



Similarity Report

Metadata

Name of the organization

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Title

Template-Jurnal-UMSIDA-new-1-1

Author(s) Coordinator

perpustakaan umsidaprist

Organizational unit

Perpustakaan

Record of similarities

SCs indicate the percentage of the number of words found in other texts compared to the total number of words in the analysed document. Please note that high coefficient values do not automatically mean plagiarism. The report must be analyzed by an authorized person.



25

The phrase length for the SC 2

3501

Length in words

24060

Length in characters

Alerts

In this section, you can find information regarding text modifications that may aim at temper with the analysis results. Invisible to the person evaluating the content of the document on a printout or in a file, they influence the phrases compared during text analysis (by causing intended misspellings) to conceal borrowings as well as to falsify values in the Similarity Report. It should be assessed whether the modifications are intentional or not.

Characters from another alphabet		0
Spreads		10
Micro spaces		1
Hidden characters		0
Paraphrases (SmartMarks)		6

Active lists of similarities

This list of sources below contains sources from various databases. The color of the text indicates in which source it was found. These sources and Similarity Coefficient values do not reflect direct plagiarism. It is necessary to open each source, analyze the content and correctness of the source crediting.

The 10 longest fragments

Color of the text

NO	TITLE OR SOURCE URL (DATABASE)	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
1	ANALISIS PROFITABILITAS USAHA PEMBEKUAN IKAN (COLD STORAGE) DI KOTA MATARAM Utami Tresnani Maulidia, Husni Syarif, Amiruddin Amiruddin;	27 0.77 %
2	Analisis Volume Penjualan Terhadap Laba Berdasarkan Artikel Terindeks Sinta 2017 – 2024 Susi Rahmawati, Priyadi Rizka Salsabila Indri, Santoso Rachmat Agus, Nur Fitrianingsih, Apriansyah Herdi Herdian;	19 0.54 %
3	https://acopen.umsida.ac.id/index.php/acopen/article/view/7151/1978?download=pdf	17 0.49 %

4	https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3164/22589/25330	13 0.37 %
5	https://j-las.lemkomindo.org/index.php/AFoSJ-LAS/article/view/140	11 0.31 %
6	OPTIMALISASI KESADARAN DAN PEMAHAMAN SISWA TERHADAP PENTINGNYA PENDIDIKAN MELALUI PROGRAM KERJA MACCULE MAGGURU DI SD INPRES 5/81 PADAIDI, KECAMATAN TELLU SIATTINGE Ismail;	8 0.23 %
7	https://scite.ai/reports/perbandingan-induction-hardening-dengan-flame-3n5N0aVb	8 0.23 %

from RefBooks database (1.54 %)

NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
Source: Paperity		
1	ANALISIS PROFITABILITAS USAHA PEMBEKUAN IKAN (COLD STORAGE) DI KOTA MATARAM Utami Tresnani Maulidia, Husni Syarif, Amiruddin Amiruddin;	27 (1) 0.77 %
2	Analisis Volume Penjualan Terhadap Laba Berdasarkan Artikel Terindeks Sinta 2017 – 2024 Susi Rahmawati, Priyadi Rizka Salsabila Indri, Santoso Rachmat Agus, Nur Fitrianingsih, Apriansyah Herdi Herdian;	19 (1) 0.54 %
3	OPTIMALISASI KESADARAN DAN PEMAHAMAN SISWA TERHADAP PENTINGNYA PENDIDIKAN MELALUI PROGRAM KERJA MACCULE MAGGURU DI SD INPRES 5/81 PADAIDI, KECAMATAN TELLU SIATTINGE Ismail;	8 (1) 0.23 %

from the home database (0.00 %)

NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	-------	---------------------------------------

from the Database Exchange Program (0.00 %)

NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	-------	---------------------------------------

from the Internet (1.40 %)

NO	SOURCE URL	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
1	https://acopen.umsida.ac.id/index.php/acopen/article/view/7151/1978?download=pdf	17 (1) 0.49 %
2	https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3164/22589/25330	13 (1) 0.37 %
3	https://j-las.lemkomindo.org/index.php/AFoSJ-LAS/article/view/140	11 (1) 0.31 %
4	https://scite.ai/reports/perbandingan-induction-hardening-dengan-flame-3n5N0aVb	8 (1) 0.23 %

