

ANALISA KEGAGALAN PADA DRILL PIPE DI RIG PDSI D1500/53
Anggoro Tri Prakoso¹, Suhardan², Ozkar F. Homzah^{3*}, Sofwan Hariadi⁴

^{2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang

¹ Mahasiswa (S1) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang
Jln. Kapten Marzuki No. 2446 Kamboja Palembang, Indonesia

*)Email: ozkarhomzah@univ-tridinanti.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Submitted:
20/05/2018

Accepted:
29/06/2018

Print-Published:
16/07/2018

ABSTRAK

Dalam industri minyak dan gas drill pipe digunakan untuk membuat lubang bor, drill pipe disambung satu persatu oleh operator. Drill pipe sangat penting perannya di dalam pengeboran, digunakan untuk menambah kedalaman lubang untuk mencapai reservoir minyak dan gas di dalam tanah. Fungsi lain dari drill pipe adalah untuk menyalurkan lumpur ke dalam lubang dan membuat sirkulasi dalam sistem pengeboran. Non productive time di industri pengeboran minyak dan gas adalah hal yang tidak diinginkan. Salah satu alasannya adalah dari segi ekonomi, karena akan menambah biaya operasi, menambah waktu dan mengurangi produksi. Permasalahan yang sering terjadi adalah kegagalan pada drill pipe. Penelitian ini menganalisa penyebab putus drill pipe di rig PDSI D1500/53. Material bahan sudah dilakukan uji tarik, uji kekerasan, spektrometer, fraktografi, dan uji SEM EDX. Hasilnya menunjukkan fatigue menjadi sumber penyebab kegagalan.

Katakunci: *Pipa Bor, Kegagalan, Fatigue*

ABSTRACT

Oil and gas industry use drill pipe to make a well bore, the drill pipe conected one by one by operator. Drill pipe is the important tools to make the hole deeper to reach the resevoir. Another function of drill pipe is to trasnfer the mud and make the circulation during the drilling job. Non productive time on oil and gas drilling operation is undesirable for several reason. One of them is the economic, because it can increase cost, time, and decrease productitivity. The problem that often happends is failiure of drill pipe. This paper is aimed to analyze the charateristic failiure on drill pipe in PDSI D1500/53 drilling rig. Material examination which have been done is tensile test, hardness test, spectrometer test, fractography, and SEM EDX. The result shoed that fatigue and corrosion fatigue was the root cause of failiure.

Keywords: *Drill Pipe, Failure, Fatigue*

1. PENDAHULUAN

Pada industri pengeboran minyak, gas, dan panas bumi penggunaan pipa bor atau drill pipe sangat vital penggunaannya sebagai penambah panjang kedalaman dalam pengeboran, berbentuk pipa baja yang disambung satu sama lain hingga kedalaman yang diinginkan. Fungsi lain drill pipe adalah sebagai tempat aliran fluida yang dipompakan dari permukaan ke bawah lubang bor.

Pipa bor atau *drill pipe* merupakan peralatan yang sangat penting dalam operasi pengeboran minyak dan atau gas. *Drill pipe* terbuat dari pipa baja yang

sangat kuat dan didesain dengan sedemikian rupa untuk memberi kekuatan dalam proses pembuatan sumur pengeboran (*well*) minyak dan atau gas. (Joko S, 2005). Dalam aplikasinya, pipa bor akan selalu mengalami berbagai beban seperti torsi, tarik, tekan, akibat aliran fluida, beban tekanan dari dalam sumur, dan beban gesek dari dinding lubang bor. Dalam operasinya pipa bor dijumpai beberapa masalah seperti, *drill pipe* yang putus, bengkok, dan bocor atau *wash-out*. Hal tersebut sangat merugikan perusahaan karena waktu untuk penggantian pipa bor yang baru

memakan waktu yang lama, sehingga biaya yang timbul menjadi tinggi.

Kegagalan karena *fatigue* sering terjadi pada drill pipe tube dan koneksi kegagalan karena sangat jarang terjadi pada tool joint. Pada gambar 1, merupakan lokasi kegagalan fatigue terjadi di area sekitar internal upset, sekitar 16-24 inch dari pin atau box end, dan disekitar slip area.



