BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelasan dengan metode las gesek (*friction welding*) merupakan pengelasan dalam kondisi diam dan berputar dengan memanfaatkan putaran dari *spindle*. Setelah dilakukan pemyambungan dan pengukuran terhadap benda uji didapatkan data-data yang ditampilkan di bab ini.

4.1. Hasil Penyambungan Benda Uji

a. Hasil pengelasan gesek sambungan pipa kuningan dan tembaga

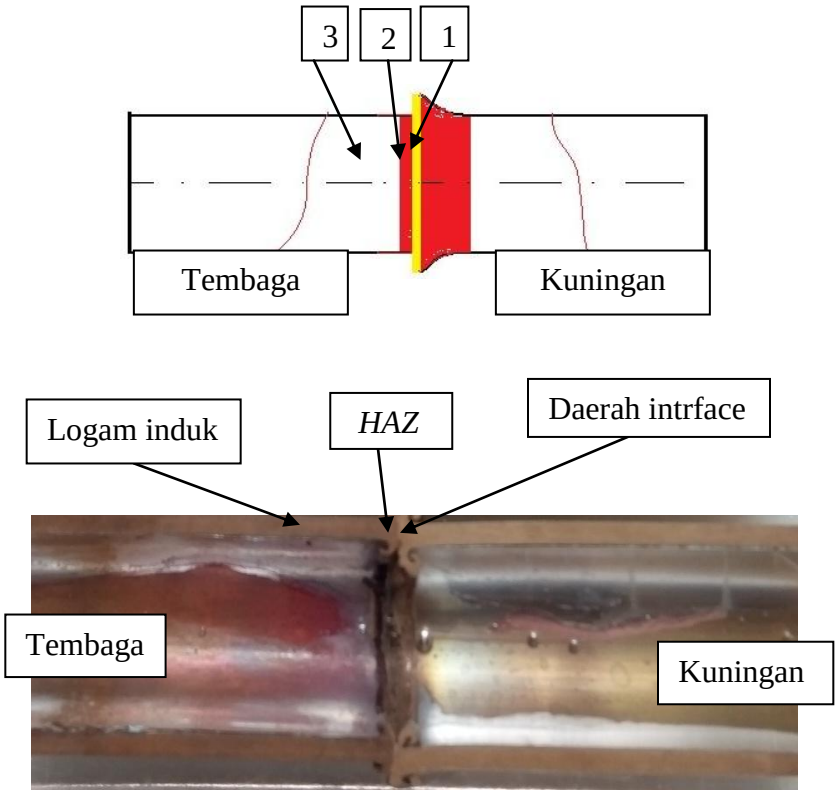
Gambar 4.1. Proses penyiapan benda uji setelah pengelasan dan siap untuk di uji struktur mikro dan kekerasan.

Setelah melakukan proses pengelasan anatra pipa kuningan dan tembaga dengan sambungan las gesek terlihat pada gambar 4.1. Pada gambar 4.1 a adalah hasil pembuatan benda uji dari pengelasan gesek menggunakan variasi putaran 1000 rpm,

1600 rpm dan 2000 rpm. Dilakukan pembubutan pada daerah sambungan *flash* agar terliha trapi gambar 4.1. b. Pembelahan pada pipa untuk proses pengujian struktur mikro dan kekerasan gambar 4.1 c.

