

Studi Proses *Swaging* dalam Manufaktur Pipa OCTG Berdiameter 4,5 Inchi dengan Dua Jenis Koneksi

Leo Partin^{*1}, Ir. Aulia Fajrin, S.T., M.Sc. 1*, Mohamad Alif Dzulfiqar, S.T., M.T. 2*

* Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Mesin
Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia
¹E-mail: leopartin16@gmail.com

Abstrak

Proses *swaging* adalah suatu metode pembentukan logam yang melibatkan deformasi plastis material dengan cara menekan atau menariknya melalui *die* (cetakan) untuk mengubah dimensi atau bentuk dari material tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki proses dan parameter mesin *swaging* dalam konteks aplikasi manufaktur pipa. Dengan fokus pada pengaruh tekanan, suhu, dan kecepatan pemuatan, penelitian ini dilakukan untuk memahami bagaimana pengaturan parameter tersebut dapat memengaruhi kualitas produk akhir dan dapat membandingkan hasil pipa OCTG berdiameter 4,5 inci dengan dua jenis koneksi yang berbeda. Hasil deformasi *face* pipa pertama jenis koneksi *coupling* yang berdiameter awal 97.18 mm menjadi kurang lebih 91.20 mm setelah mendeformasi *face* pipa sepanjang 22.0 mm, sedangkan deformasi *face* pipa kedua jenis koneksi *integral* yang berdiameter awal 97.18 mm menjadi kurang lebih 90.00 mm setelah mendeformasi *face* pipa sepanjang 39.0 mm.

Kata kunci: *Swaging*, Efisiensi proses, Jenis Koneksi pipa

Abstract

The process is a metal forming method that involves plastic deformation of the material by pressing or pulling it through a die to change the dimensions or shape of the material. This research aims to investigate the process and parameters of machines in the context of pipe manufacturing applications. With a focus on the influence of pressure, temperature, and loading speed, this research was conducted to understand how these parameter settings can affect the quality of the final product and to compare the yield of 4.5inch diameter OCTG pipes with two different connection types. The method in collecting data for this analysis is by literature search, contact with experts and practical observation to provide valid data. The deformation results of the first pipe face of the coupling connection type whose initial diameter was 97.18 mm became less than 91.20 mm after deforming the pipe face by 22.0 mm, while the deformation of the second pipe face of the integral connection type whose initial diameter was 97.18 mm became less than 90.00 mm after deforming the pipe face by 39.0 mm.

Keywords: *Swaging*, efficiency process, Pipe Connections type

1 Pendahuluan

OCTG (*Oil Country Tubular Goods*) adalah sesuatu yang sangat penting dan pasti dibutuhkan dalam setiap pengeboran minyak, gas maupun geothermal. OCTG terdiri dari tiga produk, yaitu *Drill Pipe*, *Casing* dan *Pipe* yang diproduksi sesuai dengan Spesifikasi API (*American Petroleum Institute*) dan digunakan baik di darat dan lepas pantai [1]. Standar pipa yang dipakai adalah API 5CT material pipa baja karbon diameter 4,5 inci dengan ketebalan pipa 8,5 mm seperti pada gambar berikut 1 berikut.



Gambar 1: Material pipa baja karbon diameter 4,5 inci

Tubing adalah pipa terakhir yang dimasukkan, dimana sumur telah diketahui mempunyai kandungan minyak yang bisa diproduksi. Berfungsi sebagai pipa yang mengangkat fluida (minyak/gas/uap panas) ke permukaan dengan bantuan pompa ataupun dengan tenaga alami akibat dari perbedaan tekanan didalam sumur dengan tekanan permukaan [1].

Produk jenis *tubing* berperan sangat penting dalam ekstraksi migas, karena dapat mengangkat minyak, gas, atau uap panas ke permukaan dengan bantuan pompa [1]. Dalam dunia industri perminyakan pipa berbahan baja karbon sangat relevan dibutuhkan dalam setiap proses pengeboran minyak, gas, maupun energi panas bumi [2]. Industri manufaktur OCTG melibatkan beberapa tahapan proses pembuatan antara lain: pembersihan pipa dari karat, *heat treatment*, *stress relieving*, *machining*, *buckling*, dan *coating* [3].