Gambar 1. Lokasi patahan pipa bor di Rig PDSI D1500/53

Pada tanggal 03 Mei 2017 di rig PDSI D1500/53 terjadi insiden putusnya pipa bor pada saat operasi pengeboran di sumur WGT 001 dengan parameter pengeboran meliputi: 100-110 RPM, 680-705 GPM, 1450-1680 Psi, 11.000-13.700 lb.ft, kedalaman 2323-2664 meter. Pada saat bor dikedalaman 2464 meter terjadi *pressure drop* pompa dari 1680 ke 760 Psi, Torsi turun dari 12.700 ft.lb ke 6500 ft.lb, hal ini terjadi akibat string atau telah putus sepanjang 108 meter dari bottom.

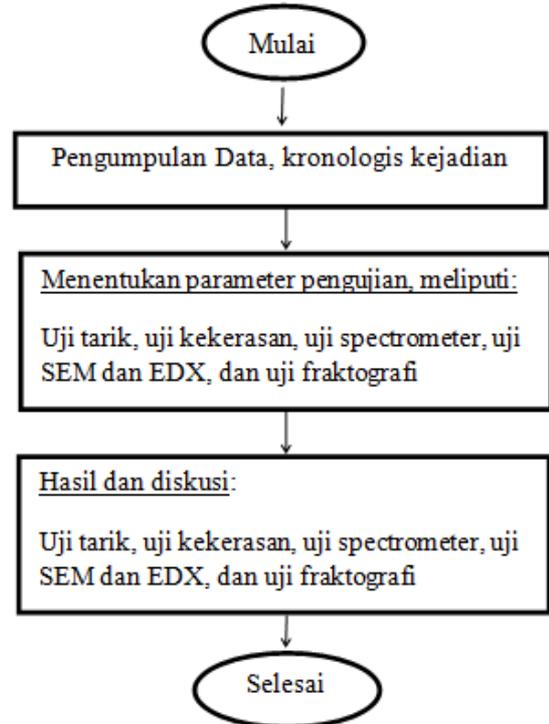
Penelitian ini bertujuan menganalisa penyebab terjadinya putusnya pipa bor dengan menggunakan pengujian tarik, kekerasan, fraktografi serta pengujian dengan menggunakan SEM-EDX.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan membandingkan data pengujian yang dilakukan di laboratorium dengan standar spesifikasi material properties, serta analisis data yang didapatkan dari hasil pengujian. Lalu melakukan analisis putusnya pipa bor melalui beberapa pengujian pada spesimen, yaitu uji tarik, uji kekerasan, uji patahan dengan metode *SEM (Scanning Electron Microscope)* dan *EDX (Energy Dispersive X-Ray)*, dan uji Fraktografi. Penelitian ini juga melakukan pengujian spesimen di Laboratorium milik PT. Multi Solution Engineering pada November 2017 dengan bahan uji spesimen berupa baja austenite PMC Sour SS105 (Gary Abel, 2015).

Langkah pengerjaan penelitian ini dapat dijabarkan pada gambar 2. Dimana terdiri dari 3 proses meliputi pengambilan spesimen lalu pengumpulan data, kronologis kejadian dengan didapatkan dari kejadian putus *drill pipe* di lokasi WGT 001 rig PDSI D1500/53. Kemudian menentukan parameter pengujian, meliputi uji tarik, uji kekerasan, uji spectrometer, uji SEM dan EDX, dan uji

fraktografi di laboratorium PT MSE. Dilanjutkan dengan Hasil dan diskusi yang merupakan studi analisis terhadap hasil pengujian, mencari penyebab kegagalan pada *drill pipe*. Diharapkan, setelah didapatkan penyebab kegagalan pada pipa bor dapat memberikan solusi ilmiah bagi semua pihak yang berkelanjutan.

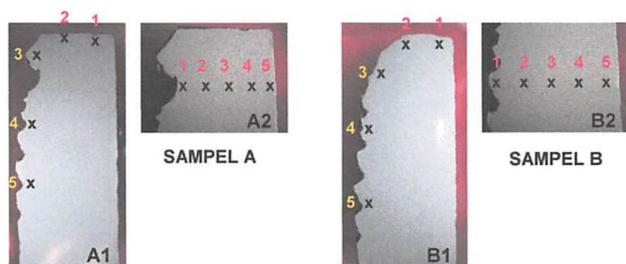


Gambar 2. Skema Penelitian

Tabel 1. Data lapangan dari pipa bor yang mengalami kegagalan (datasheet PT. Pertamina EP-Prabumulih, November 2017)