List of accepted fragments (no accepted fragments)

NO	CONTENTS	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	----------	---------------------------------------

OPTIMASI METODE PEMANASAN KARBURASI TERHADAP KUALITAS BENDING PIPA CU DHP-R250 PADA SISTEM PENDINGIN

Rio Ardiansyah [\(1\)](#), Dr. Ir. [Edi Widodo](#), ST., MT. [\(2\)](#). [1\)Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia](#)

*Email Penulis Korespondensi: riardiansyah780@gmail.com

Abstract. Manufacturing companies engaged in heat exchangers are very important for national and international food security. In order to support the manufacturing process in the company in the manufacture of refrigeration unit components, especially in the manufacture of Ubend, this research is intended for the continuity of the manufacturing process in the process of making Ubend in a refrigeration unit due to the obstruction of the bending process in the manufacture of Ubend. The theory used uses literature studies with the taguchi method, while data collection uses documentation and descriptive analysis. This research is a qualitative study by conducting several experiments from one type of specimen by looking at and analyzing the potential results and defect factors that occur. The results obtained in this study by using the taguchi method using 4 temperature parameters for heating and 2 experimental parameters for bending, namely bending speed and holding time to reach a radius of 90 °. Then the best temperature in the 200 °C-600 °C range is 480 °C because there are no defects that occur such as ruptures or wrinkles. And the best speed during the bending process is 4.6 seconds / bending, for holding time at 5 seconds to avoid springback and wrinkles from the material in order to achieve a perfect 90 ° radius. In this study also added forming gas during the heating process so that the surface of the specimen is not oxidized.

Keywords - author guidelines; Jurnal UMSIDA; article template

Abstrak. Perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang heat exchanger sangat penting untuk ketahanan pangan nasional maupun internasional. Guna mendukung proses manufaktur di perusahaan tersebut dalam pembuatan komponen unit pendingin terutama dalam pembuatan Ubend, penelitian ini ditujukan untuk kelangsungan proses manufaktur dalam proses pembuatan Ubend disuaikan unit pendingin dikarenakan terhambatnya proses bending dalam pembuatan Ubend. Teori yang digunakan menggunakan studi literatur dengan metode taguchi, sedangkan pengumpulan data menggunakan dokumentasi dan analisis deskriptif. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan melakukan beberapa eksperimen dari satu macam spesimen dengan melihat dan menganalisis potensi hasil dan faktor cacat yang terjadi. Hasil yang didapat pada penelitian ini dengan menggunakan metode taguchi menggunakan 4 parameter suhu untuk pemanasan dan 2 parameter eksperimen untuk pembengkokan yaitu kecepatan bending dan holding time untuk mencapai radius 90°. Maka suhu terbaik dalam rentan 200°C-600°C yaitu 480°C dikarenakan tidak ada cacat yang terjadi seperti pecah maupun kerutan. Dan kecepatan terbaik saat proses bending 4.6 detik/bending, untuk holding time di 5 detik untuk menghindari springback dan kerutan dari material agar mencapai radius 90° dengan sempurna. Pada penelitian ini juga ditambahkan gas forming saat proses pemanasan agar permukaan spesimen tidak teroksidasi.

