



Analisis Penyebab Keretakan Pada Drill Pipe 5 Inch Di Wilayah Kerja Rig Rasis

Tohap Prianto Gultom¹, Sadat N S Sidabutar², Patunru Ponky³, Lia Pongsapan⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Balikpapan

E-mail: ¹tohapprianto@gmail.com; ²sadat.sidabutar@uniba-bpn.ac.id; ³ponkypatunru@uniba-bpn.ac.id;
⁴lia.pongsapan@uniba-bpn.ac.id

Abstract

Oil and gas drilling operations require highly durable equipment, one of which is the drill pipe. Drill pipes serve as a connection between the surface and the drill bit at the bottom of the well, and also function as a circulation channel for drilling fluids. During operational processes, drill pipes are prone to damage such as cracking due to repeated loads, material fatigue, and extreme environmental conditions. This study aims to analyze the causes, impacts, and control of cracking in 5-inch drill pipes at the Rig Rasis worksite. The method used in this study is Non-Destructive Testing (NDT) using the Magnetic Particle Inspection (MPI) technique on three drill pipe samples. The test results showed that the three 5-inch drill pipe samples, which had been used for 2000 hours, were found to have cracks. These cracks were located at the tool joint section of the pipe. The type of crack found was longitudinal cracking, which is typically an indication of material fatigue (fatigue failure) and stress due to repeated loads (cyclic loading). The analysis revealed that the factors causing the cracking include material quality, excessive operational loads, environmental corrosion, and lack of regular inspections. The impact of drill pipe cracking is significant, including increased non-productive time (NPT), costs of repair or replacement, and safety risks. Crack control requires routine inspections, pipe rotation, monitoring of operating parameters, and workforce training. Proper control can extend the service life of drill pipe and maintain operational efficiency.

Keywords: Drill Pipe, Cracks, MPI, NDT, Drilling, Control

Abstrak

Kegiatan pengeboran minyak dan gas bumi memerlukan peralatan yang memiliki ketahanan tinggi, salah satunya adalah drill pipe. Drill pipe berfungsi sebagai penghubung antara permukaan dengan mata bor di dasar sumur serta sebagai saluran sirkulasi fluida. Selama proses operasional, drill pipe rentan mengalami kerusakan seperti keretakan akibat beban berulang, kelelahan material, serta kondisi lingkungan yang ekstrem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab, dampak, dan pengendalian keretakan pada drill pipe 5 inch di wilayah kerja Rig Rasis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah inspeksi Non-Destructive Test (NDT) dengan teknik Magnetic Particle Inspection (MPI) terhadap tiga sampel drill pipe. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tiga sampel drill pipe 5 inch yang telah digunakan selama 2000 jam, ditemukan sampel mengalami keretakan. Retakan tersebut ditemukan pada bagian tool joint pipa. Jenis keretakan yang ditemukan meliputi longitudinal crack yang masing-masing merupakan indikasi dari kelelahan material (fatigue failure) dan tegangan akibat beban berulang (cyclic loading). Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor penyebab keretakan meliputi kualitas material, beban operasional berlebih, korosi lingkungan, serta minimnya inspeksi berkala. Dampak dari keretakan drill pipe sangat signifikan, meliputi meningkatnya waktu tidak produktif (non-productive time/NPT), biaya perbaikan atau penggantian pipa, serta risiko keselamatan kerja. Pengendalian keretakan perlu dilakukan melalui inspeksi rutin, rotasi penggunaan pipa, pengawasan parameter operasi, serta pelatihan tenaga kerja. Pengendalian yang tepat, dapat memperpanjang umur pakai drill pipe serta efisiensi operasional tetap terjaga.

