

ANALISA PENGARUH SULFAMIC ACID DAN CITRIC ACID SEBAGAI PEMBERSIH KERAK TERHADAP KEKUATAN MATERIAL PIPA.

Sifrina Nur Baiti^{1*}, Subagio So'im², Ekky Nur Budiyo³

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Indonesia^{1*}

Program Studi D-III Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri
Surabaya, Indonesia^{2*}

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Indonesia^{3*}

Email: sifrinabaiti@gmail.com^{1*}

Abstract - Pipe or material that are frequently used as industrial facilities eventually would have a performance drop in the form of material strength reduction caused by a lump of crust inside pipe. Crust was caused by fluids that flow through pipe and can be removed using scale removal liquid, by mixing process of some chemicals between sulfamic acid and citric acid that contains high acid that could shed the crust. sulfamic acid and citric acid was known for the ability as metal cleaning. Testing on material was used for determining the material strength value before cleaning using scale removal liquid and after cleaning using scale removal liquid. Testing that are performed are Tensile Test and Bending Test. Tensile Test and Bending Test are included in the categories of DT (Destructive Test) that is the test are performed by damaging the specimen. Tensile are used to see the material strength towards the weight given without causing the material to brake. Meanwhile Bending Test is one of the test to determine the material quality by visual. The results of material testing by bending and tensile tests did not show the difference between the material before cleaning using scale removal liquid with material after cleaning using scale removal liquid. Which in the bending test material before and after cleaning using liquid removal scale are both including acceptable materials according to ASME Sec IX standards, proven by the whole material both before and after not being able to crack. And the tensile test also did not show a significant difference between the material before cleaning using scale removal liquid and material after cleaning using scale removal liquid. The overall result, the process of cleaning the material using scale removal liquid did not affect the strength of the material.

Keyword: Scale Removal, Sulfamic Acid, Citric Acid, Tensile Test, Bending Test

1. PENDAHULUAN

Pipa atau material yang digunakan secara terus-menerus sebagai sarana industri lambat laun akan mengalami penurunan performa berupa penurunan kekuatan material yang disebabkan penumpukan kerak di dalam rongga pipa. Kerak ditimbulkan oleh fluida yang mengalir melewati rongga pipa dan dapat dihilangkan menggunakan *scale removal liquid*, dengan campuran bahan kimia antara *sulfamic acid* dan *citric acid* yang mengandung kadar asam tinggi yang dapat meluruhkan kerak. Asam sulfamat dan asam sitrat terkenal dengan kemampuannya sebagai *metal cleaning*.

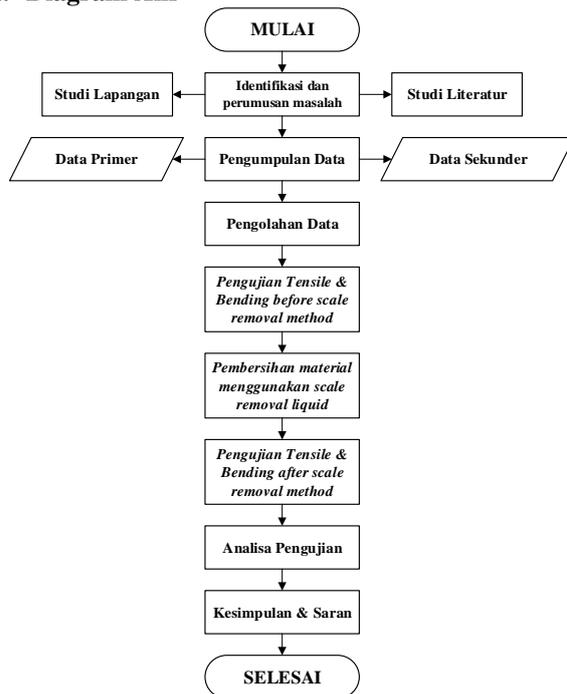
Pengujian pada material digunakan untuk mengetahui besar kekuatan material sebelum dilakukan pembersihan menggunakan *scale removal liquid* dan sesudah dilakukan pembersihan menggunakan *scale removal liquid*. Pengujian dilakukan menggunakan uji tarik (*Tensile test*) dan uji lengkung (*bending test*). Uji Tarik dan uji lengkung termasuk dalam kategori DT (*Destructive Test*) yaitu pengujian yang dilakukan dengan cara melakukan perusakan pada *specimen*. Uji

tarik (*tensile*) digunakan untuk melihat kekuatan material terhadap beban yang diberikan tanpa menyebabkan material rusak (patah). Sedang uji lengkung (*Bending Test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan suatu mutu material secara visual.