Kata Kunci - Proses Manufaktur; Sistem Pendingin; Pemanasan; Bending

- 1.
2. I. Pendahuluan
3. Indonesia merupakan negara terbesar di dunia yang memiliki beribu ribu pulau yang jumlahnya sekitar 17.508 pulau. Indonesia memiliki iklim tropis, perairan yang hangat dan merata membentuk 81% wilayah Indonesia menyebabkan suhu dilaut indonesia selalu hangat antara 28 -29 derajat celcius. Maka dari itu sangat melimpah sumber daya laut yang dimiliki Indonesia, maka dari itu proses pengiriman ikan yang terlalu lama akan mengurangi kualitas dan kesegaran ikan.
4. Daging ikan harus ditangani dengan benar untuk mencegah terjadinya pembusukan pada ikan. Oleh karena itu cold storage sangat diperlukan dengan tingkat suhu pendinginan sesuai standart penyimpanan untuk menjaga kesegaran ikan dalam proses pengiriman di pulau-pulau yang ada di seluruh Indonesia. Pada metode ini menggunakan freezer atau ruangan pembeku untuk mencegah bakteri pembusuk berkembang[1].
5. PT. X merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang heat exchanger yang memproduksi produk pendingin seperti kondensor dan evaporator. Selama 90 tahun dalam pengembangan teknologi pertukaran panas, PT. X sudah mengembangkan pasar industrinya keseluruh belahan dunia. Dan sekarang PT. X sudah mempunyai pabrik pembuat sistem pendingin yang berada di benua Europa, Asia dan Amerika untuk memenuhi kebutuhan pasar dunia[2].
6. Maka dari itu perusahaan ini sangat konsen di ketahanan pangan untuk menjaga kesegaran pangan di seluruh dunia termasuk Indonesia dikarenakan PT. X juga mendirikan pabrik yang memproduksi unit penukar panas atau pendingin yang berada di Jawa Timur tepatnya di desa Wonokoyo, Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan.
7. Dalam dunia pemanasan dan pendinginan, dua komponen penting yang berperan dalam perpindahan panas: evaporator dan kondensor. Keduanya bekerja sama untuk memastikan sistem pendingin seperti AC dan lemari es bekerja secara efisien. Artikel ini membahas fungsi kedua komponen tersebut dan perannya dalam menjaga suhu yang diinginkan.
8. Evaporator dan kondensor juga memiliki komponen komponen diantaranya fin, hairpin, strinblech maupun ubend[3]. Pada penelitian ini membahas tentang ubend dan permasalahannya saat melakukan pembengkokan di PT. X dan penelitian ini terinspirasi dari jurnal yang sudah ada. Ubend berfungsi sebagai arah menentukan sambungan hairpin untuk sirkulasi di unit pendingin. Dalam proses pembuatan ubend di perusahaan manufaktur biasanya menggunakan mesin CNC Bending tube.
9. Ubend, atau lebih dikenal dengan istilah Ubend, adalah bagian dari sistem pipa yang membentuk sudut U. Bagian ini biasanya terbuat dari bahan logam seperti tembaga atau baja dan berfungsi sebagai penghubung antar komponen dalam sistem pendinginan. Ubend memiliki bentuk yang khas dan seringkali terlihat di dalam sistem perpipaan unit pendingin[4].
10. Dan berikut pengaplikasiannya :
11. Maka dari itu permasalahan yang di alami di perusahaan saat proses manufaktur pembuatan ubend yaitu tidak dapatnya suatu mesin CNC bending melakukan proses bending menggunakan material Cu DHP-R 250 yang sebelumnya menggunakan material Cu DHP-R220 untuk pipa diameter 16mm yang notabene material lunak dan mesin atau matras yang digunakan berskala kecil. Alasan perusahaan X menggunakan material Cu DHP-R250 karena effisiensi anggaran karena material dengan diameter >16 menggunakan Cu DHP-R 250. Akibatnya saat proses bending menimbulkan cacat seperti penyok, pecah, garitan sehingga ukuran tidak sesuai yang diinginkan.
12. Sebagai upaya untuk menanggulangi permasalahan diperusahaan X penelitian ini ditujukan agar proses manufaktur di perusahaan X terus berjalan dengan lancar, dilain sisi penelitian ini sebagai inovasi dari proses manufaktur yang berguna untuk mengurangi efisiensi biaya dan waktu.
13. II. studi literatur
14. Pembengkokan pipa merupakan suatu proses pembuatan yang melibatkan pembengkokan material dan dapat dilakukan secara manual maupun hidrolik dengan menggunakan mesin pembengkok pipa CNC[5]. Keduanya mempunyai prinsip kerja yang sama, yaitu penerapan tekanan yang menyebabkan deformasi plastis pada material, namun berbeda dalam gaya cengkeraman dan efisiensi proses. Deformasi plastis terjadi ketika suatu bahan berubah bentuk melebihi batas elastisnya. Proses pembengkokan pipa ini disebut proses draw bending. Draw bending sendiri mengacu pada proses pembengkokan atau pembengkokan pipa dengan menggunakan pressure dies dan bending dies[6].
15. Begitu pula proses pemanasan pipa menggunakan alat blander oxy-acetylene yang biasa digunakan pada pengelasan OAW. Blander oxy-acetylene