Kata kunci: Drill Pipe, Keretakan, MPI, NDT, Pengeboran, Pengendalian

1. Pendahuluan

Minyak dan gas bumi adalah sumber daya alam (SDA) yang sangat dibutuhkan hingga pada saat ini. Pemanfaatan minyak dan gas saat ini memiliki hubungan yang linear dengan perkembangan dunia pengeboran minyak dan gas baik di laut maupun di darat. Kemajuan ilmu teknologi yang semakin pesat dan canggih berdampak pada metode dan peralatan yang digunakan pada saat proses pemanfaatan migas yang disebut dengan istilah drilling. Proses drilling atau pengeboran memiliki resiko yang tinggi maka kualitas peralatan dan perlengkapan yang digunakan harus memenuhi standar yang sudah didesain sedemikian rupa karena peralatan yang digunakan dalam operasi pengeboran minyak atau gas bumi sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proses pengeboran. Salah satu peralatan yang sangat penting digunakan adalah drill pipe atau pipa bor yang terbuat dari pipa baja. [2]. Pada pengujian drill pipe yang digunakan adalah metode Magnetic Particle Inspection (MPI) [3]. Sebelum drill pipe digunakan untuk melakukan operasi pengeboran, drill pipe harus dilakukan uji kelayakan dengan menggunakan metode Non Destructive Test (NDT). Pengujian ini dilakukan untuk memastikan operasi pemboran mencapai target serta meminimalkan resiko selama proses. Kerusakan yang sering ditemui adalah fatigue fracture (retak akibat kelelahan), dan selain itu dipicu oleh beban dan tekanan yang berulang-ulang selama operasi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa faktor dan dampak penyebab keretakan pada drill pipe 5 inch, serta cara pengendalian keretakan pada drill pipe 5 inch.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drilling atau Pemboran

Pemboran sumur merupakan suatu usaha yang dilakukan untuk mencari sumber energi untuk memenuhi suatu kebutuhan energi, contohnya pemboran energi minyak dan gas bumi [7]. Pemboran menghasilkan lubang yang kemudian akan dilapisi dengan casing dan semen, lubang yang dihasilkan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

- a. Pemboran Tegak/Vertikal
- b. Pemboran Lurus/Horizontal

Beberapa metode pengeboran yang digunakan selama ini antara lain [9] :

1. Cable toll drilling (Bor tumbuk)

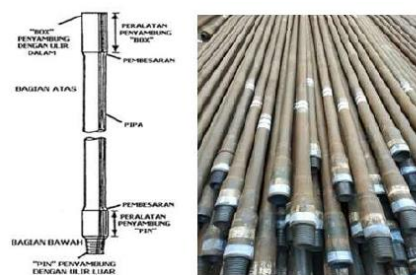
Cable toll drilling merupakan metode membuat lubang dengan menumbuk numbukkan mata bor pada lapisan tanah menggunakan mata bor berbentuk lonjongan pipa casing dan diikat pada cable yang ujungnya dibuat bergigi kuat yang dapat merusak tanah.

2. Rotary Drilling (Bor Putar)

Rotary drilling dilakukan untuk membuat lubang sumur dengan memutar rangkaian bor sampai di mata bor.

2.2. Drill Pipe

Drill Pipe atau pipa bor adalah pipa baja yang dibuat khusus untuk mengebor, yang mana merupakan sambungan pipa terpanjang dalam susunan drill stem (rangkainan pemboran) yang terletak diantara kelly dan drill collar (Gambar1).



Gambar 1 Drill Pipe

Drill pipe terbagi menjadi dua bagian besar, yaitu [9] : Body pipa, Tool Joint.



Gambar 2 Tool Joint

2.3. Non Destructive Test (NDT)

Metode NDT (Non Destructive Test) adalah metode untuk melakukan evaluasi sifat material, struktur atau komponen tanpa merusak material untuk mengetahui adanya cacat atau kerusakan pada material yang diuji [3]. Metode NDT dilakukan dengan beberapa metode, yaitu :

- a. Visual Test. Proses ini dengan cek visual dan sentuhan secara langsung menggunakan alat thread profile gauges, inside caliper, dan outside caliper.
- b. MPT (Magnetic Particle Test), MPT merupakan pengujian non-destruktif yang

digunakan untuk mendeteksi cacat pada permukaan pada material feromagnetik untuk mengindikasikan kebocoran fluks magnetik yang terjadi karena ketidakselarasan pada permukaan. Pipa bor yang terdapat keretakan 12 dapat diketahui dengan melakukan MPT. Proses yang dilakukan sebelum melakukan MPT adalah pipa bor akan dilapisi dengan White Contrast Paint (WCP) lalu disemprotkan dengan Magnetic Particle Inspection (MPI) yang berisi cairan partikel serbuk untuk mengetahui apakah ada keretakan pada pipa bor (drill pipe).

