal = 5733 N posisi diagonal= 4766 N. Dari data pada tabel 4.3 kita ketahui bahwa hasil dari pengujian nilai terendah didapatkan pada posisi horizontal sebesar 4416 N sedangkan beban maksimal paling besar adalah posisi vertikal yaitu sebesar 5733 N. Hal ini sesuai dengan hipotesis yang digunakan, posisi *nugget* vertikal menghasilkan nilai beban maksimal yang paling tinggi, karena pada posisi ini luasan pada spesimen tidak terdistribusi secara merata sehingga menghasilkan luasan penampang yang kecil dengan gaya yang besar. Bisa dilihat pada gambar 4.5 dimana saat proses penarikan, hanya luasan penampang F1 yang mendapatkan beban secara maksimal ke arah gaya F, karena luasan penampang lainya tercover oleh luasan penampang gaya F1 sehingga gaya yang diterima pada sepesimen tidak terdistribusi secara merata dan menghasilkan beban maksimal yang tinggi untuk menggeser sambungan sampai putus.



Gambar 4.5 : Prinsip Penerimaan Beban Maksimal Posisi Nugget Vertikal
Sumber : Dokumen Pribadi

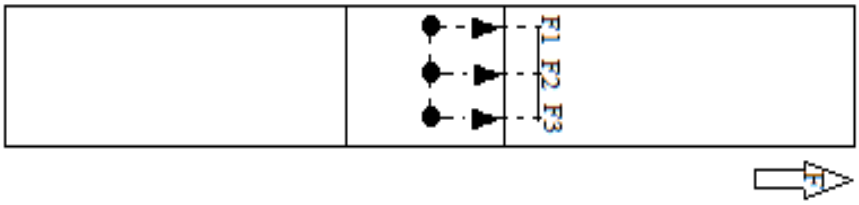
Pada gambar 4.6 dapat dilihat bahwa sambungan posisi *nugge*t diagonal kekuatan gesernya mengalami penurunan tetapi tidak serendah hasil pembebanan maksimal pada posisi *nugget* horizontal, dikarenakan pada sambungan ini pembebanan yang bertumpu mengalami dua gaya dalam satu bidang spesimen, yaitu momen putar yang kemudian terdistribusi merata beban maksimal pada *nugget* searah gaya *F*, sehingga saat menahan

gaya yang diterima dari luar memerlukan beberapa langkah untuk memutuskan sambungan pada sambungan plat.



Gambar 4.6 : Prinsip Penerimaan Beban Maksimal Posisi Nugget Diagonal
Sumber : Dokumen Pribadi

Pada gambar 4.7 dapat dilihat bahwa posisi *nugget* horizontal mengalami penurunan paling rendah pembebanan maksimal yang diperoleh, dikarenakan beban yang bertumpu pada *nugget* terdistribusi secara merata dengan tumpuan yang melintang pada lebar spesimen, sehingga kemampuan untuk menahan gaya yang diterima dari luar kurang terfokus karena pembebananya dan luasan penampangnya akan terdistribusi secara merata dan menyebabkan pembebanan maksimalnya semakin rendah yang di dapat saat sambungan putus.



Gambar 4.7 : Prinsip Penerimaan Beban Maksimal Posisi Nugget Horizontal
Sumber : Dokumen Pribadi