



Identifikasi kualitas proses *shield metal arc welding* (SMAW) melalui monitoring arus dan daya *real-time*

Identify the quality of the shield metal arc welding (SMAW) process by monitoring real time currents and power

A. Sifa*, T. Endramawan, Niantoro

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Jl. Lohbener Lama no. 08, Indramayu, Jawa Barat, 45252, Indonesia. HP. 081215867418

*E-mail: agus.sifa@polindra.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 21 January 2020

Accepted 13 July 2020

Available online 1 October 2020

Keywords:

Shield metal arc welding Monitoring

Quality

Real Time



ABSTRACT

The shield metal arc welding Monitoring welding process is simple and more economical so it is widely used in small and large industries, and can also be used anywhere, quality control is very important to ensure the results of welding connections have good quality, some important parameters in the welding process include current, voltage and welding speed. Monitoring of the welding process is very important in addition to monitoring the quality of the process and the results of welding; the monitoring process is very effective and efficient without the need for additional time and costs to carry out damaged tests after the welding process. Real-time monitoring method using the Arduino microcontroller system, the welding experiment process is carried out at position 1F with two sides and using ST37 steel material and after welding the quality is checked using the method Non-Destructive Test-Liquid Penetration Test. The result of in the welding process the minimum current occurs is 21 amperes occurs in the welding process position 1F and the maximum current that occurs is 41.1 defects occur when the current is below 27.5 Amperes, in addition to the current that causes the welding defects, other variables can also cause welding defects such as welding position 1F part B there are defects in the welding process with 29 Amperes Flow, and identification of welding quality through a real-time monitoring system with current and power parameters.

1. PENDAHULUAN

Pengelasan adalah salah satu proses penggabungan utama yang digunakan dalam industri fabrikasi, terutama yang memproduksi ketel, tekanan kapal, struktur laut, dan lainnya. Kontrol kualitas las sangat penting untuk industri tersebut (Summesh dkk, 2015; Alkahla dan Pervaiz, 2017). Pengelasan adalah proses penyatuan yang penting karena memiliki efisiensi tinggi dan proses pengaturannya sederhana, lebih fleksibilitas, dan ekonomis, Sumardiyanto dan Susilowati (2019). Proses pengelasan tersedia di semua bengkel skala kecil atau besar, dan dapat digunakan untuk memperbaiki bagian yang bermasalah juga, pengelasan merupakan proses fabrikasi yang dapat diterapkan secara praktis di udara, air dan ruangan, Alkahla dan Pervaiz (2017). Pengelasan tidak hanya bergabung dengan logam serupa tetapi juga bergabung dengan logam yang berbeda dengan aplikasi panas, Perekke (2017). Panas yang dihasilkan selama proses pengelasan bisa mencapai titik lebur baja yaitu sekitar 1,370°C atau 2,500°F, Widodo dkk. (2018), Seringkali proses pengelasan harus dilakukan di beberapa tempat karena terbentuk dari konstruksi, seperti pengelasan sambungan pipa tekanan di tanah atau pengelasan di sudut bangunan, dan lainnya, Widodo dkk. (2018).

