RANCANG BANGUN *JIG & FIXTURE* UNTUK PIPE FITTING STEEL CONCENTRIC REDUCER PADA MESIN BEVEL PIPA

Nurul Ulfah¹, Rahman Hakim^{2✉}, Michael Tri Adelitho³

^{1,2,3}Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam,
Jl. A. Yani, Batam Center, Kota Batam. 29461.

✉ e-mail : hakim@polibatam.ac.id

Abstract

The development of manufacture Industries in the world rapidly increases especially in Indonesia. One of the manufacture industries is pipe fitting. PT Flo Bend Indonesia is the only manufacturer of pipe fitting steel and iron in Indonesia. The production process of pipe fitting is carried by the machining process. Quality of product produced by PT Flo Bend is depended on jig and fixture. Some of the problems that often appear are the variation of the material dimension that can disturb the beveling process. The time is needed to be longer to change the jig and fixture that suitable with material that needs to be cut. Therefore, this study was conducted to solve the problems by designing the jig and fixture that are more flexible and can adjust to the varying material dimension. The design focuses on the varying of concentric reducer size. Fishbone diagram was used to analyze the problems so that the approximate design concept can be determined. The result of FEM simulation shows 27,3 MPa for the stress maximum and 8,1 for Factor of safety. Based on FMEA simulation, the design can reduce the time almost 600 minutes. In addition, the design can reduce the cost of the process. Therefore, it can be concluded that the design concept is safe to use.

Keywords: Jig & Fixture, Pipe Fitting, Concentric Reducer, FEM, FMEA.

Abstrak

Perkembangan industri manufaktur di dunia semakin pesat terutama di Indonesia. Salah satu jenis industri manufaktur adalah pipe fitting. PT. Flo Bend Indonesia merupakan satu-satunya produsen manufaktur pipe fitting logam besi dan baja di Indonesia. Proses produksi pipe fitting dilakukan dengan proses machining. Kualitas produk yang dihasilkan PT. Flo Bend dipengaruhi oleh jig dan fixture yang digunakan. Beberapa masalah yang sering timbul adalah dimensi material yang bervariasi sehingga dapat mengganggu proses beveling. Waktu yang diperlukan menjadi lebih lama karena harus mengganti jig dan fixture sesuai dengan dimensi material yang akan dipotong. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan merancang dan memilih jig dan fixture yang lebih fleksibel dan dapat menyesuaikan dengan dimensi material yang bervariasi. Rancangan berfokus pada concentric reducer dengan ukuran bervariasi. Metode diagram fishbone digunakan untuk menganalisis permasalahan sehingga dapat ditentukan konsep rancangan yang sesuai. Berdasarkan hasil simulasi FEM menunjukkan bahwa nilai stress maksimum adalah 27,3 Mpa dan nilai Factor of Safety adalah 8,1. Sedangkan untuk FMEA dapat mereduksi waktu hingga 600 menit. Selain itu juga, rancangan baru dapat mengurangi biaya proses. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa konsep rancangan yang dibuat aman untuk digunakan.

Kata kunci: Jig & Fixture, Pipe Fitting, Concentric Reducer, FEM, FMEA.

Pendahuluan

Perkembangan industri manufaktur di dunia semakin pesat terutama di Indonesia. Berdasarkan *Purchasing Manager's Index* (PMI), indeks Indonesia adalah 50,4 pada bulan November dan 51,2 pada bulan Desember tahun 2018 sehingga dapat dikatakan bahwa industri

manufaktur Indonesia semakin meningkat. Salah satu jenis industri manufaktur adalah *pipe fitting*. Pt. Flo-Bend Indonesia merupakan satu-satunya produsen manufaktur *pipe fitting* logam besi dan baja di Indonesia. Perusahaan ini berlokasi di Kota Batam dan berdiri pada tahun 2018 dengan salah satu tujuan dari perusahaan ini adalah untuk mendukung

revolusi industri Indonesia yaitu industri 4.0. Jenis *pipe fitting* yang diproduksi oleh perusahaan ini diantaranya adalah *elbow*, *reducer*, *tee* dan *cap*.

