

ANALISIS KERJA KATUP API 6A DAN PENGEMBANGAN METODE PERBAIKAN DI BENGKEL CV. PUTRA TEHNIK SEJAHTERA

Yulianus Beatriksan^{*1}, Dolok Purba², Cahyo Wibowo³

^{1,2,3}Universitas Mpu Tantular Jakarta Jln. Jl. Cipinang Besar No.2, RT.1/RW.1, Cipinang Besar
Sel, Jatinegara, Kota Jakarta Timur, 13410

e-mail: *palmabeatriksan133@gmail.com, dolokpurba06@gmail.com, cwibow007@gmail.com, ³

Abstrak

Penelitian ini membahas strategi perawatan dan perbaikan katup API 6A yang digunakan dalam bengkel perbaikan katup. Studi kasus dilakukan pada sebuah bengkel yang secara rutin melakukan perawatan dan perbaikan katup API 6A. Metode penelitian mencakup inspeksi visual dan pengujian fungsional untuk mengidentifikasi masalah dan membuat rekomendasi perawatan dan perbaikan guna menjaga kinerja dan keamanan katup.

Hasil inspeksi visual dan pengujian fungsional katup dari berbagai sumber, termasuk industri minyak dan gas, diolah dan dianalisis. Berdasarkan temuan, disusunlah rekomendasi perawatan dan perbaikan yang sesuai dengan kondisi masing-masing katup. Rekomendasi ini mencakup tindakan perbaikan yang efisien dan memperhatikan aspek kinerja serta keamanan katup. Dengan menerapkan strategi perawatan dan perbaikan yang tepat, diharapkan masa pakai katup dapat ditingkatkan, risiko kegagalan dapat diminimalkan, dan waktu henti peralatan dapat dikurangi, sehingga efisiensi produksi dapat terjaga.

Kata kunci— Strategi perawatan, perbaikan, katup API 6A.

Abstract

This study discusses maintenance and repair strategies for API 6A valves used in valve repair shops. The case study was carried out in a workshop that routinely performs maintenance and repair of API 6A valves. Research methods include visual inspection and functional testing to identify problems and make maintenance and repair recommendations to maintain valve performance and safety.

The results of visual inspection and functional testing of valves from various sources, including the oil and gas industry, are processed and analyzed. Based on the findings, recommendations for maintenance and repair are prepared according to the conditions of each valve. These recommendations cover efficient corrective actions and pay attention to aspects of valve performance and safety. By implementing the right maintenance and repair strategy, it is expected that valve life can be increased, the risk of failure can be minimized, and equipment downtime can be reduced, so that production efficiency can be maintained.

Keywords— API 6A valve maintenance, repair, valve strategy.

PENDAHULUAN

Katup API 6A - Plug Valve adalah jenis katup penghenti aliran (valve) yang mempunyai bagian dalamnya berupa plug (penutup) yang dapat diputar untuk membuka atau menutup aliran fluida (cairan atau gas) pada sistem perpipaan. Plug valve biasanya digunakan pada sistem

perpipaan yang mengalirkan fluida dengan tekanan tinggi dan suhu yang tinggi, seperti pada industri minyak dan gas bumi.

API 6A adalah standar teknis dari *American Petroleum Institute (API)* yang mengatur spesifikasi dan pengujian untuk katup dan peralatan lainnya yang digunakan dalam industri minyak dan gas bumi. Katup Plug *API 6A* dirancang dan diuji untuk memenuhi persyaratan ketat *API 6A* untuk kinerja dan keamanan dalam lingkungan yang keras dan sulit.

Dalam industri minyak dan gas bumi, katup Plug *API 6A* menjadi salah satu bagian penting dari sistem perpipaan untuk menjaga kelancaran operasional dan keamanan fasilitas. Fungsi utama dari katup Plug *API 6A* adalah mengontrol aliran fluida, baik itu cairan atau gas, pada sistem perpipaan. Katup Plug *API 6A* dapat membuka atau menutup aliran fluida dengan cara memutar bagian dalamnya yang berupa plug, menjaga tekanan fluida pada sistem perpipaan. Dengan memutar plug, operator dapat mengatur jumlah fluida yang mengalir dan tekanannya, dalam sistem perpipaan untuk menjaga keamanan. Dalam situasi darurat, operator dapat menutup katup dengan cepat untuk mencegah kebocoran atau ledakan yang dapat membahayakan keselamatan operator dan fasilitas, mengatur arah aliran fluida. Dengan memutar plug, operator dapat mengubah arah aliran fluida dari satu arah ke arah yang lain.