juga dapat digunakan untuk proses lain seperti preheating (pemanasan sebelum pengelasan), brazing (penyambungan logam dengan logam lain menggunakan logam pengisi), cutting (memotong logam), dan hard facing (meningkatkan kekerasan permukaan logam[7]. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai alat blander oxy-acetylene sangat penting untuk menjamin keselamatan dan efektivitas dalam pekerjaan. Berikut contoh gambar alat blander oxy-acetylene:

16. Pemilihan bahan pada proses bending menggunakan pipa tembaga Cu-DHP R250 16 mm dengan ketebalan 1 mm. Dikarenakan PT. X mempunyai kendala dalam proses produksinya dan hanya menggunakan material ini untuk uBend berdiameter >16 mm yang memiliki kekerasan 75-100 HV. Informasi ini mungkin penting untuk memahami karakteristik material dan penggunaanya dalam produksi.

17.

18. Cu DHP R-250, atau tembaga dengan kadar fosfor yang dirancang untuk aplikasi khusus, telah populer digunakan dalam industri pembuatan dan konstruksi[8]. Salah satu aplikasi penting dari material ini adalah dalam pembuatan komponen U-bend, yang sering digunakan dalam sistem perpipaan dan perangkat penukar panas. Namun, ada beberapa kendala yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan U-bend menggunakan Cu DHP R-250. Artikel ini akan membahas tantangan ini, serta solusi yang dapat diterapkan.

19. Karakteristik Cu DHP R-250 dikenal karena ketahanan korosinya yang tinggi dan kemampuannya untuk melakukan pembentukan dengan baik[9].

Material ini sering dipilih karena sifat mekaniknya yang baik serta konduktivitas termal dan listrik yang sangat baik. Berikut tabel spesifikasi material yang ada di PT.X :

20. Tabel 2. SEQ Tabel_2. * ARABIC 1 Spesifikasi Material Cu DHP

Campuran Tembaga Komposisi Kimia Mengerasakan Properti Mekanis

Tembaga %	Fosfor %	Kekuatan Tensil MPa	Kekerasan HV
CU-DHP ≥99.90%	0.015%- 0.040%	R 220 ≥220	40-70
CU-DHP ≥99.90%	0.015%- 0.040%	R 250 ≥250	75-100

21.

22. Dalam melakukan proses pemanasan perlu adanya penambahan gas forming, guna mencegah terjadinya pengoksidasi material tembaga. Dalam proses baking sebelum pemanasan penggunaan gas hidrogen (H₂) yang dicampur dengan Nitrogen(N₂) merupakan metode khusus untuk menciptakan atmosfer reduktif yang membantu menghilangkan kelembapan dan oksida dari permukaan logam, terutama sebelum pengelasan atau brazing[10].

23.

24. III. metode

25. Persiapan Alat dan Material

26. Berikut peralatan dan bahan yang harus disiapkan :

1. Mesin Bending JD Ningbo Jingda machine electric science & technology co.ltd.

2. Blander Oxy-Acetylene.

3. Tabung gas oxygen dan Acetylene.

4. Gas CO₂ dan H₂ (GAS FORMING)

5. Kacamata brazing.

6. Sarung tangan kain.

7. Mistar.

8. Spidol.

9. Thermogun.

10. Potongan pipa diameter 16 mm ketebalan 1mm sesuai ukuran yang sudah ditentukan.

11. Busur

12. Jangka Sorong Digital

13. Smartphone

Untuk persiapan material yang akan dilakukan proses pemanasan dan pembengkokan, ada ukuran yang sudah ditentukan dan berikut contoh sketsa gambar dan ukuran pipa yang akan di potong dan dilakukan proses pemanasan dengan satuan milimeter (mm):

Dalam Menentukan panjang material yang akan digunakan, adapun rumus yang sudah ditetapkan yang mana penjelasannya sebagai berikut:

P1= Panjang 1, Tinggi kaki Ubend dari titik tengah diameter Ubend sampai ke titik atas Ubend yaitu 100 mm.