Salah satu tahapan manufaktur OCTG yakni proses *swaging*. *Swaging* adalah penempaan silinder berlubang atau pipa untuk memperkecil ujung pipa atau mengatur kelonjongan. Pipa yang berada di atas konveyor bergerak masuk ke dalam mesin *swaging*, kemudian *clamp* pada mesin akan mencengkeram pipa supaya tetap pada posisinya. Bagian *cylinder* mesin *swaging* akan bergerak dan menempa pipa untuk memperkecil ujung pipa agar *outside* diameter pipa sesuai dengan spesifikasi [3].

Hasil dari *swaging* pipa berpengaruh pada proses pembuatan *thread* atau ulir pipa serta jenis koneksi yang diminta oleh *customer*. Terdapat dua jenis koneksi yang umum digunakan pada manufaktur pipa OCTG yaitu:

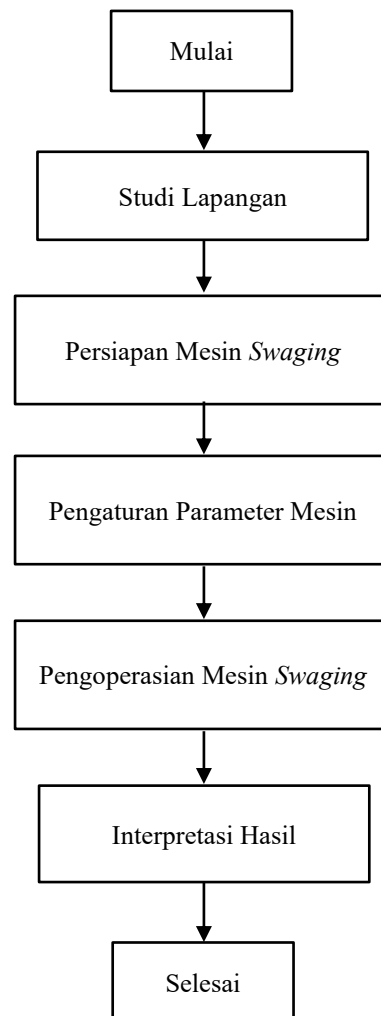
1. Koneksi *Coupling*, jenis koneksi *threaded and coupled* (T&C) adalah alat kelengkapan pipa yang paling umum digunakan pada sumur minyak dan gas. Dalam hal ini, dua pipa disambungkan oleh komponen ketiga yang disebut kopleng (*coupling*) [5].
2. Koneksi *Integral*, jenis koneksi integral atau *flush joint* menghubungkan dua pipa tanpa elemen atau sambungan ketiga. Dalam hal ini, tabung memiliki ulir eksternal (*pin*) di salah satu ujung dan ulir internal (*box*) di ujung lainnya [5].

Dari penjelasan di atas, penelitian ini menggunakan pipa OCTG berdiameter 4,5 inci karena pipa berdiameter 4,5 inci banyak digunakan oleh perusahaan minyak dan gas, baik dengan koneksi *coupling* maupun koneksi *integral*, sehingga dapat dilakukan perbandingan antara kedua koneksi dengan hasil deformasi yang berbeda.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil deformasi plastis *face* pipa dari dua jenis koneksi yang berbeda. Batasan masalah dalam penelitian ini hanya membahas hasil deformasi plastis *face* pipa OCTG berdiameter 4,5 inci dengan material *carbon steel* API 5CT serta menggunakan dua jenis koneksi yaitu koneksi

coupling dan koneksi *integral*.

2 Metodologi Penelitian



Gambar 2: Diagram alir penelitian

2.1 Studi Lapangan

Studi lapangan berkaitan pada manufaktur pipa 4,5 inci sesuai standar API 5CT untuk lebih memahami konsep dasar dan pengaplikasian di lapangan yang relevan. Hal yang meliputi yaitu dengan riset terlebih dahulu melalui personal ahli, jurnal ilmiah yang selaras dengan penelitian, dan sumber informasi pendukung lainnya yang sesuai dengan konsep penelitian.

