

Analisis Penyebab Gagal Tes Hidrostatik Pada Pipa UPVC Menggunakan Metode Fishbone

Dita Aditia Sunarya¹, Dede Sopandi², Ibnu Arief Hamonangan³, Pranata Fransiscu⁴, Rizki Rismana Putra⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Industri Universitas Pelita Bangsa

e-mail: Ditaaditiasunarya@gmail.com, Sopandijon@gmail.com, Ibnuarief000@gmail.com,

Pranatafransiskus123@gmail.com, Rizkirismana11@gmail.com

*Corresponding Author ; Ditaaditiasunarya@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.66152/jimi.v2i1.35>

Informasi Artikel

Dikirim: 23 April 2026

Direvisi: 15 Mei 2026

Diterima: 27 Mei 2026

Abstrak

Kualitas produk pada industri manufaktur perpipaan menjadi faktor penting dalam menjaga daya saing perusahaan, khususnya pada produk pipa uPVC yang harus memenuhi standar kekuatan dan keamanan penggunaan. Salah satu pengujian yang digunakan untuk menjamin kualitas pipa adalah uji hidrostatik. Namun, pada proses produksi pipa uPVC ukuran 63 mm di PT. KLM masih ditemukan kegagalan uji hidrostatik berupa pipa melembung dan bocor sebelum mencapai standar pengujian selama 60 menit. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab gagal tes hidrostatik pada pipa uPVC menggunakan metode Fishbone Diagram serta memberikan usulan perbaikan guna meningkatkan kualitas produk. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dan kuantitatif melalui observasi langsung, wawancara, dokumentasi, dan analisis data menggunakan Fishbone Diagram dengan pendekatan 4M+1E (man, machine, method, material, environment). Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor utama penyebab gagal tes hidrostatik berasal dari faktor machine, method, dan man, dengan faktor machine sebagai penyebab paling dominan, terutama ketidakstabilan tekanan mesin extruder yang menyebabkan ketebalan pipa tidak merata. Setelah dilakukan perbaikan berupa standarisasi parameter mesin, peningkatan pengawasan operator, monitoring proses produksi secara real-time, serta perawatan alat uji hidrostatik, kualitas produk mengalami peningkatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pipa uPVC ukuran 63 mm mampu menahan tekanan selama 1 jam tanpa mengalami kebocoran, retak, maupun pelembungan. Dengan demikian, metode Fishbone Diagram terbukti efektif dalam mengidentifikasi akar penyebab kegagalan produk dan membantu menentukan tindakan perbaikan untuk meningkatkan kualitas pipa uPVC.

Kata kunci: Fishbone Diagram , pipa uPVC , quality control , uji hidrostatik

Abstract

Product quality in the piping manufacturing industry is an important factor in maintaining company competitiveness, especially for uPVC pipe products that must meet strength and safety standards. One of the tests used to ensure pipe quality is the hydrostatic test. However, in the production process of 63 mm uPVC pipes at PT. KLM, hydrostatic test failures were still found in the form of bulging and leaking pipes before reaching the 60-minute test standard. This study aims to identify and analyze the factors causing hydrostatic test failures on uPVC pipes using the Fishbone Diagram method and provide suggestions for improvements to improve product quality. The research method used is a qualitative and quantitative approach through direct observation, interviews, documentation, and data analysis using the Fishbone Diagram with the 4M + 1E approach (man, machine, method, material, environment). The results showed that the main factors causing hydrostatic test failures came from machine, method, and man factors, with the machine factor being the most dominant cause, especially the instability of the extruder machine pressure which caused uneven pipe thickness. After improvements in the form of standardization of machine parameters, increased operator supervision, real-time monitoring of the production process, and maintenance of hydrostatic test equipment,



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

product quality has improved. Test results showed that a 63 mm uPVC pipe could withstand pressure for one hour without leaking, cracking, or bulging. Thus, the Fishbone Diagram method has proven effective in identifying the root cause of product failure and helping determine corrective actions to improve uPVC pipe quality.

