

ANALISIS HASIL PENGUJIAN *NON DESTRUCTIVE TEST* (NDT) *DRILL PIPE* API 5 DP 3-1/2" 13,3 G-2

Aryasuta Aji Laskar Mukti^{1*}, Purnomosidi¹, Helwa Vidi Wijaya²

¹Teknik Produksi Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas Cepu, Jl. Gajah Mada No.38, Mentul, Karangboyo, Kec. Cepu, Kab. Blora, Jawa Tengah, 58315

²Planner Tubular, Besmindo Materi Sewatama, Jl. Duri – Dumai Km. 09, Balai Makam, Kec. Bathin Solapan, Kab. Bengkalis, Riau, 28983

*E-mail: aryasutaaji90@gmail.com

ABSTRAK

Non Destructive Test (NDT) merupakan uji evaluasi material tanpa menyebabkan kerusakan terhadap material yang akan dilakukan uji. Pipa bor dengan spesifikasi API 5DP 3-1/2" 13,3 G-2 sebelum digunakan dalam operasi pengeboran perlu dilakukan uji NDT. Metode NDT yang digunakan untuk uji yaitu *visual test* dan *Magnetic Particle Test (MPT)*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beberapa pipa bor mengalami kerusakan perlu dilakukan *reparation* pada bagian *box*. Pipa bor yang terdapat kerusakan perlu dilakukan *grinding* dan *recut of box*. Beberapa pipa bor juga memerlukan pelapisan ulang *hardbading* untuk mencegah keausan lebih lanjut. Pipa bor yang mengalami kerusakan parah seperti retakan tidak dapat digunakan untuk operasi pengeboran. Analisis data NDT pada pipa bor dilakukan sesuai dengan standar spesifikasi DS-1.

Kata kunci: *drill pipe, magnetic particle inspection, non destructive test, visual test*

1. PENDAHULUAN

Non Destructive Test (NDT) merupakan metode yang digunakan untuk melakukan evaluasi sifat material, struktur atau komponen tanpa merusak komponen tersebut. Dilakukannya inspeksi atau pengujian terhadap komponen bertujuan untuk mengetahui adanya cacat atau kerusakan dari komponen yang diuji. Ada berbagai metode untuk mengevaluasi material atau komponen yang akan di uji, NDT melibatkan identifikasi dan karakterisasi kerusakan pada permukaan dan bagian dalam material tanpa memotong atau mengubah material tersebut [1]. Teknik NDT menyediakan cara pengujian yang efektif secara biaya, baik untuk investigasi sampel secara individu maupun pengujian seluruh material dalam sistem kontrol kualitas produksi [2].

Dalam industri minyak dan gas *drill pipe* merupakan peralatan yang digunakan untuk membuat lubang bor pada sumur minyak dan gas. *Drill pipe* merupakan bagian penting dari mesin pengeboran rotari. *Drill pipe* disambung satu persatu sehingga membentuk rangkaian untuk menambah kedalaman sesuai kebutuhan yang ditargetkan pada sumur minyak dan gas. *Drill pipe* terbuat dari pipa baja yang kuat dan didesain sedemikian untuk memberi kekuatan dalam proses pengeboran pada sumur [3].

Drill pipe merupakan bagian dari rangkaian *drill string* yang berfungsi sebagai penghubung antara *kelly* pada sistem *rotary table* atau *top drive* dengan peralatan dibawahnya seperti *drill collar*, *bottom hole assembly* dan *drill bit*. Adapun fungsi *drill pipe* adalah mentransmisikan torsi serta tekanan aksial menuju mata bor yang berada di ujung bawah, *drill pipe* juga bagian terlemah dari rig pengeboran [4].

Selama operasi pengeboran, *drill pipe* mengalami beban bergantian yang kompleks seperti tarikan, kompresi, torsi, pembengkokan, dan getaran. *Drill pipe* yang digunakan waktu operasi pengeboran bisa terpapar korosi dan erosi. Akibatnya, terdapat kerusakan pada *drill pipe* terutama keretakan, yang sering terjadi pada sumur minyak dan gas. Kegagalan ini dapat

menghentikan seluruh operasi pengeboran, mempengaruhi keselamatan dan efisiensi, serta meningkatkan biaya alat dan waktu [5]. Dalam beberapa tahun terakhir, kegagalan berupa retakan pada *drill pipe* sering dilaporkan. Berdasarkan banyak kasus kegagalan, kerusakan umum terjadi pada ulir sambungan, cacat permukaan internal, lubang akibat korosi, dan area transisi yang diperkuat. Bagian-bagian ini mengalami konsentrasi tegangan tinggi, yang merupakan titik lemah di mana retak dapat terjadi. Faktor-faktor penyebab kegagalan *drill pipe* meliputi material, tegangan, dan media lingkungan, dan sebagian besar kegagalan dapat diprediksi dengan pola yang serupa.