2.2 Persiapan Mesin

Ada beberapa hal yang perlu dipersiapkan pada mesin yaitu data *Work Order* pipa yang akan dikerjakan seperti ketentuan diameter pipa yang akan masuk yaitu 4,5 inci. Pipa yang masuk juga memerlukan yang namanya *Clamp*

dan *Dies* yang wajib dipasang sesuai dengan ukurannya, seperti yang tertera pada gambar 3 dan 4 berikut.



Gambar 3: Master clamp dan clamp pipe 4,5 inci

Tujuan dari pemasangan *Clamp* yang sesuai dengan diameter pipa adalah agar pencengkeraman *body* pipa sebelum dilakukan *swaging* maksimal dan tidak ada goresan atau *scratch defect* pada pipa.



Gambar 4: Dies swaging 4,5 inci

Sedangkan tujuan pemasangan *dies* berukuran 4,5 inci seperti pada gambar 4 di atas adalah sebagai komponen yang akan mendeformasi *face* pipa menjadi lebih kecil. Tujuan pemasangan *clamp* dan *dies* agar saat produksi berjalan tidak terjadi permasalahan, sehingga meningkatkan efisiensi produksi.

2.3 Pengaturan Parameter Mesin

Pemasangan *clamp* dan *dies* harus sesuai dengan pipa yang akan dikerjakan yaitu pipa diameter 4,5 inci, konveyor dan mesin *swaging* harus berada dalam posisi sejajar sehingga harus dilakukan *setting* ketinggian mesin

pada menu panel seperti pada gambar 5 berikut.



Gambar 5: Menu panel *machine level position*

Pengaturan panel pada menu *machine level position* memiliki beberapa level otomatis yang harus dipilih sesuai dengan pipa yang akan diswaging dan jika posisi konveyor belum juga sesuai saat pipa masuk maka bisa dilakukan setting manual untuk naik dan turun nya mesin *swaging* agar mesin sejajar.

Setelah mesin swaging sudah dalam posisi sejajar dengan konveyor, selanjutnya mengatur tekanan *clamp* dan *dies swaging* saat proses deformasi dan mengatur panjang deformasi yang diinginkan pada satu menu panel yang sama seperti pada gambar 6 berikut.



Gambar 6: Menu panel *setting pressure*

Pengaturan panel pada menu *setting pressure* ini memiliki dua pengaturan yang pertama adalah mengatur tekanan dua clamp yang sudah memiliki batas tekanan maksimum dari kedua clamp yaitu tidak lebih dari 3000 psi (*pound per square inch*). Kedua mengatur *swage stroke* atau panjang dari hasil deformasi yang diminta oleh operator CNC agar mempermudah dalam proses *threading*.

2.4 Pengoperasian Mesin *Swaging*

Mesin yang digunakan pada *swaging* adalah mesin otomatis yang melibatkan penggunaan sistem otomatis untuk mengontrol proses walaupun kadang perlu melibatkan operator saat terjadi *trouble* pada mesin, berikut

gambar 7 yaitu visual dari mesin *swaging*.



Gambar 7: Mesin *swaging*

Hal pertama yang dilakukan sebelum ujung pipa diswaging adalah memberikan cairan pelumas atau sering disebut dengan “*Lubrodal*” ke ujung pipa (outside). Pelumasan dapat dilakukan sekitar 130% dari panjang deformasi pipa yang diminta sesuai work order, seperti pada gambar 8 berikut.



Gambar 8: *Before* dan *after* ujung pipa diberi pelumas

Setelah ujung pipa diberikan cairan *lubrodal*, lalu masukkan pipa dari konveyor ke dalam mesin dan dijepit oleh clamp, setelah pipa sudah dalam posisi *centre* dan kedua *clamp* sudah menjepit sesuai dengan tekanan yang *disetting* seperti pada gambar 9 berikut.



Gambar 9: Posisi pipa sudah dijepit oleh *clamp* dan indikator tekanan *clamp*

Selanjutnya *clamp* yang sudah menjepit pipa akan memberikan sinyal melalui sensor ke *dies swaging* lalu *dies* atau *swaging head* akan bergerak maju ke arah ujung pipa dengan jarak yang sudah *diinput* pada program mesin

sebelumnya seperti pada gambar berikut.