Keywords—Fishbone Diagram, uPVC pipe, quality control, hydrostatic test

1. Pendahuluan

Dalam perkembangan industri manufaktur, khususnya pada sektor perpipaan kualitas produk menjadi faktor utama yang menentukan keberhasilan suatu perusahaan dalam memenuhi standar dan kebutuhan pasar. salah satu produk yang banyak digunakan adalah pipa upvc (unplasticized polyvinyl chloride). Pipa pvc merupakan komponen dalam instalasi perpipaan yang memiliki sifat yang ringan, kuat, fleksibel, tahan korosi, dan tahan terhadap kebocoran. adapun pipa ini telah umum digunakan oleh masyarakat luas sejak 1930 [1]. Salah satu cara agar perusahaan tetap kompetitif adalah dengan meningkatkan kualitas produknya agar konsumen puas dengan produk yang diproduksinya [2]. pengendalian kualitas yang efektif harus dilakukan secara menyeluruh mulai dari proses produksi hingga produk akhir, dengan tujuan mengidentifikasi dan mengendalikan sumber penyebab cacat sejak dini [3]. untuk menjamin kualitas dan keamanan penggunaannya kualitas pipa upvc harus tetap dijaga melalui berbagai pengujian, salah satunya adalah uji hidrostatik pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pipa dalam menahan tekanan fluida dalam jangka waktu tertentu sehingga dapat menjamin keamanan dan keandalan produk saat digunakan. Sistem perpipaan tidak dapat dipisahkan dengan fluida, fluida adalah tujuan utama dibuatnya suatu sistem perpipaan, tanpa adanya fluida suatu sistem perpipaan tidak akan ada gunanya [4].

Dalam praktiknya, kegagalan pada uji hidrostatik masih sering terjadi dan menjadi permasalahan serius dalam proses produksi termasuk pada proses produksi di pt. klm kegagalan tersebut dapat ditandai dengan terjadinya kebocoran, retakan, maupun ketidakmampuan pipa dalam menahan tekanan sesuai standar yang telah ditetapkan kegagalan tersebut disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kualitas bahan baku, proses produksi yang kurang optimal, kesalahan dalam pengaturan mesin, maupun faktor manusia

Berbagai penelitian sebelumnya telah menggunakan metode fishbone diagram untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan kualitas produk dalam industri manufaktur[5,6,7]. Untuk mengidentifikasi akar penyebab cacat serta menentukan prioritas perbaikan, penelitian ini menggunakan fishbone diagram digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab defect [8]. faktor-faktor tersebut dapat dikelompokkan ke dalam 4m + 1e (man, machine, material, method, environment). Menyatakan bahwa integrasi fishbone diagram dan fmea memberikan hasil analisis yang lebih komprehensif karena tidak hanya mengidentifikasi penyebab cacat, tetapi juga menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai risk priority number (rpn) [9].

Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih berfokus pada analisis cacat produk secara umum dan belum secara spesifik mengkaji kegagalan pada uji hidrostatik, khususnya pada produk pipa upvc berdasarkan hal tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) dimana analisis penyebab kegagalan uji hidrostatik pada pipa upvc masih belum banyak dikaji secara mendalam, terutama dengan pendekatan metode fishbone pada lingkungan industri nyata. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan dalam mengkaji secara spesifik faktor-faktor penyebab kegagalan uji hidrostatik pada pipa uPVC di PT. KLM menggunakan metode Fishbone, sehingga diharapkan dapat memberikan analisis yang lebih terstruktur dan aplikatif dalam upaya peningkatan kualitas produk.



Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan dalam penelitian ini adalah belum diketahuinya secara pasti faktor-faktor utama penyebab kegagalan uji hidrostatik pada pipa uPVC di PT. KLM. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab kegagalan uji hidrostatik pada pipa uPVC menggunakan metode Fishbone serta memberikan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan kualitas produk dan menurunkan tingkat kegagalan dalam proses produksi.

2. Metode Penelitian

2.1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada pipa uPVC ukuran 63mm menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk menganalisis penyebab gagal tes hidrostatik pada pipa uPVC ukuran 63 mm di PT KLM. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan teknik pengumpulan data menggunakan wawancara serta melakukan observasi langsung ke tempat objek penelitian [10]. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi dengan cara menelusuri, membaca, mencatat, dan mengkaji secara sistematis berbagai literatur yang berkaitan dengan pengertian, karakteristik, serta jenis-jenis penelitian [11].

2.2. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah pipa uPVC ukuran 63 mm S12,5 yang mengalami kegagalan pada saat dilakukan pengujian hidrostatik di bagian Quality Control (QC) PT. KLM. Pengujian tekanan hidrostatik adalah salah satu dari beberapa metode yang dapat digunakan perusahaan untuk memastikan keamanan integritas struktural dari suatu bejana tekan yang dimiliki Perusahaan [12].