Dengan begitu banyaknya fungsi yang dikerjakan oleh Katup *API 6A* pada system perpipaan minyak dan gas, maka perlu melakukan inspeksi visual dan fungsional secara rutin dan preventif guna untuk mencegah kerusakan fatal pada katup serta menghindari downtime.

Meskipun katup *API 6A* dibuat untuk menangani kondisi yang ekstrim, namun masih terjadi kerusakan pada katup ini akibat pemakaian yang tidak benar, ketidakmampuan dalam perawatan. Berapa masalah yang sering terjadi membuat kinerja dari katup *API 6A* adalah Keausan, Bagian-bagian pada katup *API 6A* yang sering mengalami keausan adalah disc, seat, dan body. Seal pada katup *API 6A*, seperti O-ring atau packing, dapat mengalami kebocoran. Rusak akibat korosi, Kebocoran pada sambungan dan Kerusakan akibat kejutan termal.

Dengan beberapa permasalahan dan kerusakan yang terjadi pada katup *API 6A* diatas, kami melakukan penelitian pada cara perbaikan, perawatan dan pengetesan Katup *API 6A* dibengkel. Fokus penelitian kami kami di CV. PUTRA TEHNIK SEJAHTERA adalah bagaimana melihat kondisi katup *API 6A* secara visual dan secara fungsinya, melakukan perbaikan dan perawatan pada komponen - komponen Katup yang mengalami kerusakan, serta melakukan pengetesan katup untuk menilai kinerja dan kondisi katup setelah perbaikan.

Tujuan dari kegiatan penelitian dan pembahasan ini adalah :

1. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi keausan dan kerusakan pada katup *API 6A*
2. Mempelajari teknik-teknik perbaikan yang efektif untuk mengatasi masalah yang terjadi pada katup *API 6A*.
3. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan perawatan dan perbaikan katup *API 6A* di bengkel perbaikan.

Pertanyaan-pertanyaan yang dikembangkan dan hendak ditemukan jawabannya melalui kegiatan penelitian ini adalah.

1. Apa saja factor – factor yang mempengaruhi penurunan kinerja dari pada Katup *API 6A*
2. Bagaimana langkah perbaikan yang efektif dan efisien untuk mengatasi masalah yang terjadi pada katup *API 6A*.
3. Bagaimana mengetahui katup *API 6A* yang sudah baik dan lulus dari pengetesan dan pengujian sehingga bisa digunakan kembali.
4. Bagaimana menyusun kerangka dan skema kerja dalam perbaikan dan perawatan katup *API 6A*

Perawatan dan perbaikan katup API 6A secara teratur dapat memperpanjang masa pakai dan meningkatkan kinerja serta keamanan katup. Dengan mengamati dan mempelajari setiap pekerjaan perbaikan dan perawatan, kita dapat menyusun kerangka dan manajemen perbaikan yang efisien dan efektif guna untuk menyingkirkan pekerjaan – pekerjaan yang tidak teknis dan membuang waktu. Melihat pekerjaan yang dilakukan di bengkel perbaikan CV. PUTRA TEHNIK SEJAHTERA hanya mengandalkan kemampuan dan keterampilan management dari seorang teknisi, serta tidak ada dokumen tertulis yang di pasang atau di pergunakan semua karyawan, maka penelitian ini berguna untuk membuat kerangka kerja dan management perbaikan dan perawatan yang baik dan efektif.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan di bengkel CV. PUTRA TEHNIK SEJAHTERA Bekasi, Jawa Barat. Menggunakan metode penelitian studi lapangan dan literature guna mendapatkan informasi dan data yang banyak mengenai perawatan dan perbaikan katup API 6A.