- c. Radiography Test, deteksi keretakan dengan sinar X atau sinar gamma yang dapat menembus logam padat sehingga menghasilkan bayangan yang berbeda pada film hasil radiography test.
- d. Ultrasonic Flow Detector, merupakan metode tertua yang sudah umum digunakan dengan prinsip kerja memanfaatkan rambatan gelombang ultrasonic yang dikeluarkan oleh transduser pada beban kerja dan kemudian gelombang baiknya akan ditangkap oleh penerima.
- e. Vacum Test, test ini menganut prinsip untuk mendeteksi keretakan dengan cara membuat udara disekitar pipa yang akan diuji menjadi hampa udara dengan menggunakan media semacam tabung dari bahan yang tembus pandang

2.4 Magnetic Particle Inspection (MPI)

Magnetic Particle Inspection (MPI) adalah metode NDT yang dipakai untuk deteksi retak (crack) dan diskontinuitas lain yang berada dipermukaan material feromagnetik [4]. Pengujian keretakan menggunakan metode MPI dapat mendeteksi dua jenis cacat/keretakan pada pipa, yaitu [4]:

- a. Cacat/keretakan di permukaan pipa
- b. Cacat/keretakan di dekat permukaan pipa

2.5 Keretakan (Cracking) Drill Pipe

Keretakan pada pipa dapat dianalisa menggunakan mekanika kepecahan untuk mengetahui bagaimana perambatan keretakan jika tetap digunakan untuk proses produksi minyak dan gas. Mekanika kepecahan ini bertujuan untuk mengetahui umur stress pipa dan Panjang retak yang dapat ditoleransi sebelum terjadi kegagalan struktur [13]. Mekanika kepecahan dibagi dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Retak Awal (Initiation Crack), berdasarkan code DNV-RP-C203, jika data retak awal tidak tersedia dalam hasil inspeksi, atau tidak diketahui sama sekali, maka retak awal dapat diasumsikan sebesar 0,5mm.
2. Perambatan Retak (Crack Propagation), keretakan setelah retak awal terjadi akibat pembebanan berulang yang bekerja pada struktur pipa. Perambatan retak ini ditentukan oleh dua parameter kepecahan, yaitu ΔK dan K_{max} [11].
3. Final Fracture, tahap ini adalah tahap akhir dimana struktur pipa mengalami kerusakan yang mengakibatkan kegagalan yang terjadi karena perambatan keretakan akibat korosi terjadi sangat cepat. Retak yang terjadi pada tahap ini berupa brittle fracture (cleavage), ductile fracture (rupture) maupun kombinasi keduanya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Central Warehouse PT. Apexindo Pratama Duta Tbk, yang berlokasi di Jl. M. Toha RT.01 / RW.01, Kelurahan Muara Jawa Ulu, Kec. Muara Jawa, Handil, Kalimantan Timur. Sedangkan untuk penelitian terhitung dari bulan Juli 2025-September 2025. Objek penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah drill pipe 5 inch.



Gambar 3. Drill Pipe 5 Inch



Gambar 4. Objek Penelitian

Variabel penelitian pada penelitian ini terdiri dari Variabel Bebas: drill pipe 5 inch dengan jumlah 3 joint, Variabel Terikat: faktor penyebab keretakan pada drill pipe 5 inch, Variabel Kontrol: masa pakai pipa 2000 jam dan metode Non Destructive Test (NDT)

Magnetic Particle Inspection (MPI). Dalam proses penelitian ini, menggunakan beberapa bahan dan alat penelitian, sebagai berikut :

Alat :

- a. AC Yoke
- b. White Contrast Paint
- c. Magnetic Particle Inspection
- d. Angle grinder
- e. Kabel listrik roll
- f. Majun / kain lap
- g. OD/ID Caliper
- h. Stensil, Pylox
- i. Solar / Air Sabun

Bahan

- a. Drill pipe 5 inch
- b. Manual book data sheet

3.1 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur yang harus dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Melakukan observasi dan studi literatur untuk identifikasi masalah dan pembuatan proposal penelitian.
2. Mempersiapkan semua bahan dan alat dan memastikan alat dapat digunakan dan berfungsi dengan baik.
3. Membersihkan drill pipe dari kotoran , lumpur, dan sisa pengeboran pada spesimen yang akan dilakukan penelitian
4. Melakukan percobaan pada sampel yang telah disiapkan untuk pengecekan keretakan dengan metode Magnetic Particle Inspection (MPI).
5. Melakukan pengambilan data secara berkala setiap sampel yang telah mengalami proses Magnetic Particle Inspection (MPI).
6. Melakukan identifikasi penyebab terjadinya keretakan pada drill pipe.
7. Melakukan wawancara terhadap inspector
8. Membuat kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan .
9. Selesai

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan terhadap tiga batang drill pipe diameter 5 inch yang telah digunakan terus menerus selama 2000 jam pada wilayah kerja Rig Raisis.