Dari hasil uji yang didapat kemudian dilakukan perhitungan dengan pendekatan statistika, guna melihat pengaruh dari masing-masing variasi pembersihan menggunakan *scale removal liquid*. Dengan 3 variabel berupa konsentrasi larutan, *temperature* larutan, dan suhu larutan pada proses pembersihan. Masing-masing memiliki variasi campuran yang berbeda, maka metode pendekatan statistika yang digunakan adalah ANOVA.

2. METODOLOGI.

2.1. Diagram Alir



Gambar 2.1 Diagram alir penelitian

2.2. Langkah Penelitian

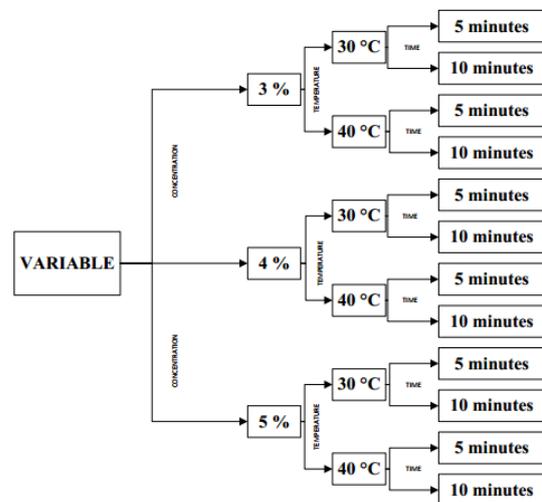
Hasil penelitian ini didapatkan dengan melakukan pengujian pada material yang telah dibersihkan menggunakan *scale removal liquid*. Pengujian yang dilakukan berupa *tensile test* dan *bending test*. Pipa dengan kerak yang menempel pada permukaannya dilakukan pengujian dengan *tensile* dan *bending test* untuk melihat hasil kekuatan dan *defect* pada permukaan material. Begitu pula dengan pipa yang sudah dibersihkan dari kerak dengan *scale removal liquid*, kemudian diuji kekuatan dan *defect surfacena* menggunakan *tensile test* dan *bending test*.

A. Variasi Scale Removal Liquid

Vaiasi pembersihan kerak pada pipa menggunakan *scale removal liquid* terdiri dari perbedaan konsentrasi larutan, *temperature* larutan, dan perbedaan waktu pembersihan (pencelupan). Perbedaan konsentrasi terdiri dari 3 variasi diantaranya sebesar 3%, 4%, dan 5% dengan masing-masing pada suhu 30°C dan 40°C. Waktu pembersihan menggunakan dua variasi yaitu selama 5 menit dan 10 menit. Dengan susunan variasi sebagai berikut:

- Variasi 1: Konsentrasi larutan 3%, dengan suhu 30 °C, waktu pembersihan selama 5 menit.
- Variasi 2: Konsentrasi larutan 3%, dengan suhu 30 °C, waktu pembersihan selama 10 menit.
- Variasi 3: Konsentrasi larutan 3%, dengan suhu 40 °C, waktu pembersihan selama 5 menit.
- Variasi 4: Konsentrasi larutan 3%, dengan suhu 40 °C, waktu pembersihan selama 10 menit.