Metode pendekatan

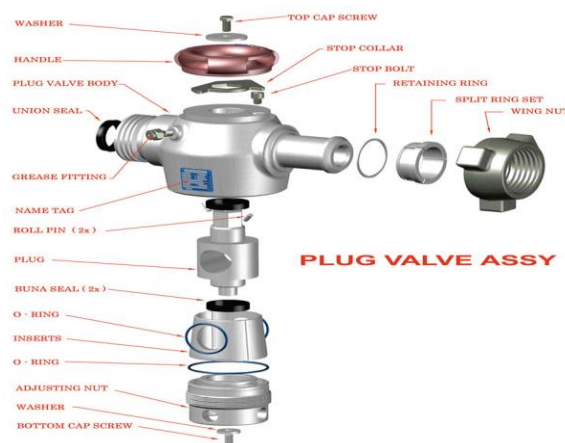
Metode yang digunakan dalam penelitian studi kasus, melihat secara langsung perbaikan dan perawatan katup API 6A dibengkel, dengan melihat cara yang sering digunakan teknisi dalam melakukan perbaikan dan perawatan, untuk melihat masalah dan cara menangani Katup API 6A ketika terjadi masalah.

Material penelitan

Kami melakukan penelitian katup API 6A dengan komponen – komponen yang mengalami kerusakan serta alat – alat (tools) yang digunakan untuk memperbaiki katup API 6A.

Peralatan penelitian

- 1) Kunci redrees tool kit
- 2) Wrench tool
- 3) Screwdriver
- 4) Martil
- 5) Hand drill machineGerinda
- 6) Treker bearing
- 7) Sock Key



Gambar 1 Komponen Katup API 6A

Metode pelaksanaan

A. pengecekan & pengujian kinerja katup API 6A

1. Inspeksi visual
Dalam kegiatan ini, kami dan teknisi akan melakukan inspeksi visual pada seluruh bagian katup API 6A untuk mencari tanda-tanda kerusakan seperti korosi, aus, retakan, atau kebocoran.
2. Pengujian kebocoran:
Teknisi dapat melakukan pengujian kebocoran pada katup API 6A dengan menggunakan alat pengujian kebocoran seperti helium leak detector atau bubble leak detector. Dengan menggunakan alat ini, teknisi dapat mendeteksi apakah katup API 6A mengalami kebocoran pada bagian tertentu.
3. Pengujian tekanan
Teknisi dapat melakukan pengujian tekanan pada katup API 6A dengan menggunakan alat uji tekanan. Dalam pengujian ini, teknisi akan menaikkan tekanan pada katup API 6A untuk memastikan bahwa katup dapat menahan tekanan yang sesuai dengan spesifikasi.
4. Pengujian fungsi
Teknisi dapat melakukan pengujian fungsi pada katup API 6A dengan membuka dan menutup katup secara berkala untuk memastikan bahwa katup berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi.

Dengan melakukan kegiatan-kegiatan di atas, teknisi dapat menganalisa apakah katup API 6A mengalami kerusakan dan menentukan tindakan perbaikan yang diperlukan untuk memastikan katup berfungsi secara normal dan aman digunakan.

B. perawatan dan pemeliharaan Katup API 6A

Untuk menganalisa perawatan dan pemeliharaan katup API 6A, dapat dilakukan beberapa kegiatan berikut.

