

Re-Desain Produk *Wellhead* untuk Menurunkan *Cost* dan Waktu Instalasi dengan Metode DFMA

Khaliful Ichsan, Ibnu Hafizh

Program Studi Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Teuku Nyak Arief no. 441, Kopelma Darussalam, Banda Aceh

E-mail: khaliful36@gmail.com.

Abstract

Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) is a method used by designers and engineers to design a product with a reduce of components. The goal is to facilitate the manufacturing and assembly processes to reduce installation time, production and maintenance costs. This article discusses about the DFMA method to redesign conventional *wellhead* products into a *wellhead* compact *spool (unihead)* to make it easier and reduce the installation time and maintenance costs. DFMA analysis on *wellhead* product redesign showed a reduction in total install time from 188 hours to 30 hours. The effect of saving installation time the cost was also saved from \$ 705,000 to \$ 212,500 per *well (well)*

Keywords: DFMA, *Well*, *Wellhead*, Installation time, Maintenance cost.

1. Pendahuluan

Pada era industri saat ini yang sedang menghadapi kebutuhan energi yang terus meningkat [1], sehingga perkembangan dan inovasi dari suatu peralatan dan sistem harus terus berkembang, dalam konteks pengembangan produk desainer produk membuat desain untuk kemudian diteruskan kepada insinyur manufaktur dan perakitan [2]. Pengembangan ini juga termasuk pada industri minyak dan gas bumi yang terus berinovasi untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas minyak dan gas bumi yang diproduksi. Selain untuk meningkatkan kualitas dan kualitas, dibutuhkan inovasi serta pengembangan untuk mempercepat durasi suatu proses dan biaya operasi serta perawatan suatu peralatan dan sistem.

Investasi besar yang harus dikeluarkan oleh para kontraktor migas membuat pengeboran eksplorasi merupakan operasi yang mahal dan berisiko bisnis besar. Wilayah kerja yang terletak di daerah terpencil (*remote area*) dan berkedalaman yang bervariasi mengharuskan kehandalan sistem logistiknya. Sistem logistik yang dijalankan harus mengedepankan efisiensi dan produktivitas sehingga biaya yang dikeluarkan optimal. Pada beberapa industri, seiring bertambahnya permintaan, pembuat keputusan untuk meningkatkan produksi menjadi lebih sulit karena sistem yang kompleks. Perusahaan selalu berusaha menemukan metode yang optimal untuk meningkatkan produksi [3].

Design For Manufacture and Assembly (DFMA) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengevaluasi rancangan produk dengan mempertimbangkan kemudahan dalam proses manufaktur dan proses perakitan. Tujuan dari DFMA

yaitu untuk menentukan desain produk yang benar-benar dapat menghilangkan komponen-komponen yang sebenarnya tidak diperlukan dan mengurangi proses dalam pembuatan prototipe [4]. Kekuatan DFMA terletak pada kemampuan untuk mengestimasi biaya perakitan serta biaya komponen pada saat produk didesain [5].

Pelaksanaan dari rencana pengembangan, realisasi dari proses produksi produk baru dari suatu perusahaan juga termasuk dari inovasi [6].

Design For Assembly (DFA) adalah suatu proses yang sudah direncanakan di awal, dimana jumlah komponen didesain dengan mempertimbangkan proses perakitan sehingga didapat kemudahan saat proses perakitan [7].

Penentuan biaya termasuk dalam manajemen untuk mengurangi biaya keseluruhan dari suatu proses produksi [8].

Wellhead merupakan salah satu komponen penting dalam proses penyelesaian pengeboran selain semen, *casing*, *tubing* atau *packer*. *Wellhead* ini dipasang pada setiap akhir dari *casing* dan *tubing string* di permukaan sumur. Di dalam kelompok *wellhead*, termasuk pula *casing head*, *casing head spool*, *tubing head spool*, dan *christmas tree* [9].