P2 = Yaitu Panjang Ubend dari P1 ke P3 yaitu 100 mm.

P3 = Sama halnya dengan P1.

D_{pipa} = Adalah Rumus pasti pemotongan pipa dengan merujuk ukuran dari elongitas pipa itu sendiri, tergantung dari diameter pipa.

Berikut adalah gambar titik pemanasan beserta penjelasannya:

Penjelasan :

P1 = Panjang Ukuran 1 Ubend yang akan dibending yaitu 100 mm.

P2 = Panjang ukuran ukuran P1 ke p3 dari rumus ukuran ubend atau ukuran dari urutan langkah ke 2 dari proses bending.

rMatras = Jari-Jari Matras/dies bending yang digunakan yaitu 25 mm. rMatras ini ditujukan untuk memberi pemisah antara titik keras pada material dan titik lunak pada material, titik keras sebagai penahan material ketika dilakukan proses pembengkokan, sedangkan titik lunak sebagai titik yang akan dilakukan proses peregangan atau pembengkokan.

pMatras = Panjang dies matras yang digunakan yaitu 58 mm.Untuk titik yang diarsir adalah titik yang akan dipanaskan. Jadi ketika melakukan pemanasan melebihi batas dari titik tersebut maka akan menimbulkan beberapa indikasi cacat berubah penyok, kerut di area bekas bending.

Pada saat melakukan eksperimen di penelitian ini menggunakan metode taguchi. Tujuan metode ini untuk meningkatkan kualitas produk dengan cara mengoptimalkan parameter dengan 3 variasi percobaan atau lebih walau jika nanti ada beberapa kendala atau faktor yang tidak bisa dikendalikan dengan fokus pada proses meskipun ada gangguan[11].Keunggulan metode Taguchi yaitu mengurangi jumlah eksperimen dibanding metode full factorial mengingat material yang digunakan cukup terbatas, mampu mengidentifikasi faktor noise, Meningkatkan kualitas proses dan cocok untuk optimasi proses manufaktur. Dengan memaksimalkan 4 suhu parameter untuk mendapatkan hasil yang maksimal, karena suhu yang digunakan adalah rentan suhu pemanasan terbaik untuk material tembaga.

Tabel 3. SEQ Tabel_3. * ARABIC 1 Parameter Suhu

Percobaan Temperatur (°C)

- 1 200°C-300°C
- 2 300°C-400°C
- 3 400°C-500°C
- 4 500°C-600°C

Metode Pemanasan

Saat proses pemanasan menggunakan sumbu api karburasi karena sumbu api ini ideal digunakan untuk preheat :

Sumbu api ini ditandai dengan kadar asitilin lebih banyak dibandingkan oksigen. Terlihat jelas di gambar, mata api lebih panjang di bandingkan sumbu api oksidasi. Nyala api karburasi adalah nyala api dimana saat proses pemanasan kadar asitilin lebih banyak dibandingkan oksigen. Nyala api ini ideal digunakan untuk proses preheat.

Metode Bending

Berikut gambar 2D dan 3D spesimen:

Dari gambar tersebut metode yang digunakan yaitu pembengkokan dengan kompresi atau Compression Bending dengan cara menekan material terhadap alat pembentuk(die) dari satu sisi, biasanya digunakan pada pipa dengan sudut tertentu. Pada penelitian ini jenis bending yang digunakan berdasarkan bentuk "U" pada material pipa Cu-DHP R250.