1. Inspeksi rutin
Melakukan inspeksi rutin secara visual pada katup API 6A untuk memeriksa tanda-tanda kerusakan, korosi, kebocoran, atau keausan pada bagian-bagian katup. Inspeksi ini biasanya dilakukan secara periodik sesuai dengan jadwal perawatan yang ditentukan.
2. Pemeriksaan operasional
Memeriksa operasional katup API 6A secara berkala untuk memastikan bahwa katup berfungsi dengan baik. Ini termasuk mengoperasikan katup dalam berbagai kondisi operasional dan memeriksa apakah katup membuka dan menutup dengan lancar serta dapat menahan tekanan yang sesuai.
3. Pengujian kebocoran
Melakukan pengujian kebocoran pada katup API 6A untuk memastikan tidak ada kebocoran yang tidak diinginkan. Pengujian ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengujian kebocoran seperti helium leak detector atau bubble leak detector.
4. Pengujian tekanan
Melakukan pengujian tekanan pada katup API 6A untuk memastikan bahwa katup dapat menahan tekanan yang sesuai dengan spesifikasi. Pengujian ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekanan dan mengukur respons dan perubahan tekanan pada katup.
5. Pemeliharaan rutin
Melakukan pemeliharaan rutin seperti membersihkan bagian katup, melumasi komponen yang bergerak, mengganti seal yang aus, dan mengganti bagian yang rusak atau aus. Pemeliharaan rutin harus dilakukan sesuai dengan jadwal yang ditentukan dan petunjuk perawatan yang diberikan oleh produsen katup.
- 8) Pelaporan dan dokumentasi
Mencatat hasil inspeksi, pengujian, dan perawatan yang dilakukan pada katup API 6A dalam bentuk laporan dan dokumentasi yang akurat. Ini akan membantu dalam memantau dan melacak sejarah perawatan serta memberikan referensi untuk perawatan dan pemeliharaan masa depan.

Dengan melakukan kegiatan-kegiatan di atas, perawatan dan pemeliharaan katup API 6A dapat dilakukan secara efektif dan terstruktur, sehingga memastikan kinerja dan keandalan katup dalam jangka waktu yang panjang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan kami untuk proses perbaikan katup API 6A dibengkel perbaikan katup. Menunjukkan bahwa katup API yang memiliki kinerja tidak maksimal diakibatkan oleh keausan dan korosi akibat paparan media yang korosif, kelebihan beban atau tekanan berlebih yang menyebabkan retakan yang terjadi mungkin karena kesalahan pengopreasian, kebocoran seal, plug dan insert dan kerusakan pada bagian katup lainnya karena kurangnya perawatan dan pemeliharaan.



Gambar 2.1 seal katup yang mengalami kerusakan dengan kondisi putus, retak & perubahan warna



Gambar 2.2 seal katup mengalami kerusakan kehilangan elastisitas dan perubahan warna

Hasil pengamatan pada gambar 2.1 dan gambar 2.2 menunjukkan kondisi seal katup yang mengalami kerusakan akibat tekanan yang berlebihan, paparan bahan korosi, suhu kerja yang ekstrem dan kurangnya pengecekan dan perawatan membuat kondisi seal mengalami kondisi seperti gambar diatas. Hal inilah yang membuat katup API 6A mengalami kebocoran dan tidak bekerja maksimal.

Dengan kondisi seal seperti gambar diatas, maka sebaiknya perlu diganti dengan seal yang baru sesuai dengan spesifikasi produk dan ukuran yang sesuai kebutuhan (HNBR/BRASS). Proses perbaikan dan pemasangan plug seal yang benar sebagai berikut:

- 1) Persiapkan Plug Seal yang Baru: Pastikan memiliki plug seal HNBR/BRASS yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan untuk aplikasi dan kondisi operasional. Periksa keadaan seal yang baru untuk memastikan tidak ada kerusakan atau deformasi sebelum dipasang.
- 2) Bersihkan Permukaan: Pastikan permukaan tempat pemasangan plug seal bersih dari kotoran, debu, minyak, atau sisa-sisa seal sebelumnya. Gunakan pembersih yang sesuai untuk membersihkan permukaan dengan hati-hati dan pastikan permukaan benar-benar kering sebelum melanjutkan.
- 3) Pastikan Kesesuaian Ukuran: Periksa ukuran plug seal HNBR/BRASS dengan ukuran lubang tempat pemasangannya. Pastikan bahwa ukuran seal dan lubang saling cocok untuk memastikan penyegelan yang optimal.
- 4) Tempatkan plug seal HNBR/BRASS pada posisi yang tepat, yaitu pada lubang tempat pemasangannya. Pastikan seal terletak secara simetris dan terpusat dengan baik. Jika ada komponen lain yang terlibat dalam pemasangan plug seal, seperti penutup atau cincin penahan, pastikan mereka juga dipasang dengan benar sesuai dengan instruksi.
- 5) Pasang Plug Seal dengan Benar: Tempatkan plug seal HNBR/BRASS pada posisi yang tepat, yaitu pada lubang tempat pemasangannya. Pastikan seal terletak secara simetris dan terpusat dengan baik. Jika ada komponen lain yang terlibat dalam pemasangan plug seal, seperti penutup atau cincin penahan, pastikan mereka juga dipasang dengan benar sesuai dengan instruksi.
- 6) Verifikasi Penyegelan: Lakukan pemeriksaan visual awal dan uji kebocoran dengan metode yang sesuai untuk memastikan seal terpasang dengan benar dan dapat melakukan penyegelan yang baik. Menggunakan pengujian tekanan helium leak detector dengan tekanan 10.000 psi, untuk pengetesan akhir kebocoran