Produk *wellhead* konvensional yang selama ini digunakan sangat sulit dalam pemasangan serta perawatannya. Dalam hal ini, dikembangkan suatu produk dengan fungsi yang sama seperti *wellhead* konvensional namun lebih sederhana dalam pemasangan dan aksesoris seperti *valve* atau katup dan lainnya lebih sedikit. Lebih sedikit aksesoris pada suatu peralatan atau sistem tentu mempercepat dalam pemasangan dan dapat menurunkan biaya perawatan (*preventive maintenance*) sehingga lebih menguntungkan pihak perusahaan penggunanya.

Lokasi *well* pada umumnya berada di area remote serta pedalaman sehingga akan lebih mudah apabila peralatan yang digunakan lebih sederhana.

Banyaknya komponen yang harus dirakit ini mengakibatkan 80% biaya manufaktur tergantung dari fase awal desain, karena desain awal akan menentukan material, mesin yang digunakan serta tenaga kerja yang dibutuhkan. Kesalahan pada fase awal desain akan mengakibatkan membengkaknya biaya manufaktur [10].

Banyaknya komponen yang dirakit juga tentu menjadi hal yang tidak baik secara ergonomi sehingga berakibat gangguan pada pekerja jika dilakukan terus menerus [11]

Pada permasalahan ini, DFMA digunakan untuk membantu merancang produk dengan durasi pemasangan yang lebih cepat, metode pemasangan yang lebih sederhana, mendukung ergonomi, serta biaya perawatan yang lebih rendah [12].

2. Metode dan Peralatan

Metode yang menggunakan untuk meredesain produk *wellhead* adalah dengan metode DFMA. Tujuan yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu menghemat waktu pemasangan produk dan *cost* produksi produk yang rendah. DFMA merupakan gabungan metode DFM dan DFA. Metode DFM adalah metode yang digunakan untuk mempermudah proses manufaktur dan DFA adalah metode yang digunakan untuk mempermudah perakitan suatu produk [13].

Berikut merupakan diagram untuk metode penelitian:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis desain awal (*wellhead conventional*)

Wellhead merupakan salah satu komponen penting dalam proses penyelesaian pengeboran selain semen, *casing*, *tubing* atau *packer*. *Wellhead* ini dipasang pada setiap akhir dari *casing* dan *tubing* string di permukaan sumur.

Wellhead memiliki fungsi penting, yaitu:

a. Sebagai penyangga *casing string*

Setiap *casing* dan *tubing* yang dimasukkan ke dalam lubang sumur secara fisik menggantung pada *wellhead*.

b. Sebagai tempat terpasangnya alat pengontrol aliran

Wellhead dirancang untuk dapat dihubungkan dengan alat pengontrol aliran dari dan ke dalam sumur. Pada tahap pengeboran, alat pengontrol aliran ini dikenal sebagai *Blow Out Preventer Stack* atau BOP. BOP ini dipasang pada permukaan *wellhead* dan digunakan terus hingga kegiatan pengeboran selesai atau saat *tubing* sudah masuk ke dalam sumur. Pada tahap *completion*, tugas BOP diganti dengan sistem pengontrol aliran atau yang dikenal dengan nama *Christmas Tree*.

Wellhead memiliki dua rangkaian didalamnya, yaitu :

a. *Casing head*

Casing head berfungsi sebagai tempat menggantung rangkaian *casing* dan mencegah terjadinya kebocoran. Pada *casing head* terdapat *gas outlet* untuk meredusir gas yang mungkin terkumpul diantara rangkaian *casing*.

b. *Tubing head*

Tubing head adalah bagian dari *wellhead* untuk menyokong rangkaian *tubing* yang berada di bawahnya dan untuk menutup ruangan yang terdapat diantara *casing* dan *tubing*, sehingga aliran fluida dapat keluar melalui *tubing*.

Banyaknya komponen yang harus dirakit ini mengakibatkan 80% biaya manufaktur tergantung dari fase awal desain, karena desain awal akan menentukan material, mesin yang digunakan serta tenaga kerja yang dibutuhkan.

Proses perakitan memiliki pengaruh yang cukup besar pada keandalan produk dan yang terpenting parameter. Masalah paling kompleks yang harus diselesaikan meningkatkan proses perakitan adalah memastikan presisi dari produk yang sedang dirakit (khususnya, presisi dari dimensi, konfigurasi, dan kontak permukaan yang berdekatan dan komponen perakitan) [14].