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung pada proses produksi pipa uPVC ukuran 63 mm di PT. KLM, wawancara dengan operator produksi dan bagian Quality Control (QC), serta dokumentasi hasil pengujian hydrostatic. Observasi dilakukan untuk mengetahui secara langsung proses produksi mulai dari pencampuran bahan baku, proses ekstrusi, pendinginan, kalibrasi ukuran, pemotongan, hingga tahap pengujian hidrostatik. Survei lapangan dilakukan secara langsung untuk membangun pemahaman umum mengenai proses produksi [13]. Mesin uji hidrostatik digunakan untuk menguji ketahanan pipa terhadap tekanan air dalam waktu tertentu sesuai standar perusahaan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pipa mampu menahan tekanan tanpa mengalami kebocoran, retak, atau pecah. Mesin uji hidrostatik yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



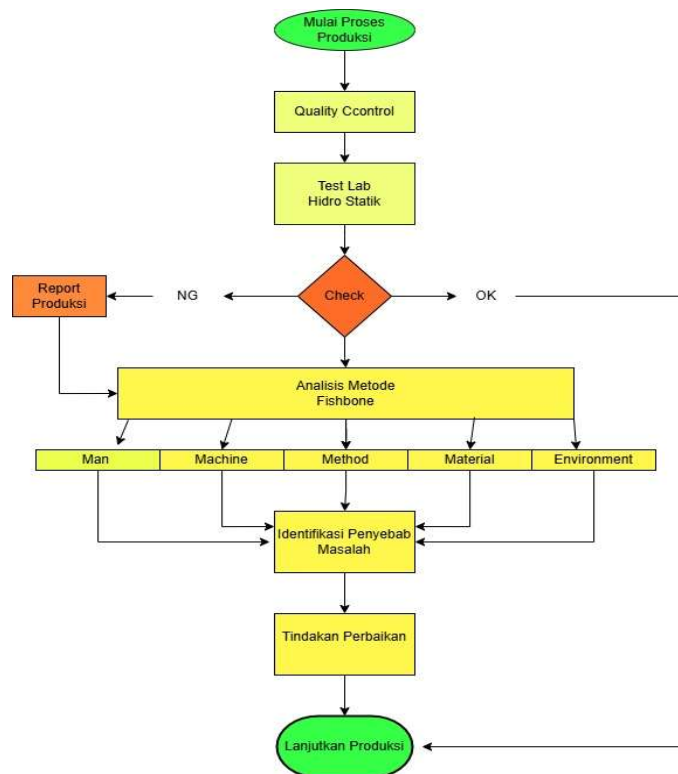
Gambar 1. Alat Uji Hidrostatik

2.4. Jenis & Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari observasi, wawancara dengan operator produksi dan quality control dan data sekunder dalam penelitian ini dapat dikumpulkan dari arsip yang sudah ada di pihak perusahaan [14].

2.5. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah berdasarkan gagalnya pada tes Hidrostatik pipa uPVC ukuran 63 mm di PT. KLM. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data, analisis menggunakan metode Fishbone Diagram, penentuan akar masalah, hingga penyusunan usulan perbaikan.

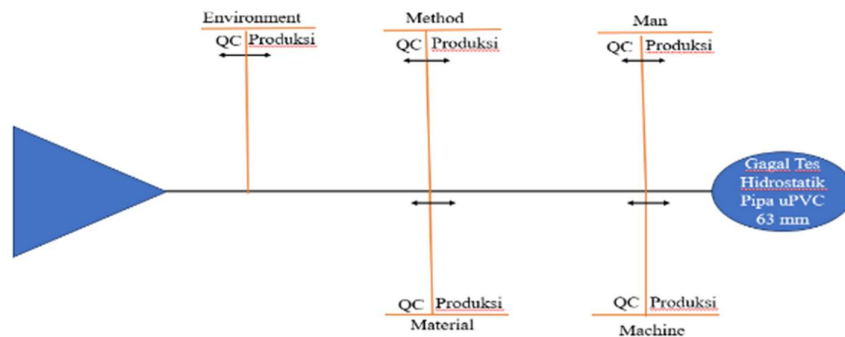


Gambar 2. Alur Proses Tahapan Penelitian

Flowchart pada Gambar 2 menunjukkan alur penelitian mulai dari proses produksi, quality control, pengujian hidrostatik, hingga analisis penyebab kegagalan menggunakan metode Fishbone 4M+1E.

2.6. Metode Pengolahan Dan Analisis Dat

Metode pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Fishbone Diagram. Fishbone atau Diagram tulang ikan adalah salah satu metode/tool di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram Sebab-Akibat atau cause effect diagram [15]. untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya gagal tes hidrostatic pada pipa uPVC ukuran 63 mm di PT. KLM. Metode ini digunakan karena mampu membantu dalam mengelompokkan berbagai faktor penyebab masalah secara sistematis sehingga memudahkan proses analisis dan penentuan tindakan perbaikan.