Gambar 2.3 plug katup mengalami keausan & kurang pelumasan.

Hasil pengamatan yang dilakukan pada komponen katup API 6A menemukan kondisi Plug katup API 6A (ASTM A479410) mengalami keausan pada bagian luar yang digunakan sebagai tempat penyegelan/penutupan dan juga tempat menahan tekanan. Dari kondisi di atas maka dapat disimpulkan bahwa kondisi plug katup API 6A tidak bisa digunakan lagi dikarenakan mengalami kondisi keausan yang parah dan tidak ada toleransi. Proses perbaikan dan pemasangan yang benar sebagai berikut .

- 1) Persiapan: Pastikan memiliki peralatan dan bahan yang diperlukan, seperti alat-alat perbaikan, seal, dan pelumas yang sesuai dengan spesifikasi plug katup API 6A akan diperbaiki.

- 2) Pembongkaran Plug: Lakukan proses pembongkaran plug Buka bottom cap screw, adjusting nut, top cap screw, lepas handle dan stop collar, keluarkan plug beserta insert yang ada di dalam body katup.
- 3) Pemeriksaan Kerusakan: Periksa plug dan komponen lainnya untuk mendeteksi kerusakan atau aus yang mungkin terjadi. Perhatikan kondisi seal, permukaan plug, dan bagian lain yang berhubungan. Jika ada kerusakan, ganti komponen yang rusak dengan yang baru.
- 4) Pembersihan: Bersihkan semua komponen yang telah dibongkar dengan hati-hati. Pastikan tidak ada kotoran, debu, atau sisa-sisa yang menempel pada permukaan plug atau komponen lainnya. Gunakan bahan pembersih yang sesuai dan lap bersih untuk membersihkan dengan hati-hati.
- 5) Pemasangan Seal Baru: Jika seal mengalami kerusakan atau aus, gantilah dengan seal yang baru. Pastikan seal yang digunakan sesuai dengan spesifikasi plug katup API 6A. Tempatkan seal dengan benar pada lubang yang dituju untuk penyegelan, mengikuti prosedur pemasangan yang tepat.
- 6) Pemasangan Kembali Plug: Letakkan plug yang telah diperbaiki dan komponen lainnya ke dalam body katup dengan hati-hati. Pastikan plug terpasang dengan baik dan sejajar dengan lubang katup. Kencangkan cap screw dan nut dengan torsi yang sesuai sesuai dengan spesifikasi.
- 7) Uji Fungsional: Setelah pemasangan, lakukan uji fungsional katup API 6A untuk memastikan bahwa plug bekerja dengan baik. Uji katup dalam kondisi beban normal dan pastikan tidak ada kebocoran atau masalah operasional lainnya.