- Variasi 5: Konsentrasi larutan 4%, dengan suhu 30 °C, waktu pembersihan selama 5 menit.
- Variasi 6: Konsentrasi larutan 4%, dengan suhu 30 °C, waktu pembersihan selama 10 menit.
- Variasi 7: Konsentrasi larutan 4%, dengan suhu 40 °C, waktu pembersihan selama 5 menit.
- Variasi 8: Konsentrasi larutan 4%, dengan suhu 40 °C, waktu pembersihan selama 10 menit.
- Variasi 9: Konsentrasi larutan 5%, dengan suhu 30 °C, waktu pembersihan selama 5 menit.
- Variasi 10: Konsentrasi larutan 5%, dengan suhu 30 °C, waktu pembersihan selama 10 menit.
- Variasi 11: Konsentrasi larutan 5%, dengan suhu 40 °C, waktu pembersihan selama 5 menit.
- Variasi 12: Konsentrasi larutan 5%, dengan suhu 40 °C, waktu pembersihan selama 10 menit.



Gambar 2.2 Skema Pengerjaan pada Scale Removal Liquid

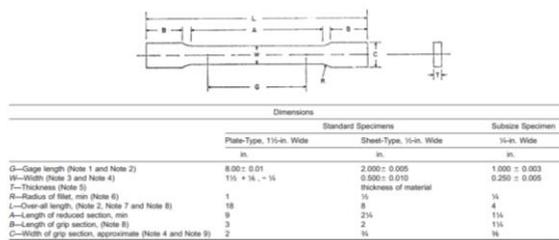
B. Bending Test

Pengujian *bending test* mengacu pada ASME Sec IX untuk mengetahui mutu material secara visual dengan *acceptable criteria* seperti yang ada pada standar,

- Hasil bending tidak boleh ada cacat terbuka yang melebihi 3 mm, diukur ke segala arah pada permukaan bendingan luar dari specimen tes
- Retakan yang terjadi di pojok specimen sewaktu pengetesan diperkenankan, kecuali apabila retakan tersebut disebabkan oleh inklusi terak atau cacat lain pada material
- Pada cladding pelapis lasan tahan korosi, tidak boleh terdapat cacat terbuka melebihi 1,5mm pada claddingnya dan tidak boleh terdapat cacat terbuka melebihi 3 mm pada batas fusi, diukur ke segala arah.

C. Uji Tarik

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik material terhadap beban yang diberikan tanpa menyebabkan material patah, mengacu pada ASTM E8-04



Gambar 2.3 Dimensi Spesimen Uji Tarik

D. ANOVA

Anova adalah suatu cara atau prosedur yang digunakan untuk membandingkan rata-rata populasi. ANOVA terdiri dari derajat bebas, jumlah kuadrat dan kuadrat tengah.

Tabel 2.1. Contoh Pengolahan Data ANOVA

SK	Db	JK	KT
Perlakuan	(abc-1)	JK_P	$JK_P / (abc-1)$
A	(a-1)	JK_A	$JK_A / (a-1)$
B	(b-1)	JK_B	$JK_B / (b-1)$
C	(c-1)	JK_C	$JK_C / (c-1)$
AB	(a-1)(b-1)	JK_{AB}	$JK_{AB} / (a-1)(b-1)$
AC	(a-1)(c-1)	JK_{AC}	$JK_{AC} / (a-1)(c-1)$
BC	(b-1)(c-1)	JK_{BC}	$JK_{BC} / (b-1)(c-1)$
ABC	(a-1)(b-1)(c-1)	JK_{ABC}	$JK_{ABC} / (a-1)(b-1)(c-1)$
Galat (error)	abc(r-1)	JK_G	$JK_G / abc(r-1)$
Total	(rabc-1)	JK_T	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pembersihan Material Menggunakan Scale Removal Liquid

Material dibersihkan dengan larutan *scale removal* dengan perbedaan variable pembersihan, diantaranya variable konsentrasi larutan menggunakan 3%, 4%, dan 5%; variable temperature yang digunakan menggunakan 30°C dan 40°C; dan juga waktu proses yang digunakan selama 5 menit dan 10 menit. Pada proses tersebut dihasilkan hasil selisih berat material sebelum dan sesudah dibersihkan sebagai hasil optimum kemampuan larutan dalam membersihkan kerak pada material.