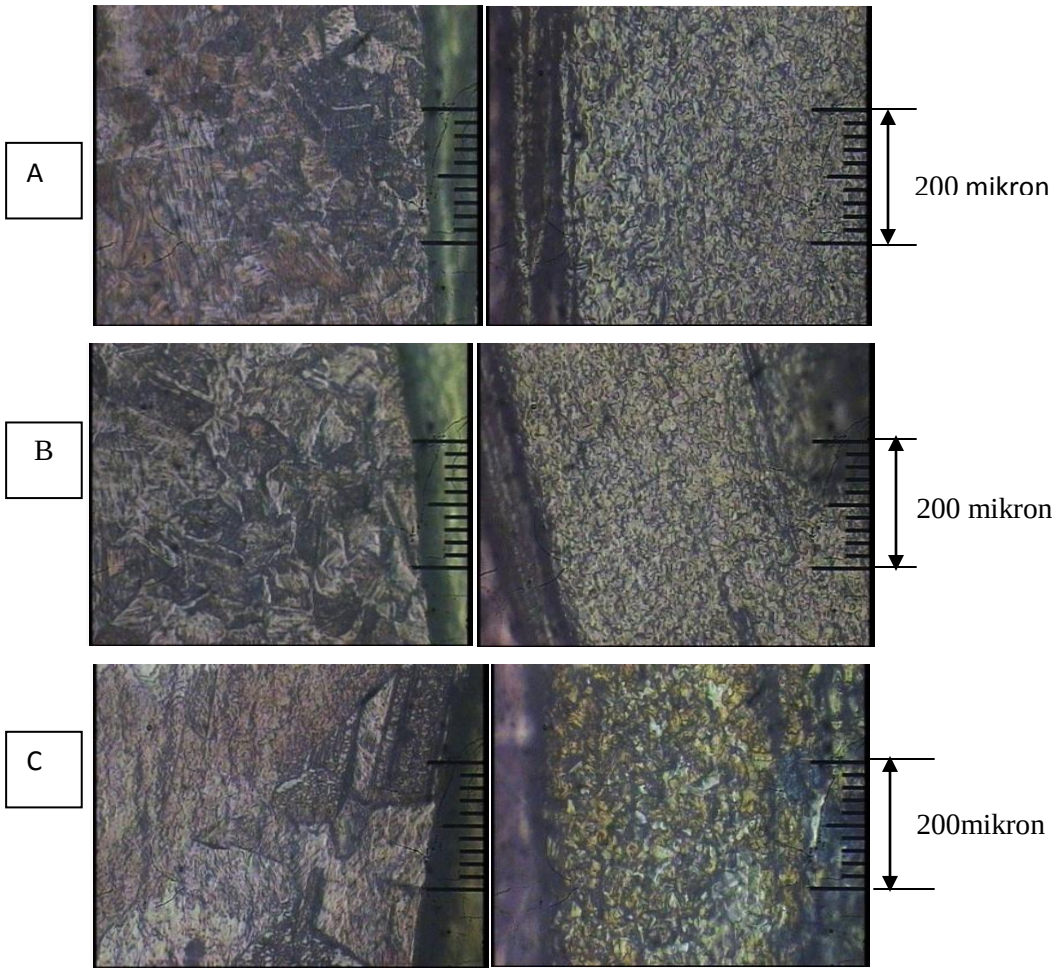
Setelah melakukan proses pembuatan benda uji antara pipa kuningan dan tembaga akan dilakukan pengujian. Pengujian ini untuk melihat struktur mikro dan kekerasan. Pengamatan struktur mikro diambil tiga titik yaitu daerah sambungang, setelah sambungan dan jauh dari sambungan. Untuk pengujian kekerasan (VHN) dilakukan lima titik yaitu titik satu dari sambungan dan stelah sambungan dengan jarak 1 mm.

4.2. Pengujian struktur mikro



Gambar .4.2. Daerah uji struktur mikro

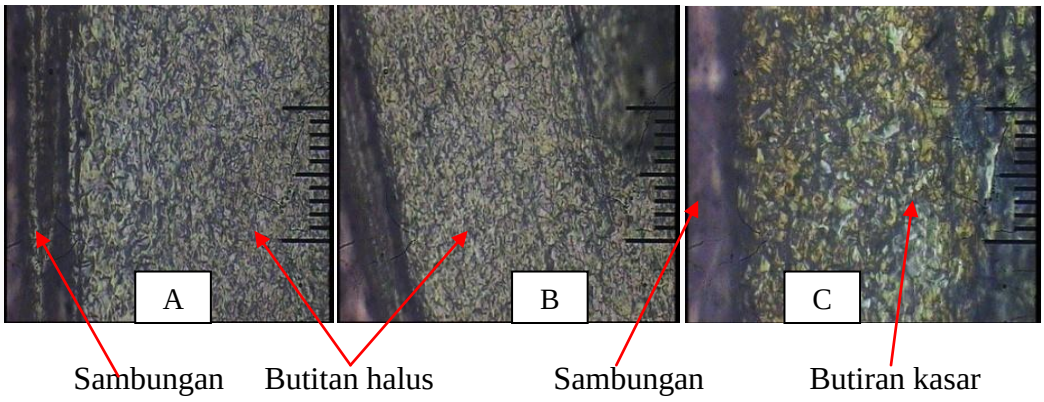
a). Foto struktur mikro daerah sambungan



Gambar 4.3. Struktur mikro daerah sambungan (interface) dengan pembesaran 200× (a) putaran 1000 rpm, (b) 1600 rpm, (c) 2000 rpm.