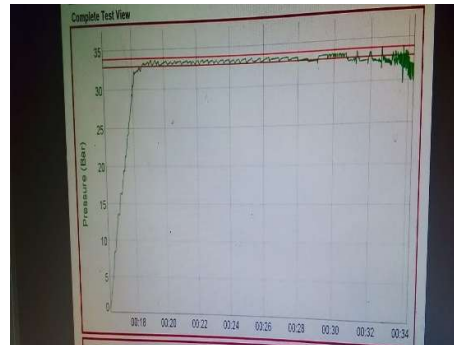
Gambar 3. Diagram Fishbone

Fishbone Diagram yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3. Diagram tersebut menggambarkan hubungan antara masalah utama yaitu gagal tes hydrostatic dengan berbagai faktor penyebab yang dikelompokkan berdasarkan pendekatan 4M+1E. Hasil analisis ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan akar masalah utama dan menyusun rekomendasi perbaikan guna menurunkan tingkat reject produk serta meningkatkan kualitas pipa uPVC.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kondisi Awal

Pada kondisi awal, tingkat kegagalan tes hidrostatic pada pipa uPVC ukuran 63 mm produk gagal umumnya mengalami kebocoran dan pipa melembung pada bagian tertentu sehingga tidak memenuhi standar quality control.



Gambar 4. Tes Pipa Melembung & Grafik Kegagalan Tes Uji Hidrostatic

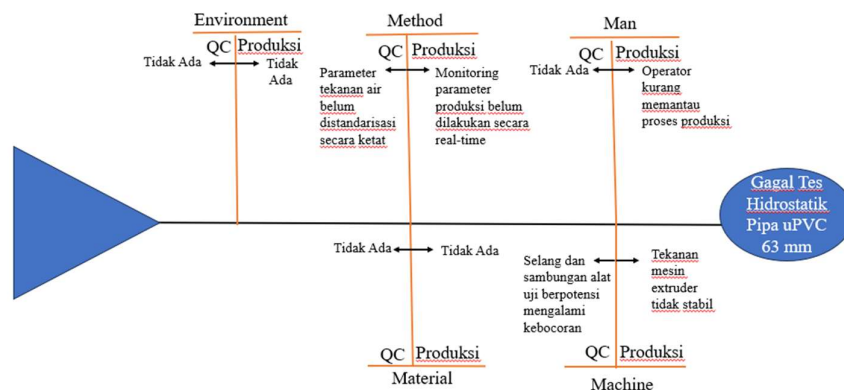
Pada Gambar 4 menunjukkan kondisi pipa uPVC ukuran 63 mm yang mengalami kegagalan pada saat dilakukan pengujian hydrostatic. Berdasarkan standar perusahaan, pipa seharusnya mampu menahan tekanan air selama maksimal 60 menit tanpa mengalami perubahan bentuk, kebocoran, retak, maupun pecah. Namun pada pengujian yang dilakukan, pipa mengalami kegagalan lebih awal yaitu pada menit ke-16.

Kegagalan tersebut ditandai dengan terjadinya pelembungan pada badan pipa akibat tekanan internal yang tidak mampu ditahan secara optimal oleh struktur material pipa. Kondisi ini menunjukkan bahwa kekuatan mekanis pipa belum memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan sehingga produk dinyatakan non good (NG) dan tidak layak untuk dipasarkan. Berdasarkan grafik kegagalan selama proses pengujian, terlihat bahwa deformasi mulai terjadi secara bertahap sejak awal pengujian dan semakin signifikan hingga akhirnya pipa mengalami pelembungan yang jelas pada menit ke-16. Jika dibandingkan dengan standar ketahanan selama 60 menit, maka hasil ini menunjukkan adanya selisih kegagalan yang cukup besar, yaitu 44 menit lebih cepat dari batas minimum yang seharusnya dicapai.

Kondisi tersebut mengindikasikan adanya faktor-faktor penyebab seperti kualitas bahan baku yang kurang baik, ketidaksesuaian parameter proses produksi, pendinginan yang tidak optimal, maupun pengaturan mesin extruder yang kurang stabil. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut menggunakan metode Fishbone Diagram untuk mengidentifikasi akar penyebab utama dari kegagalan hydrostatic tersebut dan menentukan tindakan perbaikan yang tepat.

3.2. Analisis Penyebab Menggunakan Fishbone Diagram

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada proses produksi pipa uPVC ukuran 63 mm, diketahui bahwa kegagalan tes hydrostatic dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu man, method, dan machine.