Tabel 3.1 Selisih Berat Material Setelah Scale Removal Process

KonSentrasi	Suhu	Waktu (Menit)	Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)	Berat Selisih (gr)	
3%	30°C	5	444,2	443,6	0,60	
		10	440,3	439,8	0,50	
	40°C	5	433,3	432,7	0,60	
		10	446,3	445,6	0,70	
	4%	30°C	5	446,8	446,2	0,60
			10	445,3	444,6	0,70
40°C		5	443,9	443,2	0,70	
		10	443,7	442,9	0,80	
5%	30°C	5	446,2	445,4	0,80	
		10	441,1	440,2	0,90	
	40°C	5	447,8	447,1	0,70	
		10	442,9	442,2	0,70	

3.2. Hasil Pengujian Tensile

A. Hasil Pengujian Tensile Sebelum Scale Removal Process

Pengujian Tensile pada material sebelum material dibersihkan menggunakan *scale removal liquid* dengan dimensi specimen sebagai berikut,

Tabel 3.2. Dimensi specimen tarik

Unit	Thickness (mm)	Width (mm)	Gauge Length (mm)
1	7,6	19,35	61,4
2	7,5	19,65	61,4

Speciment ditarik oleh alat uji tarik sehingga *speciment* mengalami penambahan panjang sebesar 13,4 mm pada *speciment* pertama dan 15,7 mm pada *speciment* kedua setelah mengalami patah. Hasil pengujian tarik pada *speciment* unit pertama menghasilkan data sebagai berikut,

Tabel 3.3 Hasil Uji Tarik

Unit	Area, mm ²	YP Force, kN	Max Force, kN	YP Stress, N/mm ²	Max Stress, N/mm ²
1	147,06	56,55	66,3	384,52	450,84
2	147,38	55,99	67,99	379,9	461,32

B. Hasil Pengujian Tensile Setelah Scale Removal Process

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan sebelum material dibersihkan dengan *scale removal liquid* dengan material yang telah dibersihkan dengan *scale removal liquid* diperoleh hasil seperti pada tabel dan diagram berikut,

Tabel 3.4 Hasil Tensile Test setelah scale removal process

Kon sen trasi	Suhu	Waktu (menit)	YP Force (kN)	Max Force (kN)	YP Stress (N/mm ²)	Max Stress (N/mm ²)
3%	30°C	5	55,37	66,62	380,57	457,89
		10	55,15	66,66	376,02	454,48
	40°C	5	52,24	63,54	355,67	432,57
		10	52,37	64,43	359,04	441,7
4%	30°C	5	56,55	66,3	384,52	450,84
		10	55,99	67,99	379,9	461,32
	40°C	5	53,59	65,82	358,75	440,62
		10	53,62	66,63	365,08	453,61
5%	30°C	5	54,92	65,56	366,74	437,74
		10	57,01	68,24	385,71	461,66
	40°C	5	54,11	67,6	357,6	446,79
		10	52,24	63,54	355,67	432,57

Dari hasil uji Tarik diatas didapatkan nilai *maximum stress* yang kemudian dianalisa menggunakan pendekatan statistika metode ANOVA, guna mengetahui pengaruh larutan *scale removal* terhadap

nilai *maximum stress* material. Kalkulasi dihitung menggunakan *software* Minitab.

Tabel 3.4 Analysis of Variance for Max Stress

Source	DF	SS	MS	F-Value	P-value
Model	11	1218,94	110,81	*	*
Linier	4	709,55	177,39	*	*
Konsentrasi	2	101,30	50,65	*	*
Suhu	1	482,22	482,22	*	*
Waktu	1	126,04	126,04	*	*
2-way interactions	5	149,26	29,85	*	*
Konsentrasi * suhu	2	61,45	30,73	*	*
Konsentrasi * waktu	2	43,38	21,69	*	*
Suhu * waktu	1	44,43	44,43	*	*
3-way interactions	2	360,12	180,06	*	*
Knsentrasi * suhu * waktu	2	360,12	180,06	*	*
Error	0	*	*	*	*
Total	11	1218,94	*	*	*

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan, *temperature* larutan, dan waktu pembersihan terhadap nilai *max stress* yang berbeda dilakukan analisa menggunakan *Tukey test* dengan kriteria apabila notasi berbeda dengan perlakuan lain maka dapat dinyatakan terdapat perbedaan pengaruh konsentrasi larutan, *temperature* larutan, waktu pembersihan terhadap nilai *max stress*. Hasil analisis perbedaan dapat diketahui melalui tabel berikut ini :

Tabel 3.5 Pengaruh Konsentrasi Larutan terhadap Nilai *Max Stress*

Konsentrasi	Rata-rata	Notasi
3 %	446,7	A
4 %	451,6	A
5 %	444,7	A

Hasil analisis di atas menginformasikan bahwa konsentrasi larutan 4% memiliki nilai rata-rata tertinggi paling berpengaruh terhadap nilai *maximum stress*.