Pemeriksaan dilakukan dengan metode Non Destructive Test (NDT) menggunakan teknik Magnetic Particle Inspection (MPI) untuk mendeteksi adanya keretakan. Setiap drill pipe diuji pada bagian tool joint, body pipa, dan ujung sambungan (box/pin). Tujuan dari

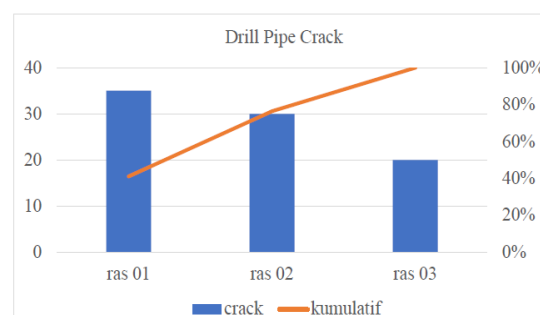
pengujian ini adalah untuk mengetahui kondisi aktual pipa, mengetahui faktor penyebab keretakan pipa dan menentukan kelayakannya berdasarkan hasil inspeksi.

Tabel 1 Spesifikasi Drill Pipe yang Diuji

Parameter	nilai	satuan	Keterangan
Diameter luar (OD)	5	Inch	-
Panjang	32	Ft	+/- 9.75
Jumlah Sampel	3	Batang	RAS-01 s.d RAS-03
Metode Inpeksi	MPI	-	Magnetig Particle
Masa pakai	2000	Jam	Penggunaan dilapanganp

Tabel 2 Hasil Inspeksi Drill Pipe Dengan Metode MPI

No	Kode Pipa	Pan jan g (ft)	Loka si Reta kan	Tipe Reta kan	Panjang Retakan (mm)	Statu s Pipa
1	RA S-01	32	Tool Joint -Box End	Long itudi nal	35	Repa ir
2	RA S-02	32	Tool Joint -Box End	Long itudi nal	30	Repa ir
3	RA S-03	32	Tool Joint -Box End	Long itudi nal	25	Repa ir



Gambar 5. Diagram Pareto Keretakan Drill Pipe

Pada diagram pareto diatas (gambar 5), dapat dilihat bahwa drill pipe Ras-01 mengalami keretakan dengan Panjang 35 mm dengan kumulatif (41%), pada Ras-02 mengalami keretakan dengan panjang 30 mm dengan kumulatif (35.29%), dan pada Ras-03 mengalami keretakan dengan panjang 20mm

dengan kumulatif (23.53%). Dari hasil pengujian terhadap 3 batang drill pipe, ditemukan bahwa seluruh drill pipe mengalami keretakan. 1 batang mengalami keretakan yang panjang dan adanya pitting akibat korosi, 2 batang lainnya mengalami retakan tidak adanya pitting. Keretakan ditemukan pada bagian tool joint. Tipe keretakan yang teridentifikasi adalah longitudinal. Dengan demikian, persentase kerusakan mencapai 100 % dari total sampel.

4.1 Hasil Analisis Metode Magnetic Particle Inspection (MPI)

Berdasarkan pengujian Magnetic Particle Inspection (MPI), ditemukan beberapa indikasi keretakan pada permukaan drill pipe. Hasil visual dari pengujian, retakan ditandai dengan lingkaran merah (tabel 3). Retakan ini terdeteksi pada area tool joint yang berpotensi mengalami beban siklik selama proses pengeboran.