Pipe fitting adalah komponen pipa buatan yang digunakan untuk fungsi spesifik seperti membuat perubahan arah menggunakan *elbow*, cabang baru dengan *tee* dan mengurangi diameter pipa menggunakan *reducer* [1][2][3]. *Pipe fitting* merupakan salah satu komponen yang diperlukan oleh industri *Oil & Gas*. Industri ini mengalami peningkatan kapasitas produksi yang berdampak langsung terhadap industri pendukungnya yaitu industri *pipe fitting*. Secara umum, produksi *pipe fitting* oleh PT. Flo Bend dilakukan dengan proses *machining*. *Beveling* merupakan salah satu tahap dan fokus utama dalam proses ini. *Beveling* adalah proses pemotongan pipa untuk membentuk permukaan pipa menjadi 45° yang berfungsi untuk menyambungkan dua pipa saat proses pengelasan [1]. *Beveling* sangat dipengaruhi oleh kualitas dari *jig* dan *fixture* karena kedua alat ini berfungsi untuk membantu pembuatan fitting salah satunya adalah sebagai penahan agar penggandaan dalam proses produksi dapat dilakukan secara presisi dan akurat. *Jig* dan *fixture* merupakan dua alat yang berbeda tetapi memiliki fungsi yang saling menunjang satu sama lain [4]. *Jig* merupakan alat pemotongan dan kontrol sedangkan *fixture* adalah alat untuk membantu dalam menahan komponen agar tidak ada pergerakan yang mempengaruhi akurasi [5]. *Jig* lebih ringan dibandingkan dengan *fixture* dan lebih kompleks. Kedua alat ini merupakan alat yang berguna untuk meningkatkan produk yang dihasilkan per unit waktu karena dapat membantu menghasilkan produk dengan cara duplikasi atau penggandaan lebih akurat. Kekurangan dari alat bantu ini adalah pemilihan jenisnya karena jika memiliki

harga tinggi akan meningkatkan biaya produksi [5].

Kualitas produk yang dihasilkan PT. Flo Bend dipengaruhi oleh kedua alat ini. Beberapa masalah yang sering timbul adalah dimensi material yang bervariasi sehingga dapat mengganggu proses *beveling*. Salah satunya adalah waktu yang diperlukan menjadi lebih lama karena harus mengganti *jig* dan *fixture* sesuai dengan dimensi material yang akan dipotong [6][7]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan merancang dan memilih *jig* dan *fixture* yang lebih fleksibel dan dapat menyesuaikan dengan dimensi material yang bervariasi. Perancangan kedua alat ini berfokus pada *fitting* dengan jenis *concentric reducer* dengan ukuran 12", 10", 8", dan 6". Dalam penelitian ini digunakan metode diagram *fish bone* (diagram Ishikawa) untuk menentukan dan menganalisis permasalahan dan efeknya sehingga dapat ditentukan alat seperti apa yang harus dirancang dalam menyelesaikan permasalahan tersebut.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Flo Bend Indonesia. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi terhadap mesin bevel, *jig* dan *fixture pipe fitting concentric reducer*, dan mesin penunjang lainnya dalam proses produksi *pipe fitting*. Selain itu juga dilakukan wawancara langsung kepada operator mesin bevel di perusahaan untuk mengetahui lebih rinci mengenai kekurangan mesin, operator dan prosedur dalam penggunaan *jig* dan *fixture*. Kemudian dibuat daftar kebutuhan dan alternatif desain *jig* dan *fixture* untuk mempermudah dalam pembuatan konsep desain. Diagram *fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi sebab akibat dalam

penggunaan *jig* dan *fixture* yang ada di perusahaan [8][9].

Alat dan material yang digunakan dapat penelitian ini adalah *solidwork* yang merupakan perangkat lunak CAD untuk membantu proses desain suatu benda atau bangunan dengan mudah dalam proses membuat rancangan desain *jig & fixture*. Sedangkan untuk pengukuran digunakan alat ukur seperti jangka sorong dan mistar untuk mengukur dimensi dari *jig* dan *fixture*.