Gambar 5. Penyebab Gagal Tes Uji Hidrostatik

Pada gambar tersebut menunjukkan analisis Fishbone Diagram terhadap masalah gagal tes hidrostatik pada pipa uPVC ukuran 63 mm. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui penyebab utama pipa mengalami kegagalan sebelum mencapai standar pengujian selama 60 menit, yaitu gagal pada menit ke-16. Berdasarkan diagram, faktor penyebab dibagi menjadi lima yaitu Environment, Method, Man, Material, dan Machine pada bagian produksi dan QC. Pada faktor

Environment dan Material, baik di QC maupun produksi tidak ditemukan penyebab yang dominan sehingga dinyatakan tidak ada masalah yang signifikan.

Pada faktor Man, bagian produksi menunjukkan bahwa operator kurang memantau proses produksi secara optimal. Kondisi ini menyebabkan perubahan parameter proses dan potensi cacat pada pipa uPVC tidak dapat segera diketahui selama proses ekstrusi berlangsung. Kurangnya pengawasan tersebut berdampak pada kualitas pipa yang dihasilkan sehingga meningkatkan risiko terjadinya gagal tes hidrostatik. Sedangkan pada bagian QC tidak ditemukan permasalahan yang dominan terhadap kegagalan pengujian hidrostatik.

Pada faktor Method, bagian QC menunjukkan bahwa parameter tekanan air belum distandarisasi secara ketat, sedangkan pada bagian produksi monitoring parameter produksi belum dilakukan secara real-time. Hal ini dapat menyebabkan kualitas pipa tidak terkontrol dengan baik. Sedangkan pada bagian produksi, monitoring parameter proses ekstrusi belum dilakukan secara real-time. Akibatnya perubahan kondisi produksi seperti tekanan dan ketebalan pipa tidak dapat segera dikendalikan, sehingga meningkatkan risiko terjadinya gagal tes hidrostatik pada pipa uPVC.

Pada faktor Machine, bagian QC ditemukan adanya potensi kebocoran pada selang dan sambungan alat uji hydrostatic. Pada bagian produksi, tekanan mesin extruder yang tidak stabil menjadi penyebab utama karena dapat menyebabkan ketebalan pipa tidak merata dan menurunkan kekuatan pipa. Dari hasil analisis tersebut, faktor yang paling dominan menyebabkan gagal tes hidrostatik adalah machine, terutama tekanan mesin extruder yang tidak stabil, kemudian diikuti oleh faktor method dan man.

3.3. Evaluasi dan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Fishbone Diagram, diketahui bahwa penyebab utama gagal tes hidrostatik pada pipa uPVC ukuran 63 mm berasal dari faktor machine, method, dan man, dengan faktor machine sebagai penyebab paling dominan. Oleh karena itu, diperlukan usulan perbaikan yang terfokus untuk mengurangi tingkat kegagalan produk dan meningkatkan kualitas pipa agar mampu memenuhi standar pengujian hidrostatik selama 60 menit.

Pada faktor man, perusahaan perlu meningkatkan pengawasan terhadap operator produksi agar proses berjalan lebih terkontrol. Pelatihan kerja secara berkala juga diperlukan untuk meningkatkan pemahaman operator terhadap standar kualitas produk dan pentingnya pengendalian proses produksi. Selain itu, evaluasi terhadap disiplin kerja operator dalam menjalankan SOP perlu dilakukan untuk meminimalkan human error yang dapat menyebabkan kegagalan produk.

Pada faktor method, untuk dibagian produksi diperlukan standarisasi parameter setting pada proses produksi dan pengujian hydrostatic agar kualitas pipa uPVC lebih konsisten dan mampu memenuhi standar ketahanan selama 60 menit. Salah satu penyebab utama kegagalan yang ditemukan adalah monitoring parameter produksi yang belum dilakukan secara real-time kondisi ini menyebabkan perubahan tekanan, suhu, dan ketebalan pipa tidak segera terdeteksi sehingga produk berisiko mengalami cacat.



Gambar 6. Standarisasi Parameter Setting Pipa uPVC 63mm

Pada gambar 6 menunjukkan parameter setting produksi pipa uPVC ukuran 63 mm yang digunakan sebagai acuan dalam proses produksi agar kualitas produk tetap sesuai dengan standar perusahaan. parameter setting ini disesuaikan berdasarkan mesin yang digunakan, karena setiap mesin memiliki kemampuan, kondisi operasional, serta karakteristik produksi yang berbeda-beda. Oleh karena itu, setiap ukuran pipa tidak selalu diproduksi pada mesin yang sama, melainkan disesuaikan dengan kapasitas dan performa mesin masing-masing. Berdasarkan gambar, standar ketebalan pipa ditetapkan dengan target 2,6 mm, dengan batas minimum 2,4 mm dan maksimum 2,8 mm. Diameter luar pipa memiliki target 63,15 mm dengan rentang standar antara 63 mm hingga 63,3 mm. Selain itu, kapasitas produksi standar ditetapkan sebesar 200 kg/jam untuk menjaga konsistensi hasil produksi.