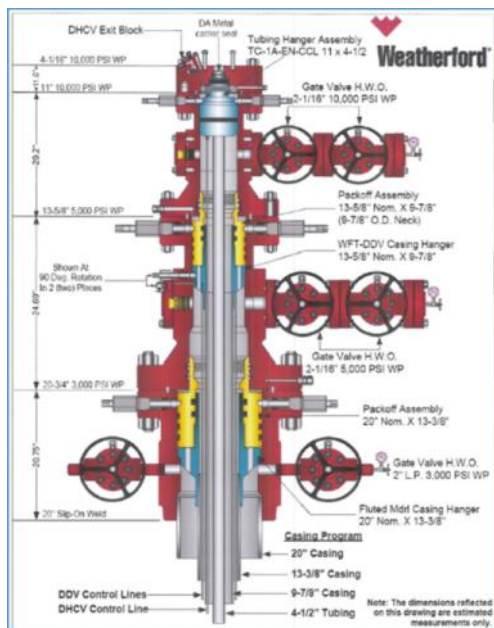
Pada tipe ini, *conductor* atau *surface string joint* yang terakhir dipasang ke *casing head* dengan sambungan ulir untuk *threaded connection* atau sambungan las untuk *welded connection*. Profil dalam *casing head* disiapkan untuk menyangga *casing* yang selanjutnya. Untuk melengkapi proses ini, pada *joint* terakhir *casing* dipasang *hanger* dan didudukkan di dalam *casing head*. Tipe *hanger*

tersebut dikenal dengan nama *slip hanger*. *Hanger* jenis ini hanya cocok untuk berat *casing* ringan dan menengah. Untuk *hanger* alternatif dapat digunakan *mandrel hanger* dimana *casing joint* terakhir disambungkan ke *hanger* tersebut melalui ulir yang telah tersedia.

Untuk menyangga *casing* berikutnya, dipasang *casing head spool* diatas *casing head*. *Casing head spool* ini memiliki profil dalam yang serupa dengan *casing head*. Akhirnya, untuk menyangga *production tubing string*, digunakan *spool* yang dikenal dengan nama *tubing head spool* dan dipasang diatas *casing head spool*.

Setelah *completion string* terpasang, barulah BOP dilepas kemudian dipasang *Christmas tree*. Produk *wellhead* konvensional yang selama ini digunakan pada industri minyak dan gas bumi tentu sangat sulit dan membutuhkan waktu yang relatif lama dalam pemasangan serta perawatannya.

Gambar desain awal *wellhead* dapat dilihat pada Gambar 2. berikut:



Gambar 2. Desain Awal Wellhead Conventional

Tujuan utama dari artikel ini adalah untuk mendesain ulang dan mengevaluasi produk menggunakan DFMA.

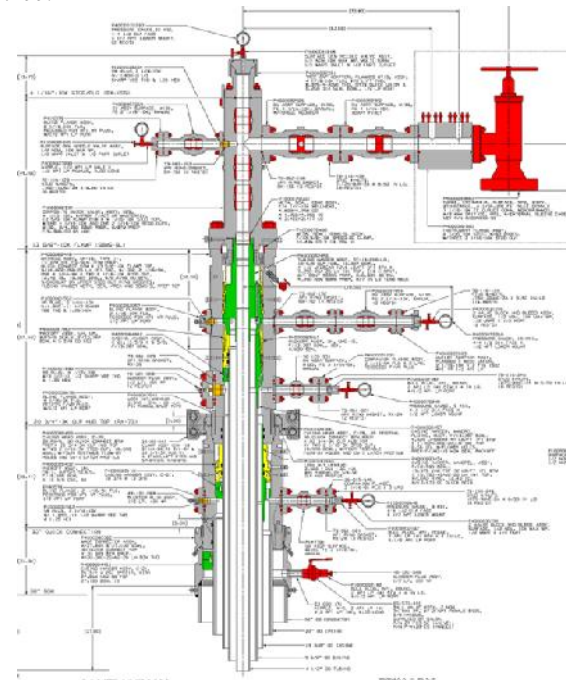
3.2. Analisis desain ulang (*wellhead compact spool*)

Dalam melakukan perbaikan rancangan dengan menggunakan metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) ada beberapa cara yang dapat dilakukan yaitu melalui pengembangan/modifikasi, kombinasi atau eliminasi komponen yang tidak diperlukan.