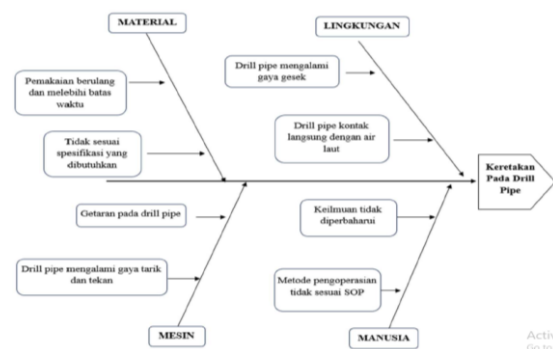
Tabel 3 Hasil Analisis Metode MPI

No	S/N DP	Hasil MPI	Keterangan	Tindakan
1	RA S-01		Hasil Analisis dengan metode MPI pada drill pipe RAS-01, terdapat crack 35mm dan pitting pada joint	Drill pipe akan dikirim ke third party untuk dilakukan perbaikan (repair)
2	RA S-02		Hasil Analisis dengan metode MPI pada drill pipe RAS-02, terdapat crack 30mm dan pada joint	Drill pipe akan dikirim ke third party untuk dilakukan perbaikan (repair)
3	RA S-03		Hasil Analisis dengan metode	Drill pipe akan dikirim ke third



MPI pada drill pipe RAS-03, terdapat crack 20mm dan pada joint

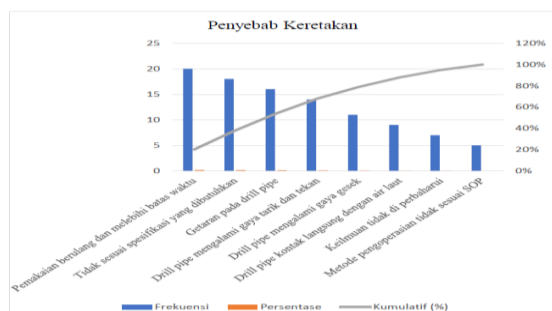
Untuk mengidentifikasi akar penyebab dari terjadinya keretakan pada drill pipe 5 inch di wilayah kerja Rig Raisis, digunakan pendekatan analisis menggunakan diagram fishbone atau diagram sebab-akibat (Ishikawa). Metode ini bertujuan untuk mengelompokkan berbagai faktor penyebab yang berkontribusi terhadap timbulnya permasalahan keretakan, ke dalam beberapa kategori utama yang sistematis. Diagram fishbone menyajikan visualisasi hubungan antara permasalahan utama (keretakan drill pipe) dengan penyebab-penyebab potensial yang terbagi menjadi empat kategori, yaitu: Material, Lingkungan, Mesin, dan Manusia. Dengan pendekatan ini, analisis menjadi lebih terstruktur dan memudahkan dalam merumuskan langkah-langkah pengendalian yang tepat untuk mencegah terjadinya kerusakan serupa di masa mendatang.



Gambar 6. Diagram Fishbone

Tabel 4 Hasil Faktor Penyebab

No	Faktor	Frekuensi	Persentase	Kumulatif (%)
1	Penakaian berulang dan melebihi batas waktu	20	20%	20%
2	Tidak sesuai spesifikasi yang dibutuhkan	18	18%	38%
3	Getaran pada drill pipe	16	16%	54%
4	Drill pipe mengalami gaya tarik dan tekan	14	14%	68%
5	Drill pipe mengalami gaya gesek	11	11%	79%
6	Drill pipe kontak langsung dengan air laut	9	9%	88%
7	Keilmuan tidak di perbaharui	7	7%	95%
8	Metode pengoperasian tidak sesuai SOP	5	5%	100%
	Total	100		



Gambar 7 Diagram Pareto Penyebab Kerusakan

4.2 Dampak Keretakan Pada Drill Pipe 5 Inch.

Keretakan pada drill pipe 5 inch memberikan dampak yang signifikan terhadap operasional dan finansial Perusahaan, dampak keretakan sebagai berikut:

1. Terhambatnya proses pengeboran, yang dapat menyebabkan waktu tidak produktif (non-productive time/NPT) meningkat. Hal ini berdampak langsung pada penurunan efisiensi kerja serta keterlambatan proyek yang pada akhirnya menyebabkan meningkatnya biaya operasional.
2. Stuck pipe, karena mengalami keretakan dan patah di dalam lubang bor, yang membutuhkan proses fishing atau pengeboran ulang (sidetrack). Proses ini tidak hanya memerlukan waktu tambahan, tetapi juga menambah biaya peralatan, tenaga kerja, dan logistik.
3. Dari sisi keselamatan, drill pipe yang retak juga dapat menimbulkan potensi bahaya terhadap personel kerja di rig akibat kemungkinan terjadinya ledakan atau tekanan balik yang tidak terkendali.