Pada faktor method di bagian Quality Control (QC), proses pengujian hidrostatik harus mengacu pada work instruction (wi) pengujian hidrostatik yang telah ditetapkan perusahaan.

Tabel 1. Work Instruction Parameter Pengujian Hidrostatik

Jenis Pipa	Metode Uji	Parameter		
		Waktu	Suhu	Hoop Stress
PVC SNI	ISO 1167	1 Jam	20°C	428 Bar
		1000 Jam	60°C	101,9 Bar

$$\text{Rumus tekanan uji (bar)} = \frac{2 \times e_{\min} \times \text{hoop stress}}{d_{\text{em}} - e_{\min}}$$

Keterangan :

$e_{\min}$: Tebal dinding minimal aktual

d_{em} : Diameter luar rata-rata

Gambar 7. Rumus Menentukan Tekanan

Berdasarkan tabel dan rumus yang digunakan untuk mengetahui tekanan bar pada pipa upvc SNI 63mm di ketahui bahwa diameter luar rata-rata (d_{em}) = 63 mm, tebal dinding minimum ($e_{\min}$) = 2,4 mm, serta hoop stress sebesar 428 bar.

$$\text{Tekanan Uji} = 2 \times 2,4 \times 428 / 63 - 2,4$$

$$\text{Tekanan Uji} = 2054,4 / 60,6$$

$$\text{Tekanan Uji} = 33,90 \text{ bar}$$

hasil perhitungan menunjukkan bahwa tekanan uji teoritis sebesar 33,90 bar angka tekanan 33,90 bar ini yang menjadi standar untuk pengujian tekanan uji hidrostatik ukuran pipa sni 63mm.

faktor machine pada bagian produksi, perbaikan dilakukan dengan melakukan pengaturan ulang parameter mesin agar proses produksi pipa uPVC ukuran 63 mm berjalan lebih stabil dan sesuai dengan standar perusahaan. parameter yang disesuaikan meliputi tekanan mesin extruder, suhu barrel dan dies, kecepatan produksi, rpm screw, serta sistem pendinginan pipa. Pengaturan ini bertujuan untuk menjaga ketebalan dinding pipa tetap merata dan memastikan struktur pipa memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan tekanan saat dilakukan pengujian hydrostatic. jika parameter tersebut tidak dijaga dengan baik, maka dapat menyebabkan ketebalan pipa tidak merata, kekuatan struktur menurun, dan berpotensi menyebabkan gagal tes hydrostatic seperti pipa melembung pada menit ke-16.



Gambar 8. Tampilan Parameter Setting Yang Mengalami Gagal Uji Hidrostatik

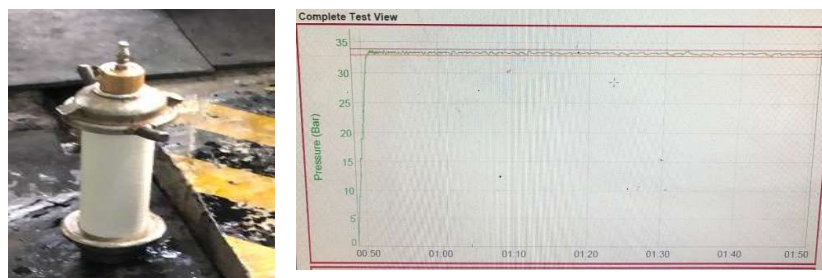
Pada gambar 8 menunjukkan tampilan parameter setting pada proses produksi pipa uPVC ukuran 63 mm yang mengalami gagal uji hidrostatik dan diproduksi menggunakan mesin nomor 11. setiap mesin memiliki karakteristik dan kemampuan produksi yang berbeda, sehingga parameter setting yang digunakan harus disesuaikan dengan kondisi masing-masing mesin. Pada kasus ini, pipa yang diuji mengalami kegagalan sebelum mencapai standar ketahanan 60 menit, yaitu hanya mampu bertahan hingga menit ke-16. Mesin nomor 11 menunjukkan kondisi parameter aktual selama proses produksi berlangsung, sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi penyebab kegagalan produk. ketidaksesuaian setting seperti tekanan extruder yang kurang stabil atau suhu pemanasan yang tidak konsisten dapat menyebabkan struktur pipa menjadi lemah dan berpotensi mengalami pelembungan, kebocoran, atau pecah saat menerima tekanan air.