Dalam hal ini, dikembangkan suatu produk dengan fungsi yang sama seperti *wellhead* konvensional namun lebih sederhana. *Wellhead*

sistem *compact spool* biasanya dikenal juga dengan nama seperti *Unihead*. *Unihead* adalah pengembangan dari sistem konvensional *spool* dimana *casing head spool* dan *tubing head spool* terintegrasi menjadi satu kesatuan. Sehingga sistem ini dapat menghemat pemasangan selama kegiatan pengeboran dan meningkatkan keamanan karena tidak perlu melepas BOP seperti yang terjadi pada sistem konvensional dimana BOP harus dilepas pada setiap pemasangan *casing head spool* atau *tubing head spool*. Untuk diketahui, dilepasnya BOP memiliki potensi yang membahayakan bagi keamanan sumur, karena tidak ada penahan atau *barrier* lain selain lumpur pengeboran sehingga gas atau fluida dapat muncul ke permukaan dengan tekanan tinggi secara tidak terduga mengingat bagian bawah sumur merupakan daerah yang mengandung hidrokarbon dan mudah terbakar.

Secara garis besar sistem *compact spool* atau sistem dengan satu *spool*, profil dalamnya telah disiapkan untuk menyangga lebih dari satu *casing string*, misalnya penyangga *intermediate casing string*, *production casing string* dan *production tubing string* berada dalam satu *spool*. Dengan menggunakan sistem satu *spool* ini, selama kegiatan pengeboran berlangsung, BOP tidak perlu untuk dilepas dari *spool* hingga tahap *completion* ataupun penyelesaian sumur dengan menggunakan *Christmas tree*.



Gambar 3. Desain Ulang Wellhead Compact Spool (*Unihead*)

Sistem ini juga mencakup pengembangan pada *casing* dan *tubing hanger*. Pengembangan tersebut yaitu *casing hanger* dan *tubing hanger* yang digunakan sudah memiliki sistem *sealing* dan penguncian yang terintegrasi dengan badan *casing*

hanger atau *tubing hanger*. Gambar produk *wellhead* setelah desain ulang dapat dilihat pada Gambar 3.

Waktu dan biaya total (perakitan) dari produk *wellhead* dapat dikurangi dengan mengeliminasi komponen.

Proses pemasangan, waktu dan biaya operasi pada desain ulang *wellhead* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Waktu dan Biaya setelah DFMA

No	Operation	Unihead (Hrs)	Conventional Wellhead Flanges (Hrs)
	Wellhead Stack Arrangement	- Landing Ring 30" - 20" Casing Head - 13-5/8" Unihead - Tree	- 20" Casing head C/W Cover Plate for Ann 20" & 30" - 20-3/4" X 13-5/8" Casing Spool - 13-5/8" X 11" Tubing Head - Tree
1	Instalation Landing Ring 30"	(5 Hrs Rigless)	0
2	N/U and N/D Diverter	(10 Hrs Prior Spud in)	24
3	WOC after 20" casing cementing	0	12
4	Cut 20" Casing and Instalation 20" Casing Head - Final Cut 30" Casing	0	24
5	N/U and N/D 21-1/4" Blowout Preventer (BOP)	12	24
6	WOC after 13-3/8" casing cementing	0	12
7	Conventional Wellhead Installation Casing Spool (20-3/4" X 13-5/8") Unihead Installation 13-5/8" Unihead with Quick Connection	4	12
8	Installation 13-5/8" BOP (N/U and N/D)	10	24
9	WOC after 9-5/8" Casing cementing	0	12
10	Installation Tubing head 13-5/8" X 11"	0	12
11	Installation 13-5/8" BOP (N/U and N/D) with adaptor to 11" and test BOP	0	24
12	Tree	4	8

Installation		
Total Hours	30	188
Total Days	1.25	7.83
Cost daily Service @ \$90K/day	112,500	705,000
Cost Wellhead	50,000	-
Cost Running tool	50,000	-
Cost Different/wells	212,500	705,000
Cost for 4 wells	850,000	2,820,000
Cost Saving 4 wells Unihead VS Conventional (USD)	1,970,000	

Berdasarkan tabel di atas, didapat berbagai manfaat *unihead* daripada *wellhead* konvensional yaitu waktu pemasangan yang jauh lebih singkat yaitu dari 188 jam menjadi 30 jam dan biaya pemasangan yang lebih hemat yakni sekitar US\$ 492,500 per sumur.