Gambar 10: Proses *swaging head* bergerak maju dan mendeformasi *face* pipa

Setelah *face* pipa sudah terdeformasi *swaging head* akan mundur secara otomatis lalu *clamp* akan membuka jepitan pada *body* pipa. Selanjutnya konveyor akan mengeluarkan pipa dari mesin *swaging* dan pipa akan diteruskan ke proses selanjutnya yaitu *stress relieving*.

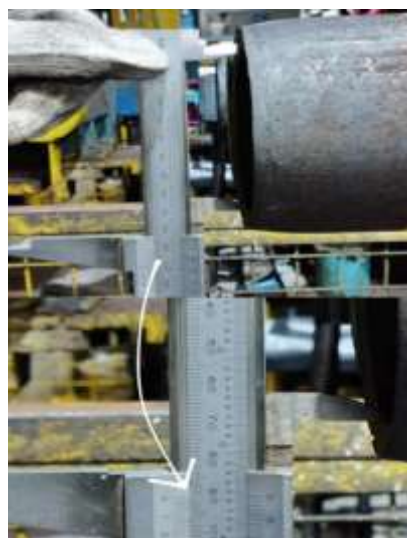
Pengoperasian mesin *swaging* hanya membutuhkan satu orang operator saja karena mesin dapat dikendalikan otomatis, meskipun berjalan otomatis tetapi operator *swaging* harus selalu memantau mesin yang kadang kala akan terjadi *error machine*. Beberapa kendala yang ada pada proses *swaging* ini adalah sensor yang *error* pada konveyor sehingga mengakibatkan pipa tersangkut tidak pada tempatnya, *error* pada mesin *swaging* yang mengakibatkan *face* pipa tidak terdeformasi atau bahkan menabrak *swaging head*.

2.5 Interpretasi Hasil

Interpretasi hasil dari proses *swaging* yaitu menemukan hasil deformasi plastis pada *face* pipa, kemudian menentukan deformasi tersebut selanjutnya menggunakan koneksi *coupling* atau koneksi *integral*. Hasil dari deformasi kemudian dibandingkan karena berpengaruh ke proses selanjutnya yaitu *threading* yang dilakukan oleh operator di perusahaan manufaktur pipa. *Threading* adalah proses menciptakan ulir yang kuat dan presisi tinggi pada *face* pipa yang memungkinkan pipa-pipa tersebut dapat disambungkan secara aman dan efisien. Proses penyambungan pada *face* pipa disebut juga dengan koneksi, koneksi dilakukan oleh *end user* atau *customer* sesuai dengan kebutuhan di lapangan, khususnya di dunia industri minyak dan gas.

3 Analisa Data dan Pembahasan

Dari proses *swaging* yang telah dilakukan dan menghasilkan deformasi plastis pada *face* atau *outside* diameter pipa 4,5 inci, hasil deformasi pada *face* pipa dapat diukur menggunakan jangka sorong atau *vernier caliper* seperti pada gambar 11 berikut.





Gambar 11: Pengukuran hasil deformasi *inside face* pipa

Hasil deformasi dari proses *swaging* yang telah dilakukan akan mempermudah proses selanjutnya yaitu proses pembuatan *thread* pada *face* pipa yang dilakukan oleh operator. Dari hasil *swaging* dan *threading* akan menentukan

koneksi yang dipakai atau sesuai dengan permintaan *customer*.

Karena dari beberapa *case* yang terjadi di lapangan koneksi *coupling* dan koneksi *integral* dapat menggunakan hasil deformasi yang sama, maka operator dapat mengondisikan *ovality* dari *face* pipa sesuai dengan *work order* karena berpengaruh pada pembuatan *thread*. *Ovality* atau dalam bahasa Indonesia disebut ovalitas yang mengacu pada tingkat kesempurnaan bentuk bulat dari penampang melintang pada pipa, berikut tabel 1 perbandingan hasil deformasi *face* pipa sesuai jenis koneksi yang digunakan.