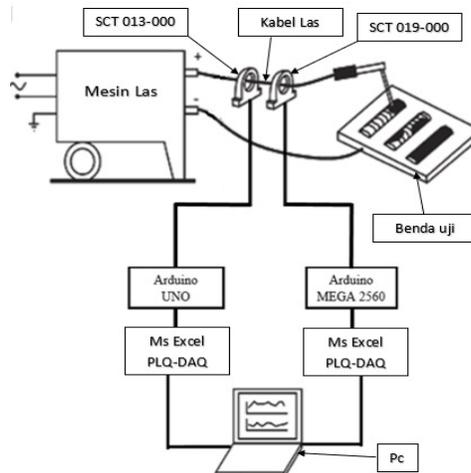
Proses SMAW, dikenal sebagai proses SMAW (*Shield Metal Arc Welding*), logam induknya adalah mengalami peleburan karena pemanasan busur yang timbul antara ujung elektroda dan benda kerja permukaan, Widodo dkk. (2018), Pengelasan dilakukan dengan berbagai kombinasi arus, tegangan, dan kecepatan lasan yang baik serta lasan dengan cacat, Sumesh dkk. (2015). Dalam proses pengelasan diperoleh pengelasan yang baik hasil membutuhkan energi yang cukup untuk melelehkan induk logam dan isi logam. Dalam proses pengelasan SMAW energi yang dihasilkan berasal dari energi listrik diubah menjadi energi panas. Energi panas ini dipengaruhi oleh tiga parameter utama dalam pengelasan itu arus, tegangan dan kecepatan pengelasan yang mempengaruhi kualitas akhir hasil pengelasan (Sumardiyanto dan Susilowati, 2019; Widodo dkk., 2018). Pengelasan baja tidak selalu mudah. Ada kebutuhannya untuk memilih dengan benar parameter pengelasan agar kualitas las yang baik, Sumardiyanto dan Susilowati (2019), Jenis utama dari parameter pengelasan adalah arus (mempengaruhi input panas). Pengaruh parameter pengelasan (berbagai jenis elektroda dan arus) pada sifat mekanik seperti kekuatan tarik, dampak ketangguhan dan kekerasan, Sumardiyanto dan Susilowati (2019).

Proses Monitoring atau pemantauan Kualitas lasan sangat penting karena penghematan biaya proses yang besar dimungkinkan karena hal itu, dan ini terutama terjadi di industry, di mana lasan yang cacat menyebabkan kerugian dalam produksi dan memerlukan waktu yang lama serta perbaikan yang mahal, Hamza dkk. (2009), jaminan kualitas dalam pengelasan busur dapat dicapai melalui pengujian tegangan dan arus pengelasan. Karena proses pengelasan busur melibatkan peleburan dan resolidifikasi bahan dasar, geometri kepala lasan yang dihasilkan merupakan indikator yang baik dari integritas lasan, Hamza dkk. (2009), salah satu proses monitoring dengan memasang sensor pada peralatan las, bisa berupa sensor yang dapat memantau atau memonitoring arus dan tegangan atau dari kondisi pengelasan secara langsung, Hamza dkk. (2009), pemantauan pengelasan busur manual sangat penting karena berkorelasi dengan produktivitas dan pengaruh keterampilan tukang las, yang pada akhirnya memengaruhi kualitas, Lebar dkk. (2012).

Pada penelitian ini bertujuan untuk memataui atau memonitoring secara langsung (*real time*) proses pengelasan SMAW melalui arus dan daya yang digunakan selama proses, dan membandingkan dengan hasil *Non Destructive Test* (NDT) dengan metode *liquid penetrant test*, sehingga bisa mengetahui secara langsung kualitas hasil pengelasan tanpa dilakukan pengujian material pasca proses pengelasan, hal ini diharapkan dapat lebih efektif dan efisien baik secara waktu maupun biaya.

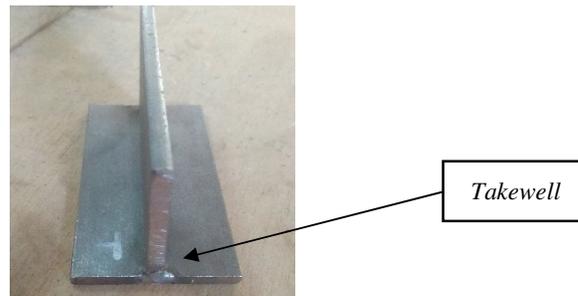
2. METODE PENELITIAN

Selama pengelasan, variasi acak dalam arus dan tegangan terjadi, yang tidak dapat direkam dengan Ampermeter dan voltmeter biasa, perolehan sinyal tegangan dan arus sementara pengelasan sedang berlangsung pada kecepatan yang sangat tinggi, Kumar dkk. (2016), Pengembangan sistem monitoring atau pemantauan proses pengelasan berdasarkan pada platform mikrokontroler yang mampu melakukan akuisisi data, agregasi, dan transfer nirkabel ke server data dan penyajian data ini dalam bentuk buku harian pengelasan juga telah dilaporkan, Kumar dkk. (2016), pada penelitian ini akan dilakukan perekaman secara langsung yang terintegrasi dengan software Microsoft excel, melalui sistem mikrokontrol arduino yang tersambung dengan sensor SCT 013-000 dan SCT 019-000 untuk merekam arus yang terjadi pada saat proses pengelasan berlangsung dengan skema sebagai berikut;