Selain dari faktor instalasi dan nilai ekonomis yang diperoleh, penggunaan *unihead* juga sangat berpengaruh pada ergonomi dari pekerja saat melakukan instalasi tersebut [15]

Faktor utama yang mempengaruhi penurunan waktu dan biaya produksi yaitu jumlah *part* atau bagian yang lebih sedikit metode pemasangan yang lebih mudah.

4. Kesimpulan

Metode Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) dapat diaplikasikan pada berbagai macam industri, salah satunya pada industri minyak dan gas bumi, khususnya pada *wellhead* (kepala sumur) selama kegiatan operasi pengeboran. *Wellhead* konvensional sudah mulai digantikan dengan *wellhead compact spool (unihead)* yang memiliki bentuk lebih sederhana sehingga lebih mudah dalam penginstallan. Dalam dunia industri terdapat harga pokok produksi (HPP) yang harus ditekan seminimal mungkin untuk mencapai keuntungan sebesar-besarnya dan dengan menggunakan *unihead* suatu industri minyak dan gas bumi dapat mempercepat waktu pemasangan dari 188 jam menjadi 30 jam dan menghemat biaya sebesar US\$ 492,500 untuk satu sumur.

Daftar Pustaka

- [1] Rahmawati, S., Iqbal, M. and Sara, I.D., 2019, June. Energy analysis of solar farm planning in weh island, aceh, indonesia. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 539, No. 1, p. 012023). IOP Publishing
- [2] Bralla, James G. 1987. Engineering Design: A Material and Processing Approach. Singapore: McGraw Hill Book Co.

- [3] Iqbal M, Bamatraf OA, Tadjuddin M. The study of production performance of water heater manufacturing by using simulation method. InJ. Phys. Conf. Ser 2018 Feb (Vol. 962, No. 1).
- [4] Hasibuan, Y.K., Rambe, A.J.M., & Ginting, R., (2013). Rancangan Perbaikan Stopcontact Melalui Pendekatan Metode DFMA (Design For Manufacturing And Assembly) Pada PT. XYZ. E-Jurnal Teknik Industri FT USU. Vol. 1, No. 2, pp. 34-39.
- [5] Boothroyd, G., Dewhurst P.,2002, Product Design for Manufacture. Marcel Dekker Inc, New York, USA
- [6] Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger. 2003. Product Design and Development. Third Edition, Mc Graw Hill
- [7] Lee Siang Guan, Stephen. 2006. Design For Assembly and Dis-Assembly, Nanyang Technological University
- [8] Al Hazza, M. H. F., Konneh, M., Iqbal, M., Taha, A. H., & Hasan, M. H. (2015). Using the Desirability Function as an Effective Tool in Target Costing Model. Advanced Materials Research, 1115, 126-129.
- [9] Zhi Zhang, Zeyu Zhou, Yufa He, Jianliang Zhou, Study of a model of *wellhead* growth in offshore oil and gas *wells*, Journal of Petroleum Science and Engineering, Volume 158,2017, Pages 144-151
- [10] Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. (2002). Product Design for Manufacture and Assembly, USA, Marcel Dekker, Inc.
- [11] Erwan, F., Iqbal, M. and Hasanuddin, I., 2018. The analysis of nursing's work systems in relation to burnout syndrome (A case study: nurses in RSUDZA, BLUD RSIA, and RSUD Meuraxa, Banda Aceh, Indonesia). MS&E, 453(1), p.012051.
- [12] Iqbal, M., Hasanuddin, I., Hassan, A., Soufi, M.S.M. and Erwan, F., 2020. The Study on Ergonomic Performances Based on Workstation Design Parameters using Virtual Manufacturing Tool.