Sebelum *drill pipe* digunakan untuk melakukan operasi pengeboran, *drill pipe* harus dilakukan uji kelayakan dengan menggunakan metode *Non Destructive Test* (NDT) untuk mengetahui apakah ada kerusakan pada *drill pipe* agar operasi dapat mencapai target yang ditentukan dan mengurangi insiden yang mungkin terjadi saat proses pengeboran sedang berlangsung. Berbagai macam kerusakan umum yang terjadi pada *drill pipe* adalah *fatigue fracture* (fraktur kelelahan) yaitu retakan progresif yang dimulai dari retakan kecil yang tumbuh karena adanya tegangan yang berfluktuasi [6]. Hal itu terjadi karena adanya tekanan dan beban berlebih yang terjadi berulang-ulang saat operasi berlangsung. Lingkungan yang korosif pada lumpur dapat memperpendek usia pada *drill pipe* dan dapat mempengaruhi *fatigue fracture* terhadap *drill pipe*.

Pada pengujian *drill pipe* dengan NDT terdapat beberapa metode, diantaranya adalah *magnetic particle test*, *liquid penetrant inspection*, *eddy current*, *visual test*, *ultrasonic inspection*, *leak test*, *proof test*, *acoustic emission*, dan *radiographic inspection* [7]. Untuk uji yang digunakan pada *drill pipe* menggunakan metode *visual test* dan *Magnetic Particle Test* (MPT).

Adapun analisis yang dilakukan pada data hasil NDT *drill pipe* dengan menggunakan beberapa metode, akan digunakan sebagai dasar pertimbangan apakah *drill pipe* yang dilakukan pengujian layak dipakai dalam operasi pengeboran sesuai dengan API standar untuk inspeksi pipa dengan spesifikasi DS-1.

2. METODE

Metode NDT yang dilakukan adalah *visual test* dan *Magnetic Particle Test* (MPT). Sebelum melakukan pengujian, *drill pipe body* dibersihkan begitu juga ulir pada bagian *pin* dan *box*. *Visual test* adalah inspeksi non-destruktif yang didasarkan pada penglihatan dan sentuhan secara langsung atau menggunakan alat berupa *thread profile gauges*, *inside caliper*, dan *outside caliper* [6]. Ulir *pin* dan *box* pada *drill pipe* harus menjalankan fungsinya yaitu menyegel sambungan untuk mencegah kebocoran dan menopang berat dari suatu rangkaian. Fungsi dari *visual test* adalah mendeteksi ketidakconsistenan yang dapat mempengaruhi sambungan antara *drill pipe* pada suatu rangkaian [7].

Thread profil gauge digunakan untuk mengukur jarak antar ulir, *inside caliper* dan *outside caliper* digunakan untuk mengukur diameter ID dan OD pada *drill pipe*, seperti pada Gambar 1 dan 2. Dengan menggunakan *thread profil gauge* bisa diketahui apakah *pin connection* dari pipa bor mengalami *galled thread* atau tidak.

Magnetic Particle Test (MPT) merupakan pengujian non-destruktif yang digunakan untuk mendeteksi cacat pada permukaan pada material feromagnetik. Metode ini memanfaatkan kebocoran fluks magnetik yang terjadi karena ketidakselarasan pada permukaan [8]. Pipa bor yang terdapat retakan dan *shoulder damaged* bisa diketahui dengan dilakukan MPT. Sebelum dilakukan MPT, *drill pipe* dilapisi dengan *White Contrast Paint* (WCP) seperti Gambar 3 agar memperoleh hasil yang lebih akurat dalam mendeteksi kecacatan pada *drill pipe*.

Drill pipe yang telah terlapisi dengan WCP, kemudian disemprotkan dengan *Magnetic Particle Inspection* (MPI). *Magnetic Particle Inspection* (MPI) adalah cairan yang berisi

partikel serbuk besi yang berfungsi untuk mengetahui apakah ada keretakan pada *drill pipe*, seperti pada Gambar 4.