Tabel 3.6 Pengaruh Suhu Larutan terhadap Nilai *Max Stress*

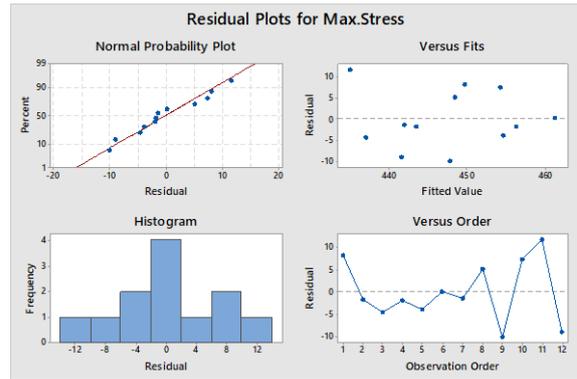
Suhu	Rata-rata	Notasi
30 °C	454,0	A
40 °C	441,3	B

Hasil analisis pada Tabel 3.6 menginformasikan bahwa suhu larutan sebesar 30°C memiliki nilai rata-rata tertinggi paling berpengaruh terhadap nilai *maximum stress*.

Tabel 3.7 Pengaruh Waktu Pembersihan terhadap Nilai *Max Stress*

Waktu	Rata-rata	Notasi
5 menit	444,4	A
10 menit	450,9	A

Hasil analisis pada di atas menginformasikan bahwa waktu pencelupan selama 10 menit memiliki nilai rata-rata tertinggi paling berpengaruh terhadap nilai *maximum stress*.



Gambar 3.1 Main Effect Plot for Maximum Stress

3.3. Hasil Pengujian Bending

Hasil pengujian bending sebelum *scale removal process* menggunakan material yang masih dalam kaeadaan berkerak. Dengan dimensi spesimen sebesar,

Tabel 3.5 Diemnsi bending spesimen

	<i>Dimention (mm)</i>
Panjang <i>speciment</i>	330
Lebar <i>speciment</i>	40.06
Tebal <i>speciment</i>	7.60

Hasil pengujian bending dengan dimensi seperti di atas tidak menunjukkan adanya *rejected material*. Semua *specimen* bending baik *specimen* yang bekum dibersihkan maupun yang sudah dibersihkan tidak menunjukkan adanya *rejected material*.



Gambar 3.2 Hasil Uji Bending pada material sebelum dibersihkan menggunakan *scale removal liquid*



Gambar 3.3 Hasil Uji Bending pada material setelah dibersihkan menggunakan *scale removal liquid*