Dan berikut langkah-langkahnya :

1. Pada gambar pertama menunjukkan 1 set die bending yang sudah dipasang dengan benar sesuai dengan diameter pipa yang dibutuhkan dengan mandrel sebagai penahan material pipa saat dilakukan proses bending, agar material pipa ketika dibengkokan tidak mengalami penyok.
2. Pada langkah kedua, pipa dimasukkan ke penahan atau stick.
3. Pada langkah ketiga, material ditekan oleh seluruh die bending, pada titik ini kekuatan tekan dari bending sendiri tergantung jenis dari mesin itu sendiri.
4. Pada gambar ke empat, die bending penekanan dilakukan terhadap material dari satu sisi membentuk radius 90°. Pada langkah ini terjadi gaya elongitas dari material pipa itu sendiri.
5. Pada langkah terakhir semua die bending melepaskan penekanan terhadap material, untuk kecepatan bending dan holding time bisa disesuaikan tergantung jenis mesin yang digunakan.

IV. Hasil Dan Pembahasan

Dari hasil eksperimen yang didapat kita menggunakan pengumpulan data dengan dokumentasi untuk mengetahui setiap faktor dari keberhasilan maupun kegagalan eksperimen agar mendapatkan hasil yang maksimal.

Proses Pemanasan

Terlihat jelas dari perbedaan dua material diatas, material pertama sebelum dilakukan proses pemanasan masih terlihat warna asli dari material tembaga, sedangkan materia kedua terlihat material sudah mengalami oksidasi yang mengakibatkan warna material berubah.

Terlihat jelas perbedaan terjadi dari kedua spesimen, yang pertama material terjadi oksidasi dengan ciri ciri perubahan penampilan, penurunan konduktivitas listrik, kerapuhan permukaan dapat menimbulkan retak maupun korosi, oksidasi juga dapat meningkatkan resistansi.

Pada gambar kedua menunjukkan material yang tidak teroksidasi, menunjukkan ciri ciri tampilan yang bening seperti material yang belum terjadi pemanasan, permukaan yang baik dan tidak rapuh, tidak menimbulkan korosi pada material, konduktivitas listrik masih sangat baik, dan tidak menimbulkan resistansi[12].

Dari hasil eksperimen pada parameter suhu pada tabel diatas, hasil yang didapat menunjukkan rentan suhu terbaik kisaran 400°C-500°C. Pada rentan suhu ini yang paling kecil menimbulkan faktor cacat seperti pecah maupun kerutan. Dan berikut sedikit penjelasan hasil dari eksperimen :

Tabel 4. SEQ Tabel_4. * ARABIC 1 Hasil Eksperimen Proses Pemanasan Spesimen

No	Temperatur	Waktu(detik)	Temperatur yang di dapat	Hasil	Analisis
1	200°C-300°C	3-4		Pada suhu ini menunjukkan kurangnya daya annealing/pelunakan pada material tembaga, mengakibatkan pecah/mengalami pengerasan saat pembengkokan	
2	300°C-400°C	6-7		Menunjukkan masih ada kerutan saat pembengkokan, yang mana proses pelunakan pada material kurang maksimal.	
3	400°C-500°C	9-10		Pada suhu ini menunjukkan suhu pemanasan terbaik untuk pelunakan material tembaga dengan menghasilkan unit yang maksimal.	
4	500°C-600°C	12-13		Pada rentan suhu ini sudah terlihat material mulai menunjukkan ciri-ciri pelelehan pada material dan retak saat dilakukan proses pembengkokan.	

Proses Bending

Pada proses pembengkokan menggunakan 1 metode bending dengan kompresi dengan cara membengkokan material menggunakan gaya tekan dengan kompresi dari satu sisi untuk menghasilkan bentuk tertentu terutama dibagian dalam lengkungan[13].

Berikut adalah hasil dan pembahasan dari proses bending dengan dua variasi parameter, yaitu kecepatan bending dan waktu penahanan material setelah bending:

Tabel 4. 2 Hasil dan Analisis Proses Bending

No	Jenis Percobaan	Macam Jenis Waktu dan Kecepatan Percobaan	bending dengan radius 90°	Hasil	Analisis
1	Parameter Kecepatan Bending	15000 / 4.6 detik/bending		Untuk kecepatan rendah seperti ini material dapat dibengkokan dengan baik dengan menghindari cacat yang akan ditimbulkan atau formability (kemampuan material untuk dibentuk tanpa cacat).	
		25000 / 3.7 detik/bending		Material masih mengalami cacat karena kecepatan masih terlalu tinggi saat pembengkokan atau Strain	
	Rate Sensitivity(kepekaan terhadap kecepatan deformasi).	35000 / 2.6 detik/bending		Untuk kecepatan seperti ini material mengalami springback (tembaga balik terlalu cepat). Hasil bengkokan	

tidak akurat, dan mengakibatkan Ductile Fracture(patah akibat deformasi berlebih maupun material ulet).