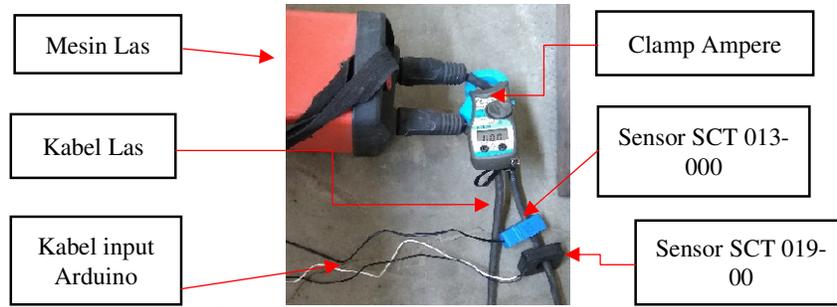
Gambar 1. Sistem Monitoring Proses SMAW

Pada gambar 1 merupakan rancangan sistem yang digunakan monitoring proses SMAW, menggunakan 2 *microcontroller* *Arduino Uno* dan *microcontroller* *Arduino Mega 2560*, serta 2 sensor yaitu *Sensor Current Transformer (SCT) 013-000* dan *Sensor Current Transformer (SCT) 019-000*, Input parameter las sebagai pertimbangan dalam penelitian ini adalah Arus, Tegangan, dan Kecepatan Pengelasan. Setelah dilakukan proses eksperimen pengelasan, sampel las dibersihkan dan kualitas las diperiksa menggunakan pengujian tidak merusak/Non Destructive Test (NDT)-Liquid Penetrant Test (PT).



Gambar 2. Benda uji setelah di *takewell*

Specimen uji dibuat dengan posisi pengelasan 1F pada bentuk sambungan “T” dengan jenis material baja ST37, Baja ST37 telah digunakan secara luas dan dapat diterima untuk konstruksi atau produk logam apa pun karena mudah diperoleh dan biaya rendah di banyak negara. Proses pengelasan adalah tahap produksi yang umum dilakukan memanfaatkan baja menjadi produk yang fungsional dan bermanfaat dengan lapisan tambahan, beberapa produk dasar menggunakan material baja ST37 mendapat banyak gesekan serta korosi. Area logam las adalah yang paling kritis bagian untuk mendapatkan degradasi karena keausan dan pengurangan berat menjadi dominan sebagai penyebab kegagalan, Jannifar dkk. (2019), pada baja ST37 Laju korosi menunjukkan peningkatan bertahap seiring dengan meningkatnya arus pengelasan, sangat bergantung pada kondisi lingkungan sekitar dari pengelasan, Jannifar dkk. (2019), sebelumnya dilakukan *takewell* pada benda uji dan pastikan harus tegak lurus 90°. Pemasangan alat sistem monitoring seperti berikut;



Gambar 3. Instalasi Sistem Monitoring

Pada penelitian ini mengacu pada dua sistem pengkodean untuk posisi pengelasan, yang pertama adalah sistem yang didefinisikan oleh AWS (*American Welding Society*) yang mengacu pada jenis koneksi. Sistem pengkodean kedua adalah sistem yang didefinisikan oleh ISO (Organisasi Standar Internasional) di mana sistem ini mengacu pada posisi elektroda selama proses pengelasan terjadi, Widodo dkk. (2018). Dalam proses pengelasan dengan posisi pengelasan 1F pada jenis sambungan “T” menggunakan ampere maksimal (90 Ampere) sesuai dengan ampere yang digunakan dari *data sheet* dan proses pengelasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