Gambar 1. *Inside Caliper*



Gambar 2. *Outside Caliper*



Gambar 3. *White Contrast Paint*



Gambar 4. *Magnetic Particle Inspection*

Magnetisasi dilakukan jika *drill pipe* sudah dilapisi dengan WCP dan MPI menggunakan alat berupa yoke, seperti pada Gambar 5. Yoke tersambung dengan aliran listrik dan diletakan dipermukaan pipa bor yang telah terlapisi dengan WCP dan MPI. Partikel magnetik akan bergerak ke suatu retakan jika didekatkan dengan arus medan magnet. Metode ini sangat sensitif terhadap cacat pada bagian permukaan pipa bor [9].



Gambar 5. *Yoke*

3. PEMBAHASAN

Tabel 1 adalah data *drill pipe* yang digunakan pada pengujian *Non Destructive Test* (NDT) [10]. Pada Tabel 2 terdapat tiga pipa bor yang perlu dilakukan *hardbanding* yaitu pipa dengan SN 84GB824, SN 93GB824 dan SN 96GB824. *Hardbanding* merupakan pelapisan dari baja ekstra yang dilas dengan kuat pada sekitar pipa pada ujung *box* tepat sebelum area menebal (*upset*) [11]. *Hardbanding* bisa dilihat secara langsung dengan kasat mata seperti tampak pada Gambar 6. Pipa bor yang terdapat *hardbanding* perlu dilakukan pengelasan pada bagian *upset*

body yang telah diberi tanda dengan warna hijau, *hardbanding* dilakukan karena pipa bor sudah aus akibat gesekan dari alat pengeboran maupun dengan material yang dibor.

Tabel 1. Data Drill Pipe

Parameter	Spesifikasi
Size	3-1/2 inch
Weight	13.30 pound per foot (ppf)
Grade	G
Range	2
Conns	NC 38
No. Wall	9.35 milimeter (mm)
Spesification Test	DS-1

Tabel 2. Hasil Test NDT (Summary Report)

Serial Number	Body				Connection										Condition		Final Class	Tally Length (Feet)	REMARKS	
	Wall (mm)	HB		ID	OD		Tong Space		Shoulder Width	C'Bore		Bevel		Neck Length	Pin	Box				
		PIN	BOX		Pin	Box	Pin	Box		Dia	Depth	Pin	Box							
81	81GB824	11,8		OK	2-1/8"	5"	5"	10-1/4"	9-9/32"	1/4"	4-3/32"	21/32"	4-9/16"	4-19/32"	1/2"	ACC	ACC	PR	31,75	
82	82GB824	9,1		OK	2-1/2"	4-31/32"	5"	7-3/8"	6-1/4"	1/4"	4-1/16"	21/32"	4-9/16"	4-19/32"	3/8"	ACC	ACC	PR	31,15	
83	83GB824	9,5		OK	2-7/16"	4-31/32"	5"	9-5/16"	10-7/32"	1/4"	4-1/16"	11/16"	4-9/16"	4-19/32"	11/32"	ACC	ACC	JUNK	32,00	FATIGUE CRACK
84	84GB824	8,1		HB	2-9/16"	4-31/32"	4-31/32"	6-3/32"	11-7/32"	1/4"	4-1/16"	3/4"	4-9/16"	4-19/32"	9/32"	ACC	ACC	PR	31,43	
85	85GB824	9,6		OK	2-11/16"	4-3/4"	4-3/4"	6-9/16"	8-15/16"	1/4"	4-1/16"	11/16"	4-9/16"	4-19/32"	5/16"	ACC	ACC	PR	31,36	
86	86GB824	9,5		OK	2-1/8"	4-31/32"	5"	9-1/4"	8-7/8"	9/32"	4-1/16"	5/8"	4-9/16"	4-19/32"	3/8"	ACC	ACC	PR	31,69	
87	87GB824	9,1		OK	2-7/16"	4-15/16"	5"	5-5/8"	6-11/32"	1/4"	4-1/16"	21/32"	4-9/16"	4-19/32"	5/16"	ACC	ACC	PR	31,12	
88	88GB824	8,7		OK	2-1/2"	4-15/16"	4-31/32"	9-3/16"	8-5/8"	1/4"	4-1/16"	5/8"	4-9/16"	4-19/32"	7/16"	ACC	ACC	PR	31,70	
89	89GB824	8,7		OK	2-3/4"	4-27/32"	4-29/32"	5-1/4"	6-1/2"	1/4"	4-1/16"	21/32"	4-9/16"	4-19/32"	13/32"	ACC	ACC	PR	31,19	
90	90GB824	8,8		OK	2-1/2"	4-15/16"	5"	8-7/32"	8-31/32"	1/4"	4-1/16"	5/8"	4-9/16"	4-19/32"	11/32"	ACC	ACC	PR	31,70	
91	91GB824	11,6		OK	2-7/16"	4-15/16"	4-31/32"	10-3/32"	11-5/8"	1/4"	4-1/16"	11/16"	4-9/16"	4-19/32"	3/8"	ACC	ACC	PR	30,95	
92	92GB824	8,8		OK	2-7/16"	4-15/16"	5"	8-7/8"	7-29/32"	1/4"	4-1/16"	21/32"	4-9/16"	4-19/32"	3/8"	ACC	ACC	PR	31,70	
93	93GB824	9,2		HB	2-1/2"	4-15/16"	4-31/32"	8-13/32"	11-5/8"	1/4"	4-1/16"	11/16"	4-9/32"	4-19/32"	7/16"	ACC	ACC	PR	30,75	
94	94GB824	9,4		OK	2-7/16"	4-15/16"	5"	10-1/16"	7-25/32"	1/4"	4-1/16"	21/32"	4-9/32"	4-19/32"	7/16"	ACC	ACC	PR	31,72	
95	95GB824	9,5		OK	2-11/16"	4-3/4"	4-5/4"	7-3/8"	8"	1/4"	4-1/16"	11/16"	4-9/16"	4-19/32"	3/8"	ACC	ACC	PR	31,35	
96	96GB824	9,30		HB	2-1/2"	4-31/32"	5-1/16"	10-1/16"	12-9/16"	1/2"	4-1/16"	5/8"	4-9/16"	4-5/8"	5/16"	GT	SD	PR	31,14"	
97	97GB824	10,00		OK	2-7/16"	4-31/32"	5-1/16"	9-9/16"	8-7/16"	1/2"	4-1/16"	11/16"	4-9/16"	4-9/16"	5/16"	ACC	ACC	PR	32,18"	
98	98GB824	9,70		OK	2-1/2"	4-31/32"	5-3/32"	9-1/2"	8-1/2"	1/2"	4-1/16"	5/8"	4-9/16"	4-9/16"	5/16"	ACC	ACC	PR	31,75"	
99	99GB824	9,00		OK	2-7/16"	4-31/32"	5-1/16"	9-7/16"	6-9/16"	1/2"	4-1/16"	5/8"	4-9/16"	4-5/8"	5/16"	ACC	ACC	PR	31,53"	
100	100GB824	9,50		OK	2-1/2"	4-31/32"	5-3/32"	8-13/16"	7-3/8"	1/2"	4-1/16"	5/8"	4-9/16"	4-9/16"	5/16"	ACC	ACC	PR	31,52"	