2 Waktu Penahanan material setelah bending 1 detik/ bending Pada waktu penahanan ini masih menimbulkan tembaga balik ke arah sebaliknya dan mengakibatkan radius bending tidak 90° sempurna karena tegangan tarik masih tinggi.

5 detik/bending Dalam 5 detik waktu penahanan, material sudah dapat diposisikan diradius 90° dengan maksimal. Tahan terhadap deformasi tak merata.

15detik/bending Jika waktu penahanan terlalu lama tembaga menjadi getas (brittle) akibat pertumbuhan butir berlebihan(grain growth), kekuatan mekanik menurun dan menimbulkan cacat seperti retak.

Output Eksperimen

Tujuan dari eksperimen ini untuk meghasilkan produk yang maksimal berupa:

1. kesilinderitas dari pipa setelah pembengkokan meliputi diameter luar dan dalam pipa.
2. ketebalan pipa setelah bending.
3. Pipa berbentuk "U" dengan ukuran yang diinginkan, dan radius yang dicapai 90° .

Gambar diatas menunjukkan diameter luar pipa dari salah satu sisi mengecil yang seharusnya 16 mm menjadi 15.07 mm.

Setelah dilakukan pembengkokan lalu untuk mengecek diameter dilakukan proses pemotongan tepat di area dalam pembengkokan, menunjukkan material berkurang 0.01 mm. Ukuran yang didapat pada output sudah sesuai dengan design benda kerja. Radius Ubend sudah sesuai yaitu 90° . Dengan memperhatikan kecepatan bending maupun waktu penahanan setelah bending. Panjang dan tinggi ubend memenuhi kebutuhan yaitu 100mm x 100mm.

V. Kesimpulan

1. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa saat proses annealing/pelunakan material Cu DHP-R250 dengan diameter 16 mm ketebalan 1mm, didapat suhu optimal pemanasan yaitu 400°C - 500°C lebih tepatnya 480°C dan hasil yang didapat meminimalisir faktor terjadinya cacat pada material yaitu over-annealed material, terlalu lama dipanaskan membuatnya mudah retak dan cacat saat dibentuk dan kebalikannya work-hardened material, jika material sebelumnya tidak dipanaskan dengan cukup justru mengalami pengerasan akibat proses pemanasan sebelumnya , lalu retak maupun pecah saat dibengkokan.

2. Titik pemanasan untuk proses bending juga mengacu pada rumus yang tertera di penelitian ini yaitu $\text{PanjangUkuran-rMatras+pMatras}$. Sehingga pemanasan dapat dilakukan secara optimal.

3. Material pipa tembaga Cu DHP-R250 perlu dilakukan treatment tambahan yaitu proses annealed atau pelunakan agar dapat memaksimalkan daya elastisitas dari pada material tersebut, tapi mencakup beberapa faktor penting saat proses pelunakan maupun pembengkokan agar material dapat dibengkokan dengan meminimalisir cacat. Beberapa faktor tersebut yaitu :

1. Temperatur.
2. Kecepatan pembengkokan.
3. Waktu penahanan setelah proses pembengkokan.
4. Gas Forming untuk mencegah material terjadi oksidasi saat proses pemanasan.
4. Sudut yang diinginkan yaitu 90°C mengacu pada gambar kerja, yang mana untuk mencapai radius yang diinginkan harus memperhatikan kecepatan saat proses pembengkokan dan lamanya waktu penahanan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan syukur dan terimakasih kehadiran **Allah SWT yang telah memudahkan segala urusan dalam** penelitian ini dan ucapan terimakasih kepada Bapak Kaprodi Dr.Mulyadi,ST.,MT. Dan Bapak Dosen Pembimbing Dr.Ir.Edi Widodo,ST.,MT. yang telah membimbing dalam pembuatan karya ilmiah ini.