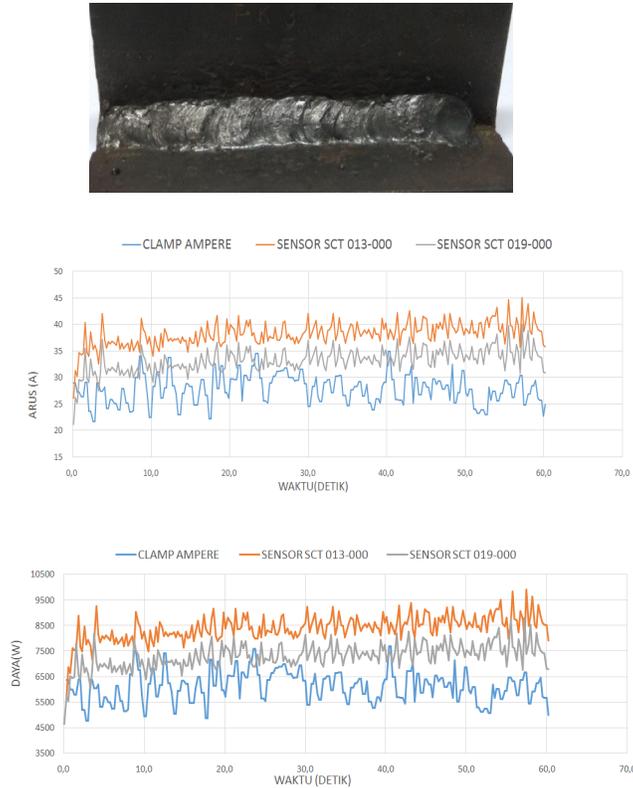
Pengolahan data pengelasan merupakan proses mengolah data yang dihasilkan dari Alat sistem monitoring proses SMAW, dimana output tersebut diolah dalam tabel pada *Microsoft Excel*, pada tabel tersebut dapat dilihat nilai Ampere, dan daya kemudian dirubah menjadi grafik, selain itu, kita dapat menampilkan nilai maksimal, minimal bahkan rata-rata nilai amper yang terjadi dalam proses pengelasan. Untuk memastikan bahwa data yang masuk merupakan data yang benar maka dalam pengujian digunakan juga alat pembanding yaitu *Clamp Ampere* yang memiliki fungsi sama serta telah beredar dipasaran namun memiliki kekurangan yaitu tidak dapat merekam data yang masuk.



Gambar 4. Pengelasan (a) 1 F Kanan posisi A ,(b) 1F kiri Posisi B

3.1 Proses pengelasan posisi 1F jenis sambungan “T” pada bagian A

Pada proses pengelasan bagian A benda uji berhasil dilakukan proses pengelasan sepanjang 100mm dalam waktu 60,2 Detik dengan kecepatan pengelasan diasumsikan konstan 1,7 mm/detik, pada gambar 5, dapat dikatakan bahwa grafik yang terjadi antara *clamp ampere* dengan 2 buah sensor SCT, memiliki grafik yang sama namun dapat dilihat juga bahwa perbedaan nilai yang terjadi antara *clamp ampere* dengan sensor SCT dimana nilai yang terbaca oleh *clamp ampere* lebih kecil dibandingkan dengan nilai dari kedua sensor sct.



Gambar 5. Arus dan daya proses pengelasan 1F “T” pada bagian A

Dari gambar 5, dapat di hitung nilai maksimal, nilai minimal serta nilai rata-rata selisih yang terjadi antara ketiga alat tersebut, dibawah ini merupakan tabel yang menjelaskan perbedaan antara sensor sct 019-000, sensor sct 013-000 dan *clamp ampere*.