Pada pipa bor dengan SN 83GB824 kondisi pipa mengalami *junk* sehingga menunjukkan pipa tidak dapat digunakan lagi karena kerusakan yang signifikan atau terdapat retakan pada pipa tersebut. Retakan yang terdapat pada badan pipa bisa disebabkan karena pipa bor sudah mencapai batas waktu untuk beroperasi, terjadi benturan atau gesekan saat operasi pengeboran dan cacat pada pengelasan, sehingga menyebar ke material dasar pada pipa [12]. Pipa bor yang terdapat *junk* diberi tanda dengan warna merah, seperti tampak pada Gambar 7.



Gambar 6. Hardbanding



Gambar 7. Junk

Pipa SN 96GB824 kondisi *pin* yaitu *Galled Thread* (GT) dan pada *box* terdapat *Shoulder Damaged* (SD). *Galled Thread* (GT) adalah kerusakan atau deformasi pada ulir bagian *pin* dari pipa bor yang terjadi karena gesekan langsung yang berlebih antara permukaan ulir tanpa pelumasan yang cukup, seperti tampak pada Gambar 8. Pipa bor yang terdapat *Galled Thread* (GT) menyebabkan material pada ulir bergesekan dan menempel satu sama lain, sehingga dapat menyebabkan kesulitan saat menyambungkan atau melepas pipa bor dan dapat mengurangi kekuatan sambungan antar pipa bor.

Shoulder Damaged (SD) adalah kerusakan pada bahu sambungan antara *pin* atau *box* pada pipa bor. Hal itu bisa disebabkan karena beban mekanis yang berlebih saat operasi pengeboran atau pipa bor aus karena digunakan berulang kali. Pipa bor yang terdapat GT dan SD diberi tanda dengan warna kuning dan perlu dilakukan perbaikan.