Drilling	GPM	705 Gal/Min
	RPM	110 rpm
	Pressure	1680 Psi
	Torsi	13.700 lb/ft
	Weight on Bit	5-10 klbs
	Kedalaman	2464 meter
	Diameter pipa	5"
	Diameter lubang	6.1/8"
Lumpur Pengeboran	PH	11
	Berat Lumpur	1,3 SG/11 ppg
	Viskositas	28 cp
	Klorin	19K
Drill Pipe	Temperatur permukaan	80 ° C
	Tahun pembelian	2011
	Manufaktur	Oil Country Tubular, Ltd
	Klasifikasi	SS105
	grade	G
bahan	Baja austenit	

Pada tabel 1, menunjukkan data sekunder material spesimen, lalu diambil 5 titik pengujian untuk 4 buah spesimen dengan permukaan patahan seperti diilustrasikan pada gambar 3.



Gambar 3. Spesimen Uji Kekerasan

Penelitian ini melakukan uji tarik untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya uji tarik dilakukan sampai putus. (Purnomo, 2017) pengujian tarik harus dilakukan untuk mengetahui sifat suatu bahan. Lalu dilakukan juga pengujian kekerasan dan juga spectrometer untuk mengetahui kadar nilai C, Mn dan P dari spesimen yang mengalami kegagalan. Pengujian juga menggunakan SEM (*scanning electron microscope*) dan EDX (*energy dispersive X-ray*), kedua alat uji tersebut digunakan untuk mengetahui dan menganalisis secara kuantitatif kandungan kimia untuk tiap elemen spesimen. Lalu pengujian fraktografi digunakan tentang bahan/spesimen tersebut diatas batas tegangan desainnya atau bahan komponen tidak sesuai dengan standar.

3. HASIL DAN DISKUSI

Tabel 2. Hasil Pengujian nilai kekerasan dalam HRC (menggunakan alat uji di Laboratorium PT. Multi Solution Engineering, 13 November 2017)

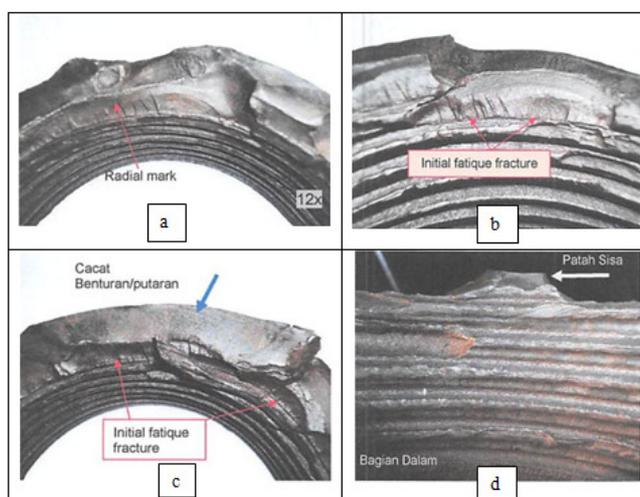
No Titik pengujian.	Nilai Kekerasan dalam HRC			
	Spesimen A1	Spesimen A2	Spesimen B1	Spesimen B2
1.	35,5	33,3	34,4	32,2
2.	31,0	32,6	31,5	32,0
3.	31,5	32,2	31,0	31,5
4.	31,5	34,4	32,5	32,2
5.	33,3	36,4	31,5	35,0

Dari tabel 2, diketahui bahwa ada beberapa titik yang sudah melewati batas kekerasan HRC dari batas normal HRC 29-31. Hasil pengujian juga dapat diketahui hampir di semua titik pengujian berada diatas angka maksimal HRC 31, angka tertinggi pada HRC 36. Dari tabel hasil pengujian memperlihatkan sifat mekanik benda sudah berubah karena deformasi saat terjadinya patahan pada pipa bor.