4.3 Pengendalian Keretakan Pada Drill Pipe 5 Inch

Keretakan pada drill pipe merupakan permasalahan serius dalam kegiatan pengeboran karena dapat mengganggu kelancaran operasi, meningkatkan biaya, dan menimbulkan risiko keselamatan. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengendalian yang tepat agar potensi kerusakan dapat diminimalkan.

1. Inspeksi Rutin Menggunakan NDT, Pengendalian yang paling efektif dilakukan melalui inspeksi berkala menggunakan metode Non-Destructive Test (NDT), khususnya Magnetic Particle Inspection (MPI). Teknik ini mampu

mendeteksi keretakan permukaan dan bawah permukaan pada material ferromagnetik tanpa merusak pipa. Dengan deteksi dini, drill pipe yang mengalami keretakan dapat segera ditindaklanjuti, baik dengan perbaikan maupun penggantian

2. Klasifikasi dan Dokumentasi Kondisi Pipa, Setiap drill pipe yang telah diuji sebaiknya diklasifikasikan berdasarkan tingkat kerusakan atau kelayakan (misalnya: Premium Class, Class 1, Class 2, Scrap). Penandaan dan dokumentasi hasil inspeksi akan membantu dalam pengambilan keputusan operasional serta mencegah penggunaan drill pipe yang sudah melebihi umur pakai atau mengalami kelelahan material.
3. Pembatasan Beban Operasional, Pengendalian dilakukan dengan memastikan beban kerja tidak melebihi batas yield strength dari material drill pipe. Pengawasan terhadap parameter seperti torsi, tekanan, dan gaya tarik sangat penting untuk mencegah stres berlebih yang menyebabkan retakan.
4. Penggunaan Rotasi Drill Pipe Melakukan rotasi penggunaan drill pipe secara berkala sangat penting untuk menghindari penggunaan berulang pada satu bagian pipa yang sama. Hal ini bertujuan agar distribusi beban dan kelelahan material lebih merata.
5. Perlindungan terhadap Lingkungan Korosif, Pengendalian lingkungan juga berperan penting. Penggunaan pelindung luar seperti coating atau inhibitor kimia dapat membantu mengurangi efek korosi, terutama jika pengeboran dilakukan di wilayah dengan kandungan H_2S atau CO_2 tinggi.
6. Pelatihan Operator dan Pemeliharaan Peralatan Keterampilan operator sangat mempengaruhi umur pipa. Oleh karena itu, pelatihan rutin terkait SOP penanganan drill pipe dan penggunaan alat inspeksi sangat dianjurkan. Selain itu, pemeliharaan alat bantu pengeboran seperti top drive, rotary table, dan pompa lumpur harus dilakukan secara berkala untuk menghindari beban kejutan yang tidak diinginkan.

4.4 Analisis Hasil Inspeksi

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan metode Magnetic Particle Inspection (MPI), dari tiga sampel drill pipe 5 inch yang telah digunakan selama 2000 jam, ditemukan sampel mengalami keretakan pada Ras-01 dengan panjang 35 mm dengan kumulatif (41%), pada Ras-02 mengalami keretakan dengan panjang 30 mm dengan kumulatif (35.29%), dan pada Ras-03 mengalami keretakan dengan panjang 20mm dengan kumulatif (23.53%). Retakan tersebut ditemukan pada bagian tool joint pipa. Jenis keretakan yang ditemukan meliputi longitudinal crack yang masing-masing merupakan indikasi dari kelelahan material (fatigue failure) dan tegangan akibat beban berulang (cyclic loading). Seluruh pipa yang telah diuji akan di kirim ke third party untuk dilakukan perbaikan (repair). Hal ini menunjukkan bahwa keretakan pada drill pipe merupakan persoalan nyata yang dapat mempengaruhi keselamatan dan efisiensi operasional pengeboran.

4.5 Korelasi Antara Keretakan dan Faktor Operasional.

Keretakan drill pipe umumnya disebabkan oleh kombinasi dari beberapa faktor, antara lai:

- a. Beban tarik dan torsi berlebih, yang dapat melampaui kekuatan luluh (yield strength) dari pipa.
- b. Kondisi lingkungan yang korosif, terutama jika lumpur pengeboran mengandung senyawa H_2S , CO_2 , atau klorida.
- c. Pola penggunaan pipa yang tidak merata, yang menyebabkan kelelahan pada area tertentu akibat pemakaian terus menerus tanpa rotasi.