Hasil dan Pembahasan

Diagram *fishbone* yang digunakan untuk mengidentifikasi kekurangan dari desain *jig* dan *fixture* di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Diagram Fishbone

Tabel 1. Kekurangan *jig* dan *fixture* di PT. Flo Bend Indonesia

No	Tema	Kekurangan
1.	Desain	Desain <i>flange</i> terbatas. Desain <i>flange</i> hanya bisa diganti satu sisi. Hal ini dapat mempersulit operator karena harus mengganti <i>jig</i> dan <i>fixture</i> saat menggunakan material yang memiliki dimensi berbeda
2.	Mesin	Mesin Beveling PE 16 hanya dapat mengerjakan item material <i>concentric reducer</i> dengan ukuran 12x10 inci, 8x6 inci dan 10x8 inci
3.	Operator	Tidak diberi pelatihan dan kurang ketelitian dapat mempersulit dalam proses pergantian <i>jig</i> dan <i>fixture</i>
4.	Material	Operator harus mengganti <i>jig</i> dan <i>fixture</i> sesuai dengan jenis item material.
5.	Metode	Pergantian <i>jig</i> dan <i>fixture</i> dilakukan dengan prosedur manual menggunakan Crane manual dan Forklip

Berdasarkan Gambar 1 dapat diidentifikasi kekurangan dari *jig* dan

fixture yang terdapat di lokasi penelitian. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.

a. Perancangan *Jig* dan *Fixture*

Berdasarkan identifikasi kekurangan yang dilakukan maka perancangan *jig* dan *fixture* mengacu pada hasil identifikasi tersebut. Perancangan *jig* dan *fixture* terdiri dari beberapa tahapan seperti membuat konsep desain *base plate*

dan konsep desain *flange*. Perancangan desain *jig* dan *fixture* memperhatikan kriteria tertentu seperti mempunyai konstruksi yang sederhana serta mudah dalam proses pengerjaan dan perawatannya. Rancangan untuk desain *jig* dan *fixture* dapat dilihat pada Gambar 2.

Perancangan *base plate*

Dudukan *base plate* merupakan penompang utama dari *fixture*. *Base plate* dirancang menjadi 2 bagian yaitu atas dan bawah dengan bagian sisi kiri dan kanan

memiliki *slop* yang berfungsi sebagai tempat pemasangan *flange*.

Kedua sisi samping ini memiliki 8 lubang dan mempunyai ulir sebagai tempat masuknya baut sebagai pengunci *flange*. Rancangan ini mempunyai dua sisi *slop* yang dapat dibongkar pasang, agar lebih mudah pada saat proses pergantian *flange* dan dapat melengkapi kekurangan desain sebelumnya yaitu dengan pembuatan jalur aliran keluar *coolant* yang berfungsi untuk menghindari air *coolant* dapat tertampung pada bagian *jig* dan *fixture*.

Gambar 2. Desain Jig dan Fixture

Spesifikasi base plate dapat dilihat pada Gambar 3.

(a)

(b)

Gambar 2. Spesifikasi Base Plate, a) Down, b) Up

Pembuatan Konsep Desain Flange

Jig dan *fixture* dirancang memiliki 8 buah flange dengan ukuran 6'', 8'', 10'' dan 12''. Ukuran ini mengacu pada outer diameter (OD) *pipe fitting* dengan masing-masing ukuran memiliki 2 pasang flange. Rancangan berupa persegi panjang dengan lubang berbentuk setengah lingkaran yang mengikuti ukuran *pipe fitting* di bagian tengah (Gambar 4).

Gambar 4. Rancangan dan Spesifikasi Flange

Simulasi dilakukan dengan memberikan jumlah mesh sebesar 10.000 karena jumlah dan bentuk mesh sangat berpengaruh pada hasil simulasi. Hasil lebih akurat dalam memberikan informasi mengenai *jig* dan *fixture* yang mengalami penekanan oleh gaya tekan jika mesh yang diberikan semakin banyak dan bentuknya semakin kecil.