Pengujian tarik memberikan hasil berupa nilai *tensile strength* didapat sebesar 1019~1020 MPa, sedangkan batas maksimum spesifikasi 965 Mpa, lalu nilai *yield strength* diangka 882~892 Mpa, dimana batas maksimum spesifikasi sebesar 827 Mpa. Dari

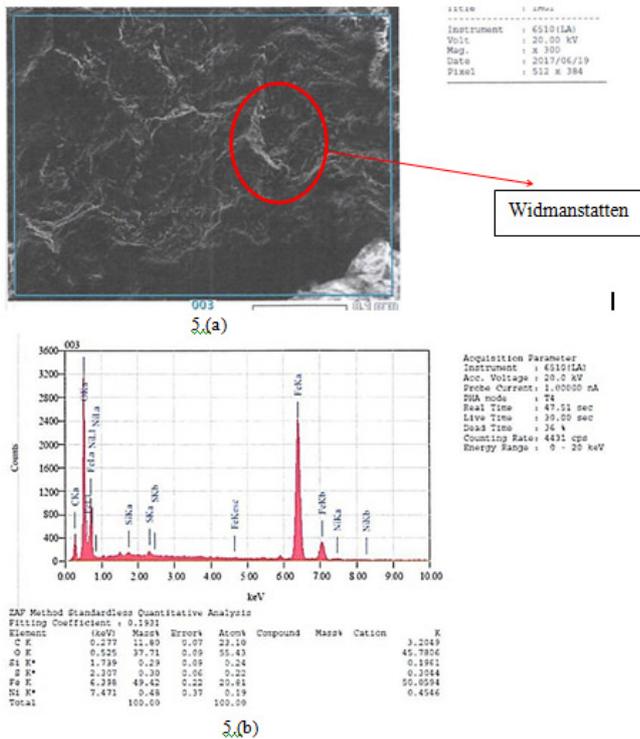
kedua nilai pengujian tarik menunjukkan sifat mekanik benda sudah berubah karena deformasi saat terjadinya patahan pipa bor, yang mana kedua nilai sudah melewati batas maksimum dari spesifikasi material dari pipa bor SS105 (Gary Abel, 2015).

Pada pengujian *spectrometer* didapat nilai C melebihi batas spesifikasi standar yaitu 0,496 %. Mn sebesar 1,07 %. Dan P sebesar 0,033 %. Dilihat dari data tersebut maka bahan tersebut sudah mengalami perubahan sifat terutama nilai karbon nya yang bertambah, sehingga kekerasannya pun bertambah sesuai dengan hasil uji kekerasan yang diperoleh. Dimana bertambahnya nilai C=karbon disebabkan adanya kontaminan dari lumpur formasi tanah serta mengalami perlakuan panas yang berasal dari proses pengeboran di dasar lobang sumur.



Gambar 4. Hasil pemeriksaan dengan fraktografi

Pemeriksaan dengan fraktografi diilustrasikan gambar 4, pada gambar 4(a) dengan perbesaran makro memperlihatkan adanya *radial marks* yang menjadi salah satu ciri ciri permukaan patahan akibat material yang mengalami *fatigue*. Dan awal patahan dimulai dari bagian dalam pipa bor tepatnya pada bagian ulir. Gambar 4(b) terlihat adanya *initial fatigue fracture* dan *radial marks*. Gambar (c), ditunjukkan dengan tanda panah warna merah adalah *initial fatigue fracture*, kemudian penjalaran patahan lelah terjadi hingga $\frac{3}{4}$ bagian dari tebal pipa, kemudian sisanya adalah patah sisa atau disebut juga *residual fracture area* terjadi akibat dari awal retakan yang sudah terbentuk, sehingga menghasilkan penampakan seperti pada tanda panah warna biru. Penampang tersebut terbentuk oleh putaran pipa saat terjadi putus. Lalu gambar (d) menunjukkan patah sisa sebagai akibat patahan pipa bor.



Gambar 5. Hasil SEM dan EDX Permukaan Dalam spesimen

Gambar 5, menunjukkan hasil pengujian dengan menggunakan SEM dan EDX pada permukaan spesimen didapatkan nilai C K (karbon, kalium) dengan massa 42,46% jumlah atom mencapai 64,49. Unsur dominan yang lain yaitu Fe K (besi, kalium) dengan massa 29,01% jumlah atom 9,48. Unsur Oksigen juga cukup banyak dengan massa 19,39% dengan atom sebesar 22,10.

Pada pengujian SEM dan EDX pada bagian dalam ulir didapatkan nilai C K (karbon, kalium) dengan massa 11,80% jumlah atom mencapai 23,10. Unsur dominan yang lain yaitu Fe K (besi, kalium) dengan massa 49,42% jumlah atom 20,81. Unsur Oksigen juga cukup banyak dengan massa 37,71% dengan atom sebesar 55,43.