4.3. Hasil Struktur Mikro daerah sambungan (*interface)* pada Putaran 1000, 1600 dan 2000 rpm.

a. Kuningan



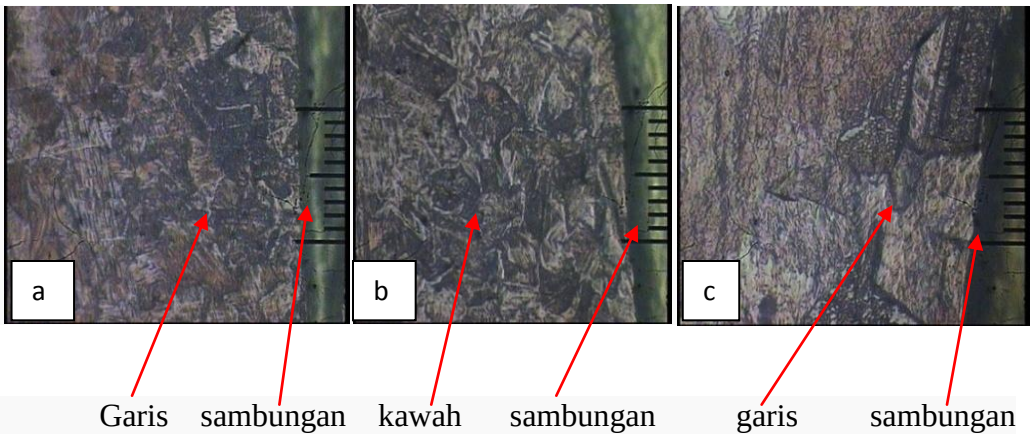
Gambar 4.4. Struktur mikro daerah sambungan *(interface)* pipa kuningan dengan pembesaran 200× dengan jarak 1 mm dari sambungan, a) 1000 rpm, b) 1600 rpm, c) 2000 rpm

Pada gambar 4.4. terlihat bahwa setiap variasi putaran gesek akan berbeda pada daerah sambungan (*interface)*. Daerah struktur mikro dengan pembesaran 200 mickron disetiap satu setripnya 20 mickron. Dengan putaran yang bervariasi menghasilkan stuktur mikro yang sama. Terlihat dari hasil foto stuktur mikro butiran halus dan padat didaerah sambungan *(interface)*. Bentuk akan mengecil sehingga terjadi kepadatan didaerah sambungan *(interface)*. Daerah *interface* adalah daerah sambungan yang mendapatkan tekana gesek pada saat proses pengelasan. Dengan perlakuan variasi putaran maka hasil yang didapat pada saat pengamplasan untuk uji struktur mikro disetiap bahan akan berbeda.

Variasi putaran gesek dan tekanan gesek mempengaruhi temperatur yang dibangkitkan pada saat gesekan berlangsung. Semakin tinggi putaran dan tekanan maka temperature akan tinggi. Dari gambar 4.4 di atas dapat disimpulkan dengan gambar struktur mikro. Variasi putaraan dan tekanan tempa strtuktur mikro akan berbeda kerapatan, ke halusan permukaan akan berbeda. Ketika putaran dari rendah

ketinggi akan merubah struktur mikro. Bentuk flash dari masing-masing putaran 1000 rpm, 1600 rpm dan 2000 rpm akan sama tetapi hasil sruktur mikronya berbeda. Dari struktur mikro bentuk butiran kecil sampai besar terlihat pada saat pengujian struktur mikro.

b. Tembaga

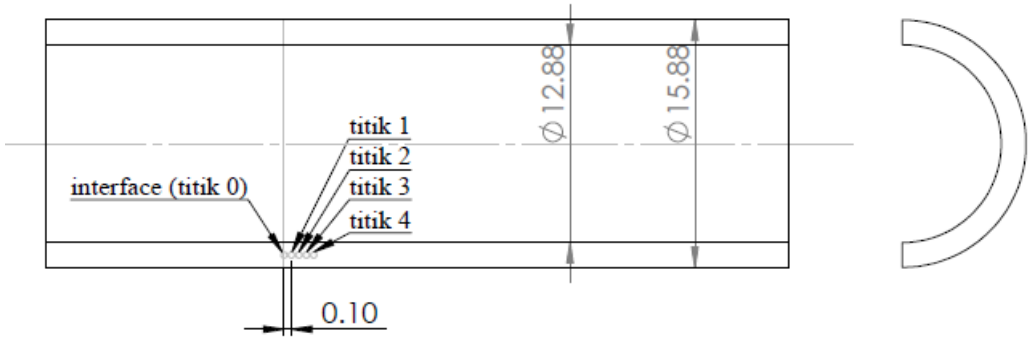


Gambar 4.5. Struktur mikro daerah sambungan (*interface*) pipa Tembaga dengan pembesaran 200×, pada jarak 1 mm dari sambungan a) 1000 rpm, b)1600 rpm, c) 2000 rpm

Terlihat pada gambar 4.5. dengan permukaan yang halus dan bergaris saja pada gambar 4.5. Pada daerah sambungan tidak menyatu antara kuningan dengan tembaga ini hanya menempel. Digambarkan terlihat bentuk kawah dan bergaris yang membentuk kawah kecil yang membentuk butiran halus.