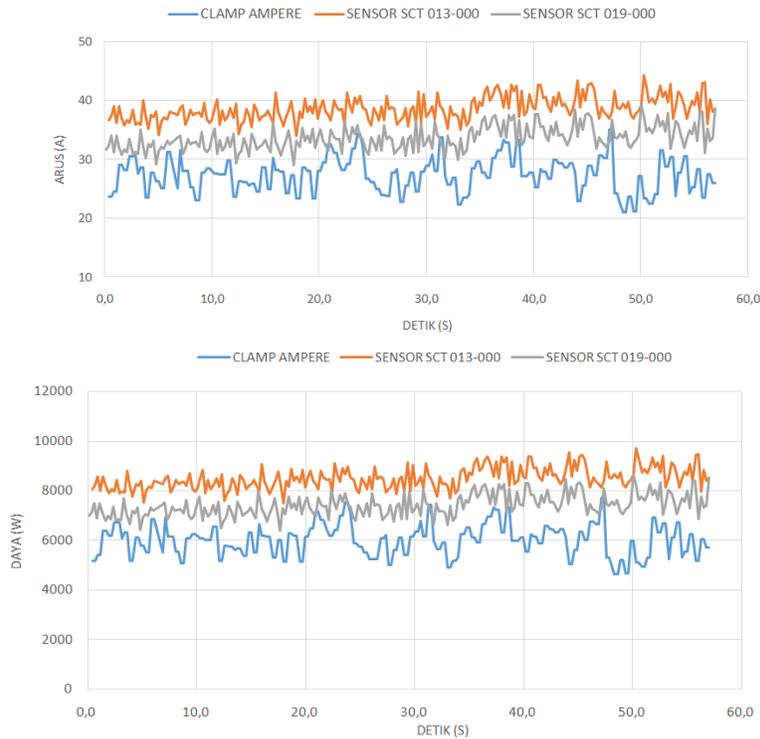
Tabel 1. Perbedaan hasil antara sensor Proses pengelasan 1F “T” pada bagian A

	Arus (Ampere)				
	Nilai maksimal (Ampere)	Nilai minimal (Ampere)	Rata-rata (Ampere)	Waktu terjadi max (Detik)	Waktu terjadi min (Detik)
Clamp Ampere	34,9	22	28	40,4	2,6
SCT 019-000	40	21	33	57,2	0,1
SCT 013-000	45	26	38	57,2	0,1
	Daya (Watt)				
	Nilai maksimal (Watt)	Nilai minimal (Watt)	Rata-rata (Watt)	Waktu terjadi max (Detik)	Waktu terjadi min (Detik)
Clamp Ampere	7678	4774	6114	40,4	2,6
SCT 019-000	8800	4642	7303	57,2	0,1
SCT 013-000	9900	5742	8403	57,2	0,1

Pada tabel 1, kita dapat mengetahui nilai maksimal, minimal, rata-rata dan waktu terjadinya pada ketiga alat ini, dari tabel 1 juga dapat diketahui selisih yang terjadi antara ketiga alat ini dimana sensor SCT 013-000 memiliki nilai yang paling tinggi diantara ketiganya serta *clamp ampere* memiliki nilai yang paling rendah, selisih yang terjadi antara SCT 013-000 dengan *clamp ampere* sebesar 10 ampere, sedangkan antara SCT019-000 dengan *clamp ampere* sebesar 5 ampere.

3.2 Proses pengelasan posisi 1F jenis sambungan “T” pada bagian B

Pada proses pengelasan bagian B benda uji berhasil dilakukan proses pengelasan sepanjang 115 mm dalam waktu 57 Detik dengan kecepatan pengelasan diasumsikan konstan 2,0 mm/detik, pada gambar 6, dapat dikatakan bahwa grafik yang terjadi antara *clamp ampere* dengan 2 buah sensor sct, memiliki trending grafik yang sama namun dapat dilihat juga bahwa perbedaan nilai yang terjadi antara *clamp ampere* dengan sensor SCT dimana nilai yang terbaca oleh *clamp ampere* lebih kecil dibandingkan dengan nilai dari kedua sensor sct.



Gambar 6. Arus dan daya proses pengelasan posisi 1F dengan jenis sambungan “T” pada bagian B

Dari data grafik pada gambar 6, dapat di hitung nilai maksimal, nilai minimal serta nilai rata-rata selisih nilai maksimal yang terjadi antara ketiga alat tersebut, dibawah ini merupakan tabel yang menjelaskan perbedaan antara sensor sct 019-000, sensor sct 013-000 dan *Clamp Ampere*.