Dari pengamatan visual, hasil uji bending tidak terdapat *crack*, sehingga material dikategorikan *accepted material* sesuai dengan *acceptable criteria* yang ada pada ASME Sec. IX.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian dan analisa, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari pengujian *bending* 2 material uji yang belum dibersihkan menggunakan *scale removal liquid*, didapatkan hasil yang dianalisa secara visual. Bahwa pada permukaan material *bending* masih terdapat *plug* atau kerak, juga tidak terdapat *crack* yang membuat material tergolong *accepted category*. Penilaian tersebut sesuai dengan *acceptable criteria* yang ada pada standar ASME Sec IX. Sedang hasil dari pengujian tarik dengan 2 material uji didapatkan hasil nilai *yield stress* dan *maximum stress* pada material pertama yaitu sebesar 384,52 N/mm² dan 450,82 N/mm², dan untuk material kedua juga diperoleh nilai *yield stress* dan *maximum stress* sebesar 379,9 N/mm² dan 461,32 N/mm².
2. Dari hasil uji tarik yang sudah dilakukan diperoleh nilai berupa *YP Force*, *Maximum Force*, *YP Stress*, dan *Maximum Stress* yang berikutnya dianalisa hasil optimum menggunakan pendekatan statistika metode *Taguchi*. Hasil analisa untuk konsentrasi optimal diperoleh hasil bahwa konsentrasi terbaik menggunakan level 2 atau konsentrasi larutan sebesar 4%. Hasil optimal yang digunakan untuk *temperature* larutan terbaik menggunakan *temperature* dengan level pertama atau pada *temperature* 30 °C, yang mana memunculkan nilai analisa sebesar 53,19. Sedang pada analisa waktu pencelupan terbaik yaitu menggunakan waktu pencelupan level 2 yang artinya waktu pencelupan terbaik adalah selama 10 menit.
3. Dari hasil uji *bending* material setelah dibersihkan menggunakan *scale removal liquid*, yang diamati secara visual memiliki hasil yang sedikit berbeda pada tingkat kebersihannya. Material yang sudah dibersihkan menggunakan *scale removal liquid* jauh lebih bersih dari *plug* atau kerak yang menempel pada permukaan material. Sedangkan apabila dari penilain menurut standar ASME Sec IX tentang ada atau tidaknya *crack* pada permukaan material hasil uji *bending*, maka material dalam kategori *accepted*, dikarenakan tidak terdapat *crack* pada material hasil *bending*.

5. SARAN

Saran selanjutnya dari penulis untuk peneliti selanjutnya mengenai pembahasan penelitian ini, dapat dirangkum beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya dapat menambahkan variasi konsentrasi larutan kimia, suhu, dan waktu pembersihan menggunakan *scale removal liquid*.
2. Untuk peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya dapat menggunakan jenis pengujian DT/NDT lain yang lebih kompleks.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar dan tepat waktu.
2. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc, FRINA., selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak George Endri K, S.T., M.Sc.Eng., sebagai Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak R. Dimas Endro Witjonarko, S.T., M.T., sebagai Ketua Program Studi Teknik Perpipaan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
5. Bapak Subagio Soim, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir.
6. Bapak Ekky Nur Budiyanto, M.T., sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir.
7. Kedua orang tua (Bapak Mustaqim dan Ibu Sri Imroatin) dan kakak-kakak.
8. Teman-teman Teknik Perpipaan 2015, khususnya Teknik Perpipaan 2015-A
9. Civi-civi Teknik Perpipaan 2015
10. Teman-teman OJT terkasih, saudara Bagas Probo W. dan Fakhri Hermadigi D.
11. Seluruh staff PT Pratiwi Putri Sulung yang membantu penulis pada masa *On The Job Training* dan pencarian topik tugas akhir
12. Dan seluruh pihak yang tidak mampu penulis sebut satu persatu

7. DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, S. D., Pratikno, H., & Hadiwidodo, S. (2016). Studi Perbandingan Proses Pengelasan Smaw Pada Lingkungan Darat dan Bawah Air Terhadap Ketahanan Uji Bending Weld Joint Material A36, 5(2).
- ASME BPVC - IX. (2017). Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding; Brazing; and Fusing Operator.
- ASTM E8 - 04. (2004). Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials.
- Budiman, H. (2016). Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) pada Baja ST37 dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. *J-Ensitem*, 03(01), 9–13.
- Irawan, Q. zahro, Wismawati, I. E., & Novitrie, N. Am. (2017). Proses Scale Removal Terhadap Pengurangan Kerak Pada Pipa 4 ” Di SP 1.
- Laporan Praktikum Uji Bahan. (2016). *Tensile Test*
- Laporan Praktikum Uji Bahan. (2016). *Bending Test*
- Nofri, M., Fardiansyah, A., & Industri, F. T. (2018). Analisis Sifat Mekanik Pipa Carbon Steel Grade A A106 dan Grade B A53 untuk Proses

Produksi pada Kilang LNG, *14(2)*, 119–129.

Oke, D. A. (2017). Correlation between Destructive Compressive Testing (DT) and Non Destructive Testing (NDT) for Concrete Strength, *3(5)*, 27–30.

Suherman, Ir. Wahid. (1987). *Pengetahuan Bahan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.