Gambar 8. *Shoulder Damaged*

4. SIMPULAN

Pipa bor yang telah dilakukan NDT dengan menggunakan metode *visual test* dan *magnetic particle test*, terdapat 3 *joints drill pipe* yang harus dilakukan *hardbanding* yaitu pipa bor dengan SN 84GB824, SN 93GB824 dan SN 96GB824. *Hardbanding* dilakukan karena bagian *box* pada pipa bor telah aus akibat bergesekan dengan peralatan pengeboran.

Pipa bor yang terdapat *hardbanding* bisa dilakukan perbaikan dengan pengelasan ulang pada bagian *box* dan jika masih bisa dipakai tidak perlu dilakukan pengelasan tergantung dengan kontrak yang telah disetujui antara kedua pihak yang melakukan kontrak. Pipa bor dengan SN 96GB824 terdapat *galled thread* (GT) pada *pin* dan *shoulder damaged* (SD) pada *box* harus dilakukan. Perbaikan yang dilakukan pada *drill pipe* yang terdapat *galled thread* dan *shoulder damaged* bisa dengan *grinding* atau *recut* pada *box thread*. Pipa bor dengan SN 83GB824 yang terdapat *junk* tidak bisa terpakai lagi dan harus diganti dengan pipa bor baru agar proses pengeboran dapat berjalan dengan lancar.

Dari 20 *joints* pipa bor yang dilakukan *Non Destructive Test* (NDT), 16 *joints* pipa bor layak untuk digunakan untuk operasi pengeboran, 3 *joints* pipa bor dengan SN 84GB824, SN 93GB824 dan SN 96GB824 perlu dilakukan *repair* dan 1 *joints* pipa bor dengan SN 83GB824 mengalami *junk* sehingga tidak bisa digunakan lagi dalam operasi pengeboran. *Hardbanding* dan *galled thread* dapat diidentifikasi dari *visual test* sedangkan *shoulder damaged* dan *junk* dapat terdeteksi dari *magnetic particle test*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lockard, Colin D. "Anomaly detection in radiographic images of composite materials via crosshatch regression." Master's thesis, Mills College, 2015.
- [2] Newswire, P. "Global Non-Destructive Testing (NDT) Equipment Market-By Technology (Ultrasonic, Eddy Current, Electromagnetic, Radiography, Thermography)." Verticals (Manufacturing, Petrochemical, Aerospace, Automotive, Power Generation) & Geography (2013-2018), PR Newswire (2013).
- [3] Susilo, Joko. "Identifikasi Spesifikasi Drill Pipe Pada Diklat Operator Pemboran Dengan Mengoptimalkan Sarana Praktek Di Pusdiklat Migas." Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas 4, no. 2 (2014).
- [4] Zou, Hua, and Zengzhi Tan. "Fatigue life analysis of rotary drill pipe." International Journal of Pressure Vessels and Piping 201 (2023): 104874.
- [5] Yu, Zhiming, Dezhi Zeng, Shurui Hu, Xiaomin Zhou, Wei Lu, Jiang Luo, Yunting Fan, and Keyu Meng. "The failure patterns and analysis process of drill pipes in oil and gas well: A case study of fracture S135 drill pipe." Engineering Failure Analysis 138 (2022): 106171.
- [6] Krimat, Hamid, and Shibu John. "Drilling String Inspection-The Dilemma Between: 1) Oil Operating Companies, 2) Drilling Contractors And 3) Tubular Inspection Companies."
- [7] Naryono, Naryono, and Indra Suharyadi. "Analisis Pengelasan Dingin dengan Menggunakan Metode High Frequency Electrical Resistance Welding pada Proses Pembuatan Pipa Baja Stkm 13b." SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin 1, no. 2 (2007).
- [8] Wu, Q., Dong, K., Qin, X., Hu, Z., & Xiong, X. (2023). Magnetic particle inspection: Status, advances, and challenges-demands for automatic non-destructive testing. NDT & E International, 103030.
- [9] Rifai, Damhuji, Ahmed N. Abdalla, Ramdan Razali, Kharudin Ali, and Moneer A. Faraj. "An eddy current testing platform system for pipe defect inspection based on an optimized eddy current technique probe design." *Sensors* 17, no. 3 (2017): 579.
- [10] ANSI/API Specification 5DP. First Edition. 2009 ISO 11961:2008.
- [11] Mundal, Sylvia I. Bjørnvik. "Utvikling av Lean service ved Benor as." Master's thesis, Høgskolen i Molde-Vitenskapelig høgskole i logistikk, 2015.
- [12] Zou, Hua, and Zengzhi Tan. "Fatigue life analysis of rotary drill pipe." International Journal of Pressure Vessels and Piping 201 (2023): 104874.