4.4. Pembahasan Uji Kekerasan

4.5.1. Hasil Kekerasan Variasi Putaran Gesek Pada Kuningan.



Gambar. 4.5. Titik pengujian kekerasan

4.1. Table hasil pengujian kekerasan 1000 rpm

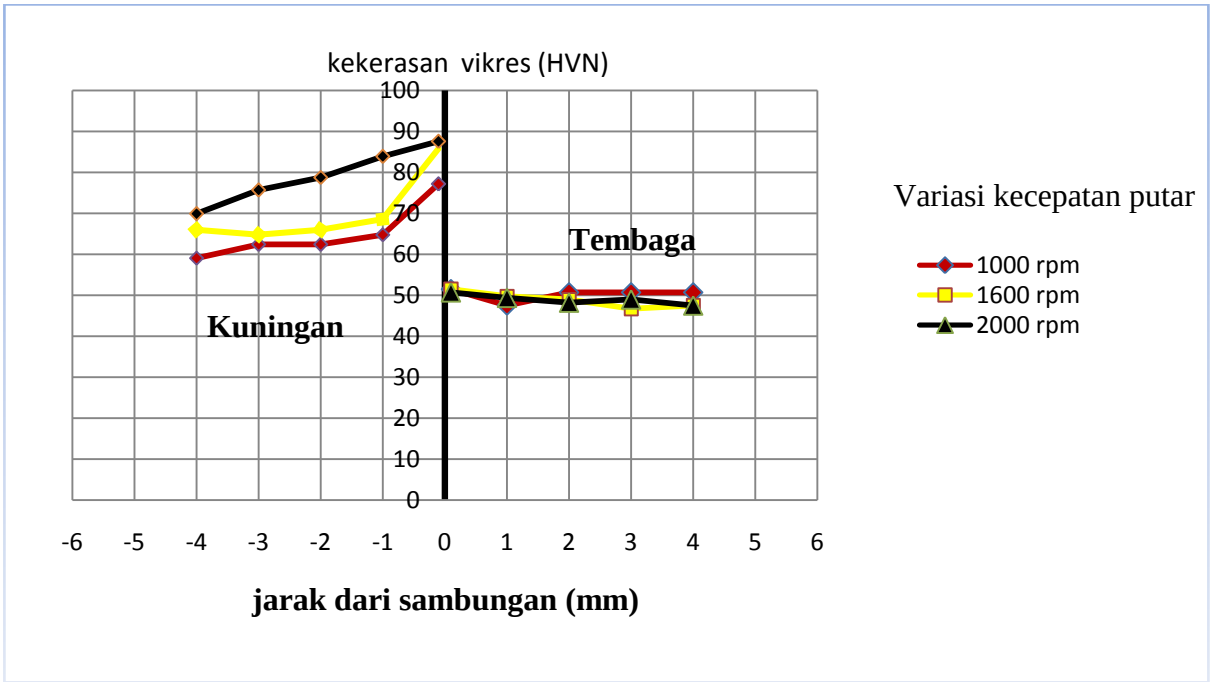
No	Putaran (rpm)	Posisi titik uji dari tengah		d_1 (µ m)	d_2 (µm)	$d_{rata\ -rata}$ (µm)	kekerasan (VHN)
1	1000	Tembaga	5 mm	61	60	49	50.7
			4 mm	61	60	53.5	50.7
			3 mm	61	60	54.5	50.7
			2 mm	63	62	54.5	47.5
			1 mm	60	60	56	51.5
		Kuningan	1 mm	50	48	49	77.2
			2 mm	54	53	53.5	64.8
			3 mm	54	55	54.5	62.4
			4 mm	54	55	54.5	62.4
			5 mm	57	55	56	59.1

4.2. Table hasil pengujian kekerasan 1600 rpm

No	Putaran (rpm)	Posisi titik uji dari tengah		d_1 (µm)	d_2 (µm)	$d_{rata-rata}$ (µm)	Kekerasan (VHN)
2	1600	Tembaga	5 mm	64	61	61	47.5
			4 mm	64	62	63	46.7
			3 mm	63	60	60	49
			2 mm	61	61	61	49.8
			1 mm	60	60	60	51.5
		Kuningan	1 mm	48	45	45	85.8
			2 mm	52	52	52	68.6
			3 mm	54	52	52	66
			4 mm	54	53	52	64.8
			5 mm	54	52	53	66
3	2000	Tembaga	5 mm	63	62	62.5	47.5
			4 mm	62	61	61.5	49
			3 mm	61	61.5	62	48.2
			2 mm	61.5	61	61.25	49.4
			1 mm	60	61	60.5	50.7
		Kuningan	1 mm	47	45	46	87.6
			2 mm	47	47	47	83.9
			3 mm	48	49	48.5	78.8
			4 mm	50	49	49.5	75.7
			5 mm	53	50	51.5	69.9