Proses pemasangan komponen katup API 6A dan merangkai semua komponen katup

- 1) Persiapan: Pastikan memiliki peralatan dan bahan yang diperlukan, seperti alat-alat perbaikan, seal, dan pelumas yang sesuai dengan spesifikasi plug katup API 6A yang akan diperbaiki.
- 2) Pembongkaran Plug: Lakukan proses pembongkaran plug sesuai dengan langkah-langkah yang telah disebutkan sebelumnya. Buka bottom cap screw, adjusting nut, top cap screw, lepas handle dan stop collar, keluarkan plug beserta insert yang ada di dalam body katup.
- 3) Pemeriksaan Kerusakan: Periksa plug dan komponen lainnya untuk mendeteksi kerusakan atau aus yang mungkin terjadi. Perhatikan kondisi seal, permukaan plug, dan bagian lain yang berhubungan. Jika ada kerusakan, ganti komponen yang rusak dengan yang baru.
- 4) Pembersihan: Bersihkan semua komponen yang telah dibongkar dengan hati-hati. Pastikan tidak ada kotoran, debu, atau sisa-sisa yang menempel pada permukaan plug atau komponen lainnya. Gunakan bahan pembersih yang sesuai dan lap bersih untuk membersihkan dengan hati-hati.
- 5) Pemasangan Seal Baru: Jika seal mengalami kerusakan atau aus, gantilah dengan seal yang baru. Pastikan seal yang digunakan sesuai dengan spesifikasi plug katup API 6A. Tempatkan seal dengan benar pada lubang yang dituju untuk penyegelan, mengikuti prosedur pemasangan yang tepat.
- 6) Pemasangan Kembali Plug: Letakkan plug yang telah diperbaiki dan komponen lainnya ke dalam body katup dengan hati-hati. Pastikan plug terpasang dengan baik dan sejajar dengan lubang katup. Kencangkan cap screw dan nut dengan torsi yang sesuai sesuai dengan spesifikasi.

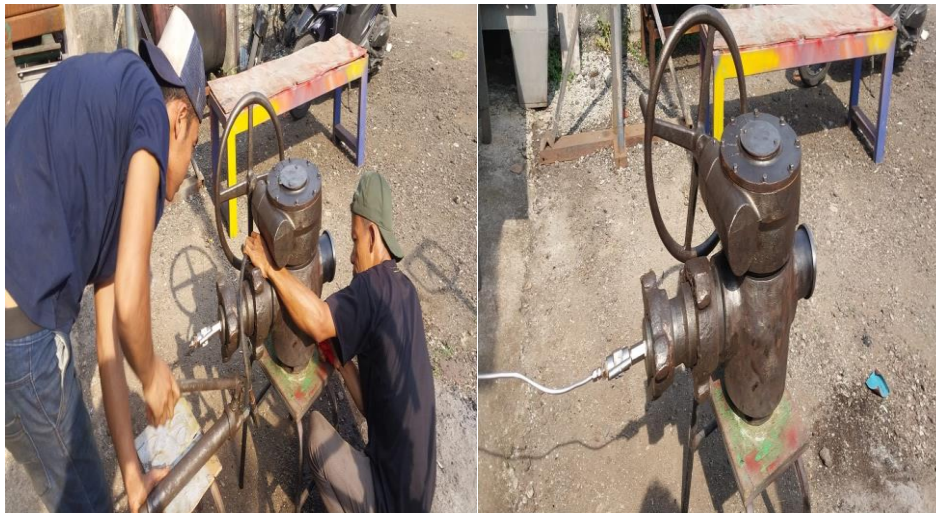
7) Uji Fungsional: Setelah pemasangan, lakukan uji fungsional katup API 6A untuk memastikan bahwa plug bekerja dengan baik. Uji katup dalam kondisi beban normal dan pastikan tidak ada kebocoran atau masalah operasional lainnya.