Gambar 9. Tampilan Parameter Setting Yang Sudah Disesuaikan

Pada gambar 9. menunjukkan tampilan parameter setting pipa uPVC ukuran 63 mm pada mesin nomor 11 setelah dilakukan tindakan perbaikan. Perbaikan ini dilakukan berdasarkan hasil analisis Fishbone Diagram yang menunjukkan bahwa faktor utama penyebab gagal tes hidrostatik berasal dari ketidakstabilan tekanan mesin extruder, kurang optimalnya monitoring parameter produksi, serta kurangnya pengawasan operator selama proses produksi berlangsung. Perbaikan pada parameter setting ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan struktur pipa agar mampu menahan tekanan air sesuai standar pengujian hydrostatic selama 60 menit. Dengan pengaturan mesin yang lebih stabil, risiko terjadinya cacat seperti pipa melembung, bocor, retak, maupun pecah dapat dikurangi secara signifikan.

Pada faktor machine pada bagian Quality Control (QC), perbaikan dilakukan dengan memastikan alat uji hydrostatic bekerja secara optimal dan sesuai dengan standar pengujian yang telah ditetapkan perusahaan. Perbaikan dilakukan dengan melakukan pemeriksaan rutin pada selang, sambungan, pompa tekanan air, serta pressure gauge untuk mencegah terjadinya kebocoran dan ketidakstabilan tekanan selama proses pengujian berlangsung. Selain itu, kalibrasi alat ukur tekanan dilakukan secara berkala agar hasil pembacaan tekanan tetap akurat dan sesuai dengan kondisi sebenarnya. Setelah dilakukan perbaikan dan perawatan berkala, alat uji hydrostatic menjadi lebih stabil dan hasil pengujian menjadi lebih akurat.



Gambar 10. Hasil Tes Setelah Perbaikan

Pada gambar 10 menunjukkan hasil pengujian hidrostatik pada pipa upvc ukuran 63 mm setelah dilakukan perbaikan pada proses produksi dan quality control (qc). berdasarkan hasil pengujian tersebut, pipa mampu menahan tekanan air selama 1 jam sesuai dengan standar work instruction (wi) perusahaan tanpa mengalami kerusakan maupun perubahan bentuk. Pada kondisi ini, pipa tidak menunjukkan tanda-tanda kegagalan seperti melembung, kebocoran, retak, maupun pecah selama proses pengujian berlangsung. hal ini menandakan bahwa struktur pipa sudah memiliki kekuatan yang baik dan mampu memenuhi standar ketahanan hidrostatik yang telah ditetapkan.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa perbaikan pada parameter setting mesin, stabilisasi tekanan extruder, pengawasan operator, serta optimalisasi alat uji hydrostatic memberikan pengaruh positif terhadap kualitas produk. ketebalan dinding pipa menjadi lebih merata sehingga kemampuan pipa dalam menahan tekanan air meningkat secara signifikan. dengan hasil tes hidrostatik yang dinyatakan baik selama 1 jam tanpa mengalami pelembungan, pipa upvc ukuran 63 mm dapat dikategorikan sebagai produk good (ok).

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab gagal tes hidrostatik pada pipa uPVC ukuran 63 mm di PT. KLM menggunakan metode Fishbone Diagram serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk. Berdasarkan hasil

penelitian, diketahui bahwa faktor utama penyebab gagal tes hidrostatik berasal dari faktor machine, method, dan man, dengan faktor machine sebagai penyebab yang paling dominan. Ketidakstabilan tekanan mesin extruder pada proses produksi menyebabkan ketebalan dinding pipa tidak merata sehingga pipa tidak mampu menahan tekanan sesuai standar pengujian hidrostatik. Selain itu, monitoring parameter produksi yang belum dilakukan secara real-time serta kurangnya pengawasan operator juga turut memengaruhi terjadinya produk gagal. Pada bagian Quality Control (QC), kondisi alat uji hydrostatic yang kurang optimal juga berpengaruh terhadap keakuratan hasil pengujian.

Melalui tindakan perbaikan berupa pengaturan ulang parameter setting mesin, standarisasi proses produksi dan pengujian, serta peningkatan pengawasan operator dan perawatan alat uji hydrostatic, kualitas pipa mengalami peningkatan. Hasil pengujian setelah perbaikan menunjukkan bahwa pipa uPVC ukuran 63 mm mampu menahan tekanan selama 1 jam tanpa mengalami pelembungan, kebocoran, retak, maupun pecah, sehingga produk dinyatakan memenuhi standar kualitas perusahaan. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Fishbone Diagram efektif digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan produk dan membantu menentukan tindakan perbaikan yang tepat.