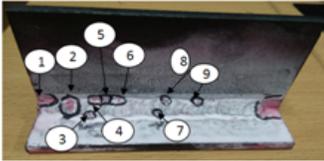
Tabel 2. Perbedaan hasil antara sensor Proses pengelasan 1F “T” pada bagian B

	Arus (Ampere)				
	Nilai maksimal (Ampere)	Nilai minimal (Ampere)	Rata-rata (Ampere)	Waktu terjadi max (Detik)	Waktu terjadi min (Detik)
Clamp Ampere	35	21,1	27	40,4	48,1
SCT 019-000	39	29	34	57	17,7
SCT 013-000	44	34	39	57	17,7
	Daya (Watt)				
	Nilai maksimal (Watt)	Nilai minimal (Watt)	Rata-rata (Watt)	Waktu terjadi max (Detik)	Waktu terjadi min (Detik)
Clamp Ampere	7700	4642	6028	40,4	48,1
SCT 019-000	8624	6380	7413	57	17,7
SCT 013-000	9724	7480	8513	57	17,7

Dari tabel diatas kita dapat mengetahui nilai maksimal,minimal,rata-rata dan waktu terjadinya pada ketiga alat ini,dari tabel 2, dapat diketahui selisih yang terjadi antara ketiga alat ini dimana sensor SCT 013-000 memiliki nilai yang paling tinggi diantara ketiganya serta *clamp ampere* memiliki nilai yang paling rendah,selisih nilai maksimal yang terjadi antara SCT 013-000 dengan *clamp ampere* sebesar 11 ampere, sedangkan antara SCT019-000 dengan *clamp ampere* sebesar 4 ampere.

3.3 Hasil pengujian *non-destructive test* proses pengelasan posisi 1F jenis sambungan“T” bagian A

Setelah dilakukan eksperimen proses pengelasan, maka dilakukan uji *Non Destructive Test* (NDT) dengan *Liquid Penetrant Test* agar dapat mendeteksi dengan baik cacat yang terjadi selama proses monitoring berlangsung, dibawah ini merupakan hasil dari inspeksi pengujian *Non-Destructive Test* dengan metode *Liquid Penetrant Test* dimana dapat dilihat pada gambar 7, *defect* yang terjadi berupa *rounded* atau *linear*.

Metode 1F bagian A									
Type of Penetrant	Visible								
Method	Solvent Removable								
Time	1. Penetration 15 min 2. Developing 15 min								
Surface condition	Weld								
Image									
Range	Weld part								
No	Part/Item	Size (mm)	Type of Defect	Time	Distance	Current Ampere	Result		Remark
							Accepted	Reject	
1	Indication I	6	Rounded	1,8	2,95	29,8		√	because defects that occur exceed 5 mm
2	Indication II	4,5	Rounded	7,7	12,8	30	√		
3	Indication III	3,6	Rounded	12,4	20,6	32,4	√		
4	Indication IV	3,6	Rounded	13,4	22,2	32,4	√		
5	Indication V	1,8	Rounded	15,8	26,2	30,8	√		
6	Indication VI	1,6	Rounded	28,9	48,0	32,1	√		
7	Indication VII	1,9	Rounded	31	51,5	35,8	√		
8	Indication VIII	2,8	Rounded	38,5	63,9	34,4	√		
9	Indication IX	1,2	Rounded	48,8	81,1	33,4	√		
10	Indication X	3	Rounded	59	98	35,3	√		

Gambar 7. Pengecekan Hasil Pengelasan Menggunakan Liquid Penetrant Test 1F “T” bagian A

Dari hasil uji *Liquid Penetrant Test*, dapat dilihat bahwa bahan uji pengelasan 1 F pada bagian A terdapat cacat. Ditemukan 10 buah cacat, *rounded* dengan 1 cacat yang melebihi batas maksimal toleransi yaitu melebihi 5 mm, cacat tersebut terjadi pada detik ke awal proses pengelasan dengan arus 29,5 ampere pada detik ke 1,8.

3.4 Hasil Pengujian *Non Destructive Test* Proses Pengelasan 1F “T” Bagian B

Dibawah ini merupakan hasil dari inspeksi pengujian *Non destructive test* dengan metode *Liquid Penetrant Test* dimana dapat dilihat pada gambar 8, cacat yang terjadi berupa *rounded* atau *linear*.