Gambar 2.4 Foto gabungan komponen komponen & proses pemasangan katup API

Proses pengetesan Katup API 6A melibatkan beberapa langkah penting berikut

1. Persiapan: Pastikan memiliki peralatan pengujian yang sesuai, termasuk pompa tekanan tinggi, manometer, regulator tekanan, dan peralatan penghubung yang tepat. Pastikan juga bahwa sistem pengujian dan katup dalam kondisi aman dan siap untuk digunakan.
2. Periksa Katup: Sebelum memulai pengujian, lakukan pemeriksaan visual pada katup API 6A untuk memastikan tidak ada kerusakan, keausan, atau kebocoran pada komponen. Pastikan semua baut pengunci terpasang dengan benar dan aman.
3. Persiapan Pengujian: Pastikan katup dalam posisi yang tepat untuk pengujian, baik dalam kondisi terbuka maupun tertutup, sesuai dengan persyaratan pengujian yang diperlukan. Pastikan juga bahwa segala peralatan penghubung dan pipa yang terhubung ke katup sesuai dengan spesifikasi dan mampu menahan tekanan yang diperlukan.
4. Pengaturan Tekanan: Gunakan pompa tekanan tinggi dan regulator tekanan untuk mengatur tekanan uji sebesar 10,000 psi (pound per square inch) sesuai dengan persyaratan pengujian. Pastikan pengaturan tekanan dilakukan dengan hati-hati dan sesuai dengan prosedur yang ditentukan.
5. Pengujian Kebocoran: Uji katup untuk kebocoran dengan mempertahankan tekanan 10,000 psi selama periode waktu tertentu (1-2 jam), seperti beberapa. Perhatikan apakah ada penurunan tekanan yang menunjukkan adanya kebocoran pada katup atau sambungan pipa. Periksa juga bagian-bagian katup yang berpotensi menjadi sumber kebocoran, seperti seal, seat, atau komponen lainnya.
6. Pengujian Fungsional: Setelah pengujian kebocoran, lakukan pengujian fungsional untuk memastikan bahwa katup API 6A dapat beroperasi dengan baik pada tekanan 10,000 psi. Operasikan katup untuk membuka dan menutup, perhatikan apakah katup bergerak dengan lancar dan dapat menyegel dengan efektif pada tekanan yang diberikan.
7. Perekaman dan Evaluasi: Selama dan setelah pengujian, catat hasil pengujian termasuk tekanan yang diterapkan, waktu pengujian, dan hasil pengamatan terkait kebocoran atau kinerja katup. Evaluasi hasil pengujian dan tentukan apakah katup memenuhi standar yang ditetapkan.



Gambar 2.4 Foto- foto proses pengetesan katup API 6A dengan tekanan 10.000 Psi

SIMPULAN

Dari temuan pengamatan dan pembahasan Katup API 6A dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Identifikasi kerusakan umum pada katup API 6A di Bengkel CV. Putra Teknik Sejahtera meliputi kebocoran seal, keausan pada body katup, dan kerusakan pada plug.

- 2) Analisis kinerja katup API 6A di Bengkel CV. Putra Teknik Sejahtera menunjukkan adanya kebutuhan untuk pengembangan metode perbaikan yang lebih efektif dan efisien guna meningkatkan kinerja dan umur operasional katup.

SARAN

Dari temuan permasalahan dan hasil pengamatan disampaikan saran perbaikan sebagai berikut.

- 1) Melakukan analisis mendalam terhadap kerja katup API 6A, termasuk identifikasi penyebab kerusakan yang paling umum dan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja katup tersebut. Hal ini akan membantu dalam mengembangkan metode perbaikan yang lebih efektif.
- 2) Mengumpulkan data dan informasi tentang perbaikan dan pemeliharaan katup API 6A yang dilakukan di Bengkel CV. Putra Teknik Sejahtera, termasuk masalah yang dihadapi, proses perbaikan yang telah dilakukan, dan hasil yang dicapai. Data ini dapat digunakan sebagai dasar untuk menganalisis kekurangan atau keberhasilan dari metode yang telah diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rachmawati, R., & Susanto, B. (Tahun). Analisis Kinerja Katup pada Proses Produksi Minyak dan Gas Bumi di Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Perminyakan*, 10(2), 45-62.
2. Siregar, A., & Pranoto, D. (Tahun). Evaluasi Keandalan Katup di Kilang Minyak dan Gas Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*, 25(4), 78-92.
3. Suryanto, D., & Setiawan, F. (Tahun). Perbaikan Katup dalam Industri Minyak dan Gas Bumi: Studi Kasus di Lapangan Terbuka Cepu. *Jurnal Perawatan Industri*, 15(3), 112-128.
4. Pranata, A., & Nugroho, B. (Tahun). Analisis Kerusakan Katup pada Sumur Minyak Lepas Pantai di Indonesia. *Jurnal Teknik Kelautan*, 32(1), 57-72.