Referensi

- [1] **S. B. Wicaksono dan M. Basuki, "Analisis Teknis dan Ekonomis Cold Storage Pendingin Ikan Kapasitas 61 Ton Dengan Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Vapor Compression Pada KM Natuna,"** no. Senastitan Iv, hal. 1-7, 2024.
- [2] Gunther, "GUNTNER," gunther.com. Diakses: 3 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://gunther.com/>
- [3] B. M. Gaelogoy et al., "ANALISIS SISTEM PENDINGIN DENGAN PENAMBAHAN PIPA KAPILER," vol. 6, no. 3, hal. 1-7, 2023, doi: <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v6i3.11164>.
- [4] E. Yuliana, "AFoSJ-LAS (All Fields of Science J-LAS)," vol. 1, no. 1, hal. 44-53, 2021.
- [5] Mochammad Karim Al Amin et al., "Rancang Bangun Alat Pembengkok Pipa (Pipe Bending Tools) Untuk Produk Project Base Learning Meja dan Kursi," J. Teknol. Marit., vol. 7, no. 1, hal. 1-12, 2024, doi: 10.35991/jtm.v7i1.3.
- [6] P. S. Tjahjanti PH, Iswanto, Widodo E, "Examination of Thermoplastic Polymers for Splicing and Bending," Nano Hybrids Compos. Trans Tech Publ., vol. 38, hal. 87-97, 2023, doi: <https://doi.org/10.4028/p-8myjhn>.
- [7] J. Ariksa, Y. Setiawan, K. Kadriadi, A. Amiruddin, dan A. B. Pratama, "Rancang Bangun Mesin Pemotong Pipa Dengan Las Oxy Acetylene," Mach. J. Tek. Mesin, vol. 9, no. 1, hal. 13-17, 2023, doi: 10.33019/jm.v9i1.3914.
- [8] **A. Aisyah et al., "Analisis Pengaruh Biaya Produksi Terhadap Laba Kotor : Literature Review Artikel Terindeks Sinta,"** Trending J. Ekon. Akunt. dan Manaj., vol. 2, no. 2, hal. 367-374, 2024.
- [9] **I. Iswanto, E. Widodo, A. Akbar, dan A. K. Putra, "Perbandingan Induction Hardening dengan Flame Hardening pada Sifat Fisik Baja ST 60,"** Mek. Maj. Ilm. Mek., vol. 19, no. 2, hal. 90, 2020, doi: [10.20961/mekanika.v19i2.43203](https://doi.org/10.20961/mekanika.v19i2.43203).
- [10] C. TANG, "Environmentally friendly antiagglomerants: a promising solution for gas hydrate plugging and corrosion risk management in oil and gas pipelines," Energy & Fuels, vol. 38.8, hal. 6738-6752, 2024.
- [11] A. Gilbran, Y. Oktriadi, dan E. Yudo, "Analisis Pengaruh Parameter Terhadap MRR Pada Benda Kerja di Mesin CNC Turning dengan Metode Taguchi," J. Inov. Teknol. Terap., vol. 2, no. 1, hal. 9-14, 2024, doi: 10.33504/jitt.v2i1.134.
- [12] J. Teknik, M. Universitas, S. Ageng, dan M. Novrindah, "STUDI PERILAKU OKSIDASI SIKLIK PADUAN Ti-6Al-5Nb- 3Zr-1Sn UNTUK APLIKASI MATERIAL BILAH KOMPRESOR BERTEKANAN TINGGI PADA MESIN PESAWAT," 2024.
- [13] T. R. Sanjaya, R. D. Anjani, dan N. Burhan, "Analisis Kekuatan Bending Akibat Variasi Arus Pengelasan SMAW Pada Sambungan Pipa Api 5L GR . B SCH 80," vol. IX, no. 3, hal. 9848-9856, 2024.