Metode 1F bagian B									
Type of Penetrant	Visible								
Method	Solvent Removable								
Time	1. Penetration 15 min								
	2. Developing 15 min								
Surface condition	Weld								
Image									
Range	Weld part								
No	Part/Item	Size (mm)	Type of Defect	Time (Second)	Distance (mm)	Current (Ampere)	Result		Remark
1	Indication I	4,15	Rounded	0,6	2,95	34	√		
2	Indication II	2,23	Rounded	3,7	12,79	30,2	√		
3	Indication III	3,36	Rounded	10,3	20,6	35,2	√		
4	Indication IV	7,74	Rounded	17,8	26,18	29		√	because defects that occur exceed 5 mm
5	Indication V	3,8	Rounded	32,9	32,19	30	√		
6	Indication VI	1,6	Rounded	44,5	48,04	35	√		
7	Indication VII	1,91	Rounded	55,7	112	38	√		

Gambar 8. Pengecekan hasil pengelasan menggunakan liquid penetrant test 1F “T” bagian B

Dari hasil uji *Liquid Penetrant Test*, dapat dilihat bahwa bahan uji pengelasan 1 F pada bagian B terdapat cacat. Ditemukan 7 buah cacat *rounded* dengan 1 buah cacat yang melebihi batas maksimal toleransi yaitu melebihi 5 mm, cacat tersebut terjadi pada detik ke 17,8 dengan arus 29 Ampere.

4. KESIMPULAN

Hasil dari proses pengujian serta inspeksi yang dilakukan dengan sampel data memakai *Microcontroller* yang menggunakan sensor SCT-019-000 pada proses pengelasan arus yang paling minimum terjadi ialah 21 A terjadi pada proses pengelasan 1F dan arus maksimum yang terjadi ialah 41,1 cacat terjadi disaat arus dibawah 27,5 A, selain arus yang menyebabkan proses terjadinya cacat pengelasan, variable lain juga dapat mengakibatkan cacat pada pengelasan seperti pada pengelasan 1F bagian B terjadi cacat pada proses pengelasan dengan Arus 29 A, dan identifikasi kualitas pengelasan melalui sistem monitoring secara *real-time* dengan parameter arus dan daya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis Yang ke tiga penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Indramayu atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkahla I., Pervaiz S., 2017, September. Sustainability assessment of shielded metal arc welding (SMAW) process. In *IOP conference series: materials science and engineering*, 244(1), 012001.
- Hamza A.S., Abdulateef O.F., and Al-Sahib N.K.A., 2009, The Investigation of Monitoring Systems for SMAW Processes. *Al-Khwarizmi Engineering Journal*, 5(3), 1-15.
- Jannifar A., Ichsan T.A., Nurdin H., Mukhtar F., Wahyudi W., 2019, Welding current effect of welded joints of base metal st37 on characteristics: corrosion rate and hardness, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 268(1), 012167.
- Kumar V., Chandrasekhar N., Albert S.K., Jayapandian J., 2016, Analysis of arc welding process using Digital Storage Oscilloscope. *Measurement*, 81, 1-12.
- Lebar A., Selak L., Butala P., 2012, Online monitoring, analysis, and remote recording of welding parameters to the welding diary. *Strojniški vestnik-Journal of Mechanical Engineering*, 58(7-8), 444-452.
- Sumesh A., Rameshkumar K., Mohandas K., Babu R.S., 2015, Use of machine learning algorithms for weld quality monitoring using acoustic signature, *Procedia Computer Science*, 50, 316 - 322.
- Sumardiyanto D., Susilowati S.E., 2019, Effect of Welding Parameters on Mechanical Properties of Low Carbon Steel API 5L Shielded Metal Arc Welds. *American Journal of Materials Science*, 9(01), 15 - 21.
- Widodo E., Iswanto I., Nugraha M.A., Karyanik K., 2018, Electric current effect on mechanical properties of SMAW-3G on the stainless steel AISI 304. In *MATEC Web of Conferences*, 197, 12003.