5. Daftar Pustaka

- [1]. Pramono, J., Kusumarini, Y., & F. Poillot, J. (2019). Eksperimen Perancangan Elemen Pembentuk Dan Pengisi Ruang Interior Berbasis Repurposing Pipa PVC. *Dimensi Interior*, 15(1), 35–44. <https://doi.org/10.9744/interior.15.1.35-44>
- [2]. Ash, M., Amar, S., Nusran, M., Hafid, M. F., & Fole, A. (2024). Analisis Proses Produksi Roti Canai Pada Umkm DapoerSani Dengan Menggunakan Penerapan Good Manufacturing Practices (Gmp). *Jurnal Aplikasi Dan Pengembangan Sistem Industri*, 2, 30–37. <https://doi.org/10.3926/japsi.v2i1.1255>
- [3]. Hakim, N. T. S., Barlian, B., & Lestari, S. P. (2023). Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Fishbone Analisis Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Pada Dya Bordir Tasikmalaya. 4(2), 261–272. <https://doi.org/10.53697/emak.v4i2>
- [4]. Dahlan, M., Duma, G. A., Azis, N., Pradana, I., Sulfiana, E., Nurul, M., & Amaluddin, H. (2024). Analisis Perbandingan Kerugian Aliran Pada Pipa Jenis PVC dan Galvanis Dengan Menggunakan Elbow 90 Derajat Politeknik ATI Makassar , Makassar Universitas Hasanuddin , Makassar Pendahuluan Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak pernah terpisahkan dengan si. 6, 149–158.
- [5]. Huda, F. L., & Muhimatul Khoiroh, S. (2025). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Pipa Besi pada CV. XYZ dengan Metode Statistical Quality Control (SQC). *Jurnal Surya Teknik*, 12(1), 498–508. <https://doi.org/10.37859/jst.v12i1.9396>
- [6]. Jatira, Subekhi, T. B., & Siswanto, B. (2024). Analisa Pengujian Ketahanan Bejana Tekan dengan Metode Hydrostatic Test Strength Analysis of Pressure Vessel Under Hydrostatic Test. *Jurnal Teknologika (Jurnal Teknik-Logika-Matematika)*, 14(2), 608–619. <https://doi.org/10.51132/teknologika.v14i2>
- [7]. Hakim, A. A. I., & Islami, L. A. (2024). Identifikasi Penyebab Kebocoran Steam pada Flange Menggunakan Metode Fishbone Diagram dan Implementasi Preventive Maintenance untuk Menjaga Kinerja *Integrated Mechanical Engineering Journal*, 2(1), 58–68. <https://journal.jgu.ac.id/index.php/imejour/article/view/44%0Ahttps://journal.jgu.ac.id/index.php/imejour/article/download/44/30>

- [8]. Setiawan, A., Deswita, A., Shofiyaturrahmah, Firmansyah, F. B., & Prastyo, Y. (2025). Studi Kasus Analisis Defect Pada Komponen Otomotif Disertai Pemecahan Masalah Menggunakan Diagram Pareto Dan Fishbone. *Jurnal Ilmiah Research Student*, 2(2), 53–63. <https://doi.org/10.61722/jirs.v2i2.4748>
- [9]. Farida, F. (2021). Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 06(02), 89–95.
- [10]. Hijrah, H., & Maulidar, M. (2021). Analisis dan Perancangan Sistem Manajemen Inventaris Menggunakan Metode Fishbone. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Informatika*, 7(2), 95–102. <https://doi.org/10.26905/jtmi.v7i2.6501>
- [11]. Juliana, J., Ondeng, S., & Rahman, U. (2026). Konsep Dasar Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 10(1), 140–146. <https://doi.org/10.31004/jptam.v10i1.35817>
- [12]. Farida, F. (2021). Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 06(02), 89–95.
- [13]. Arikunto. (2018). Penerapan Metode Pembelajaran Observasi Lapangan (Outdor Study) Pada Mata Kuliah Manajemen Operasional (Survey Pada Mahasiswa Jurusan Manajemen Semester III Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Beserta Persada Bunda). *PeKA: Jurnal Pendidikan Ekonomi Akuntansi FKIP UIR*, 6(2), hal 94.
- [14]. Rif'an, M., Andesta, D., & Ismiyah, E. (2021). Analisis Pendekatan Lean Six Sigma Untuk Meminimalisir Waste Pada Proses Produksi Pipa Pvc (Studi Kasus: Pt. Xyz). *Justi (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 1(3), 470. <https://doi.org/10.30587/justicb.v1i3.2627>
- [15]. Sulianta, F. (2024). Diagram Fishbone untuk Berbagai Kebutuhan. (November), 1–11. <https://www.researchgate.net/publication/385503999>