Analisa Struktur FEM

Stress

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa warna reaksi tidak terlalu signifikan karena masih dalam kategori hijau dan biru. Beban tekan diberikan pada *jig* dan *fixture* sebesar 0,4 Mpa yang berasal dari hidrolik mesin bevel. Nilai tegangan maksimal dari hasil pengujian adalah 27,3 Mpa. Nilai ini masih di

bawah nilai *yield strength* dari material yaitu sebesar 220 Mpa. Oleh karena itu, pembebanan pada alat masih dalam kategori pembebanan elastis.

Gambar 5. Simulasi Stress Jig dan Fixture

Hasil pengujian *factor of safety* adalah 8,1 dan dapat dikatakan bahwa alat yang dirancang dapat menahan beban maksimal 8 kali beban yang diberikan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. Simulasi Factor of Safety dari Jig dan Fixture

Factory of Safety

Analisa Perbandingan Waktu Set-up (FMEA)

Rancangan *jig* dan *fixture* ini dapat menghasilkan waktu *setup* yang lebih kecil dan hal ini akan memberikan keuntungan dalam waktu pengerjaan suatu komponen yaitu waktu berkurang 600 menit. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Waktu Setup dari Jig dan Fixture Lama dan Baru

Tipe Alat	Waktu Setup (menit)	Jumlah	Waktu Total (Menit)
Lama	300	3 set	900
Baru	300	1 set	300
Waktu yang Berkurang			600

Analisa Kelayakan Ekonomis

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan ekonomis dari alat yang dirancang hal ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Biaya Pembuatan Jig dan Fixture (Lama dan Baru)

Tipe alat	Dimensi (mm)			Jumlah (set)	Harga Unit	Total Harga
	P	L	T			
Lama	466	238	19,7	3	Rp. 11.800.000	Rp. 35.400.000
Baru	466	238	19,7	1	Rp. 5.592.000	Rp. 5.592.000
Harga yang berkurang						Rp. 29.808.000

Kesimpulan

Berdasarkan konsep rancangan *jig* dan *fixture* yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa rancangan baru dapat menghemat biaya sebesar Rp. 29.808.000 dan waktu setup berkurang 600 menit sehingga proses pengerjaan pada mesin bevel lebih efektif dan efisien. Selain itu

juga, hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai stress maksimum adalah 27,3 Mpa dan nilai *Factor of Safety* adalah 8,1. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa konsep rancangan yang dibuat aman untuk digunakan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terselenggara didalam skema Program Magang Setahun di Industri, PT. Flo-Bend Indonesia.

Daftar Pustaka

- [1] J. A. Williams, "Fundamentals of metal cutting and machine tools," *Mater. Des.*, 1988, doi: 10.1016/0261-3069(88)90021-0.
- [2] R. A. Parisher and R. A. Rhea, "Overview of Pipe Drafting and Design," in *Pipe Drafting and Design*, 2012.
- [3] R. M. Mahaffey and S. J. Van Vuuren, "Review of pump suction reducer selection: Eccentric or concentric reducers," *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*. 2014.
- [4] J. Vijaykumar Kumbhar and H. C. Pandit, "A Review Article on Jigs and Fixture," 2015.
- [5] E. G. Hoffman, *Jig and Fixture Design*, 5th ed. New York: DELMAR CENGAGE Learning, 2004.
- [6] A. Santosa, "Perancangan Jig Dan Fixture Sistem Pneumatik Untuk Proses Pemasangan Bearing Dan Absorber Pada Velg Rear Wheel," *Barom. Ilmu dan Apl. Tek.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2017.
- [7] H. Prasetyo, R. Rispianda, and H. Adanda, "RANCANGAN JIG DAN FIXTURE PEMBUATAN PRODUK COVER ON-OFF," *Teknoin*, 2016, doi: 10.20885/teknoin.vol22.iss5.art4.
- [8] M. Coccia, "The Fishbone Diagram to Identify, Systematize and Analyze the Sources of General Purpose Technologies," *J. Soc. Adm. Sci.*, 2017.
- [9] N. Fauziah, "Aplikasi Fishbone Analysis dalam Meningkatkan Kualitas Produksi Teh pada PT Rumpun Sari Kemuning, Kabupaten Karanganyar," 2009.