Pada table (4.2.) di atas diperoleh bahwa kekerasan tertinggi pada putaran 2000 rpm logam kuningan yaitu 87,6 VHN dan kekerasn terendah diperoleh 59,1 VHN putaran 1000 rpm pada logam kuningan. Hal ini terjadi karena kecepatan putar tinggi panas yang ditimbulkanakan semakin besar. Pada saat terjadi *themoplastis* akan mempengaruhi nilai kekerasan. *Flesh* pada bagian luar logam kuningan dan terjadi deformasi pada struktur mikronya. Putaran 2000 rpm adalah putaran yang optimal dari variasi putar 1000 rpm dan 1600 rpm. Nilai kekrasan dari 2000 rpm yang paling optimal. Nilai kekerasannya yang dihasilkan tidak menurun dari 87,6 VHN sampai 69,9 VHN hanya selisih 4 VHN disetiap titik pada logam kunigan. Sedangakan pada logam tembaga nilai kekerasan diputaran 1000 rpm, 1600 rpm dan 2000 rpm nilai yang dihasilkan 51, 5 VHN pada titik 1. Dengan nilai rendah pada putaran 1600 rpm yaitu 46,7 VHN pada titik ke 4. Hal ini terjadi pada saat proses gesekan mendapatkan hantaran panas. Panas yang dihasilkan pada bagian sambungan lebih besar. Terlihat pada hasil struktur mikro pada gambar 4.3. Pipa kuningan pada putaran 1000 rpm dan 1600 rpm butiran-butiran terlihat rapat. Hasil putaran 2000 rpm terlihat butiran kasar dan dapat dilihat gambar 4.3. Hal ini adanya *deformasi* pada bagian pipa. *Deformasi* terjadi pada logam tembaga. Terlihat pada *interface* yaitu semakin bertambah putaran maka bergaris semakin jelas.

Dari tabel di atas dapat disimpulkan kekerasn pada logam kuningan terdapat pada putaran 2000 rpm dengan nilai kekerasn 87,6 VHN di titik 1 mm dari sambungan. Dikarenakan pada putaran tersebut terjadinya flash lebih cepat. Panas yang dihasilkan maksimal sehingga butiran logam menjadi lebar dan mengeras. Nilai terrendah pada putaran 1600 rpm pada titik 5 yang jauh dari sambungan yaitu pada pipa kuningan. Pada tabel 4.1. menunjukan bahwa putaran gesek 1000 nilai kekerasan dari titik 1 sampai titik 5 nurun. Pada daerah sambungan (*interface)* mengalami pemanasan yang di gesekan dari awal. Dimana titik 2,3,4 terjadi perambatan panas sehingga titik tersebut mendapatkan hantaran panas sehingga tidak merubah nilai kekerasan.



Grafik 4.3. Profil kekerasan pada sambungan las gesek dengan variasi gesek gabungan antara 1000 rpm, 1600 rpm dan 2000 rpm

Dari grafik diatas dapat disimpulkan kekerasan pada logam tembaga terdapat pada putaran 1000 rpm dengan nilai kekerasn 51,5 VHN titik 1 mm dari sambungan. Dikarenakan pada putaran tersebut terjadinya *flash*, tembaga lebih lama dari kuningan. Pada saat mulai terjadi flash pada tembaga kuningan sudah mencapai termoplastis terlebih dahulu dan panas yang dihasilkan maksimal sehingga butiran logam tembaga menjadi lebar dan mengeras. Nilai terrendah pada putaran 2000 rpm pada titik 5 yang jauh dari sambungan dapat dilihat pada grafik 4.3. Pada grafik 4.3 menunjukan bahwa dari putaran gesek 1000 rpm penurunan kekrasan dari titik 1 sampai titik 5 menurun derastis yang awalmya 51,5 sampai 47,5. Putaran 1600 terjadi penurunan dari titik 1 sampai 5 bertahap tidak secara cepat. Putaran 2000 rpm titik uji 1 sampai 5 lebih stabil penurunannya karena pada putaran tersebut lebih kencang dari 1000, 1600 rpm mengalami deformasi.