Faktor-faktor tersebut telah divisualisasikan dalam analisis diagram fishbone (Ishikawa) yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab keretakan. Diagram ini menunjukkan bahwa keretakan tidak hanya disebabkan oleh material, tetapi juga oleh metode operasional, kesalahan manusia, mesin, lingkungan, dan pengawasan inspeksi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap *drill pipe* 5 inch di wilayah kerja Rig Rasis, dapat disimpulkan bahwa:

1. Keretakan pada drill pipe disebabkan oleh faktor material (pemakaian berulang dan melewati batas umur pakai), mesin (getaran serta gaya tariktekan), lingkungan

(gesekan dan kontak dengan air laut), serta manusia (keilmuan operator tidak diperbaharui dan pengoperasian tidak sesuai SOP). Oleh karena itu, diperlukan pengendalian material, perawatan mesin, perlindungan terhadap lingkungan korosif, serta disiplin kerja sesuai SOP untuk meminimalkan risiko keretakan.

2. Seluruh sampel mengalami keretakan pada bagian tool joint. Jenis keretakan yang ditemukan adalah longitudinal crack, yang mengindikasikan adanya kelelahan material akibat beban siklik dan lingkungan operasional yang korosif.

REFERENSI

- [1] “Wikipedia. (2023, Juni 226). Wikipedia. Retrieved from Wikipedia.org : https://id.wikipedia.org/wiki/Rig_pengeboran”.
- [2] “Anggoro Tri Prakoso¹, S. O. (2018). Analisa Kegagalan Pada Drill Pipe Di Rig Pdsi D1500/53. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 1, No. 1, hal. 18 – 22, Juni 2018, p-ISSN: 2621-3354, 1, 18-22.”.
- [3] “Aryasuta Aji Laskar Mukti, P. H. (2024). Analisa Hasil Pengujian Non Destructive Test (NDT) Drill Pipe API 5 DP 3- 1/2", 13, 3 G-2. SNTEM Vol 4”.
- [4] A. Alexandri and T. Sugandika, “Magnetic Particle Inspection (MPI) Sebagai Salah Satu Metode Inspeksi Menara Pengeboran,” Forum Teknol., vol. Vol. 07 No. 1, pp. 76–91.
- [5] M. A. Fikri, A. D. Wilujeng, and M. F. E. P. Putra, “Design of Permanent Magnetic Yoke for Subsurface Defect Detection with Magnetic Particle Inspection Methode,” SCITEPRESS – Sci. Technol. Publ. Lda CC License CC-NC-ND 40, pp. 806–813, 2023, doi: 10.5220/0010954000003260.
- [6] A. Arista and R. Prasetyo, “Identifikasi Faktor Penyebab Keretakan Pada Platform Module (H-Beam) Menggunakan Metode Ndt (Non Destructive Test) Di Pt Multi Gunung Mas Batam,” J. Rekayasa Sist. Ind. JRSI, vol. 4, pp. 40–49, Nov. 2018.
- [7] “Sefilra Andalucia, A. P. (2016). Perhitungan Trajectory pada Directional Drilling Sumur Geothermal AL2 di PT. Pertamina Drilling Service Indonesia. Jurnal Teknik Patra Akademi.”.

- [8] “Joko Susilo. (2016). Indentifikasi Spesifikasi Drill Pipe pada Diklat Operator Pemboran dengan Mengoptimalkan Sarana Praktek di Pusdiklat Migas. Forum Teknologi.”.
- [9] Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Repulbik Indonesia. (2013). Dasar-Dasar Teknik Pengeboran. Jakarta: KEMENDIKBUD.
- [10] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. (2016). Teknik Pemboran Minyak dan Gas. Jakarta: KEMENDIKBUD.
- [11] S. Stoychev and D. Kujawski, “Crack-Tip Stresses And Their Effect On Stress Intensity Factor For Crack Propagation,” Eng. Fract. Mech., 2008.
- [12] J. R. Davis, Corossion Understanding The Basic. Ohio: ASM International. United States: ASM International, 2000. [Online]. Available: <https://surl.li/mslzrw>
- [13] S. J. Maddox, Fatigue Strength of Welded Structures. England: Abington Publishing, 1999. [Online]. Available: <https://surl.lu/echhym>