Tabel 1. Perbandingan hasil deformasi *face* pipa 4,5 inci

Jenis Koneksi	Visual hasil deformasi	ID (<i>Inside Diameter</i>) <i>face</i> pipa		Panjang deformasi dari <i>face</i> pipa	Ratio deformasi
		<i>Before swaging</i>	<i>After swaging</i>		
Koneksi <i>Coupling</i>		97.18 mm	91.2 mm ±1.0 mm	22.0 mm	6.1 %
Koneksi <i>Integral</i>		97.18 mm	90.0 mm ±1.0 mm	39.0 mm	7.3%

Dari analisa data dan pembahasan tentang proses *swaging* pada pipa OCTG berdiameter 4.5 inci, hasil deformasi *face* pipa pertama jenis koneksi *coupling* yang berdiameter awal 97.18 mm menjadi kurang lebih 91.20 mm setelah mendeformasi *face* pipa sepanjang 22.0 mm, sedangkan deformasi *face* pipa kedua jenis koneksi *integral* yang berdiameter awal 97.18 mm menjadi kurang lebih 90.00 mm setelah mendeformasi *face* pipa sepanjang 39.0 mm.

Hasil deformasi yang terjadi pada *face* pipa sangat dipengaruhi oleh prosedur *swaging* yaitu persiapan dan pengaturan parameter mesin *swaging*. Dari persiapan dan parameter mesin perlu memperhatikan jenis *dies* atau unit pembentuk *face* pipa, pengaruh tekanan serta pengaturan *dies* bergerak maju saat mendeformasi *face* pada pipa. *Dies* yaitu unit pembentuk *face* pada pipa yang diberikan tekanan maksimum 200 psi untuk mendeformasi *face* pipa. *Dies* memiliki struktur material Baja AISI 8620, baja yang digunakan merupakan campuran pengerasan *low alloy nickel, chromium, dan molybdenum case hardening steel* yang sudah melewati tingkat kekerasan maksimum HB 255. [5] Sehingga kekuatan eksternal maupun internal yang tinggi dapat membuat material ini tahan aus saat mendeformasi *face* pipa.

4 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah dua jenis koneksi yang berbeda memiliki hasil deformasi plastis yang berbeda, dari segi panjang *face* pipa dan *inside* diameter pipa yang terdeformasi, jenis koneksi *coupling* memiliki panjang hasil deformasi kurang lebih 22.0 mm dari *face* pipa dan jenis koneksi *integral* memiliki panjang hasil

deformasi kurang lebih 39.0 mm, secara visual deformasi *face* pipa koneksi *integral* lebih panjang dibandingkan dengan koneksi *coupling*.

Hal ini menunjukkan semakin panjang *face* pipa yang terdeformasi, maka *inside* diameter *face* pipa akan semakin kecil dan koneksi yang dipakai juga akan berbeda. Kedua jenis koneksi secara umum memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing, sejauh ini *customer* lebih banyak melakukan pemesanan pipa OCTG dengan koneksi jenis *coupling* yang menunjukkan koneksi *coupling* lebih sering digunakan.

5 Daftar Pustaka

- [1] Apa itu pipa OCTG dan digunakan untuk apa. 2020. <https://nusantaraindologistikbatam.com/id/apa-itu-octg.html> (Diakses 03 Maret 2024)
- [2] Pipa baja karbon termasuk standar pipa OCTG. 2017. <http://id.worldironsteel.com/steel-pipe/gr-r95-casing-tube/api-5ct-gr-r95-oil-Tubing.html#F1> (Diakses 03 Maret 2024)
- [3] Rivaldo Rimo, Nurul Laili, Tian Havwini, Desember 2022 “PENGARUH PROSES STRESS RELIEVING TERHADAP NILAI KEKERASAN NILAI KEKERASAN PIPA SETELAH PROSES *SWAGING*” *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA)*. (Diakses 03 Maret 2024)
- [4] PT LFC Teknologi Indonesia pemahaman tentang jenis koneksi pipa. 29 Mei 2023 <https://www.lfc.co.id/blog/detail/inspeksi-ulir-api-menggunakan-plastiform> (Diakses 10 Maret 2024)
- [5] Material *Dies swaging* AISI 8620. ASTMSteel <https://www.astmsteel.com/product/aisi-8620-steel-alloy/> (Diakses pada 31 Mei 2024)