Hasil pengujian mendapatkan bahwa unsur oksigen sebagai pemicu terjadinya korosi ditemukan dalam benda uji. Hal tersebut dapat terjadi pada saat penyimpanan drillpipe, terpapar dengan lingkungan yang sangat memungkinkan terjadinya korosi, dikarenakan pada saat *drill pipe* tidak digunakan biasanya disimpan pada ruang terbuka, pada saat selesai digunakan sering kali tidak dilakukan flushing pembersihan dari sisa lumpur pengeboran. Unsur Oksigen yang dominan terlihat pada ulir bagian dalam pipa yang pada pengujian fraktografi ditemukan beberapa titik *initial fracture area*.

Pada permukaan dalam pipa juga ditemukan widmanstatten struktur, yaitu benda yang terpapar pada dua beda temperatur, sehingga terbentuk lapisan pada suatu titik yang menyebabkan pelambatan pendinginan sehingga menyebabkan overheating, lalu

pada saat terpapar oleh suhu yang lebih rendah akan menyebabkan pecah. Hal tersebut sesuai dengan cara kerja pipa bor dengan kondisi fluida diluar yang panas, sedangkan fluida di dalam pipa cenderung lebih dingin. Hasil penelitian ini unsur oksigen sebagai pemicu terjadinya korosi ditemukan dalam benda uji. Unsur Oksigen yang dominan terlihat pada ulir bagian dalam pipa yang pada pengujian fraktografi ditemukan beberapa titik *initial fracture area*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini mengenai analisa kegagalan, dari specimen pipa bor yang telah diuji, yaitu ditemukan *radial marks* dan *beach marks* sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *drill pipe* telah mengalami kondisi lelah atau *fatigue*. Lalu pada pengujian kekerasan dan uji tarik dianalisa bahwa sudah melewati batas normal spesifikasi standar PMC sour SS105. Dikarenakan perubahan struktur mikro karena sudah mengalami deformasi plastis sehingga mengalami strain hardening.

Untuk pengujian spektrometer didapatkan nilai C melebihi batas spesifikasi, bahan tersebut sudah mengalami perubahan sifat terutama nilai karbon nya yang bertambah., sehingga kekerasannya meningkat akibat penambahan kontaminan dari formasi tanah disertai perlakuan panas yang didapat dari panas lumpur pemboran.

Dan hasil pengujian menggunakan SEM dan EDX menunjukkan adanya deposit oksigen yang dapat memicu timbulnya oksidasi sehingga mengakibatkan *fatigue corrosion*. Pada uji SEM juga ditemukan *widmanstatten structure* pada sisi dalam atau pada salah satu *initial fracture area* dikarenakan adanya konsentrasi panas berlebih karena lambatnya pendinginan akibat adanya deposit yang menempel pada titik awal patahan, sehingga menyebabkan *overheating* dan kemudian mengalami retak.

4.2. Saran

1. Perlu melakukan penyimpanan pipa bor pada saat tidak digunakan tidak terpapar langsung dengan kondisi lingkungan yang menyebabkan korosi.
2. Pada saat operasional sebelum dan sesudah pekerjaan dilakukan pengecekan dan pembersihan pipa bor dengan air bersih.
3. Pada saat operasi penggunaan diperhatikan torsi yang sesuai spesifikasi pada saat sambung pipa, selalu cek kondisi ulir pada saat akan sambung pipa baik pada ulir dalam dan luarnya (*pin* dan *box*) dan melakukan inspeksi rutin pipa bor sesuai standar API DS1.

DAFTAR PUSTAKA

- ANSI/API Specification 5DP. First Edition. 2009 ISO 11961:2008 Petroleum and Natural Gas Industries-steel drill pipe
- Gary Abel. CP International PMC Sour Standart.2015.
- Joko, S., 2005. Identifikasi Spesifikasi *Drill Pipe* pada Diklat Operator Pemboran dengan Mengoptimalkan SaranaPraktek di Pusdiklat Migas. Forum Teknologi.
- Purnomo, 2017. Material Teknik. Malang: Seribu Bintang.
- William D Callister Jr., 2007. Material Science and Engineering. John Willey and Son, Inc
- Operasional Datasheet, (November 2017)
PT. Pertamina EP- Prabumulih.
- Laboratorium PT. Multi Solution Engjineering, 13 November 2017.