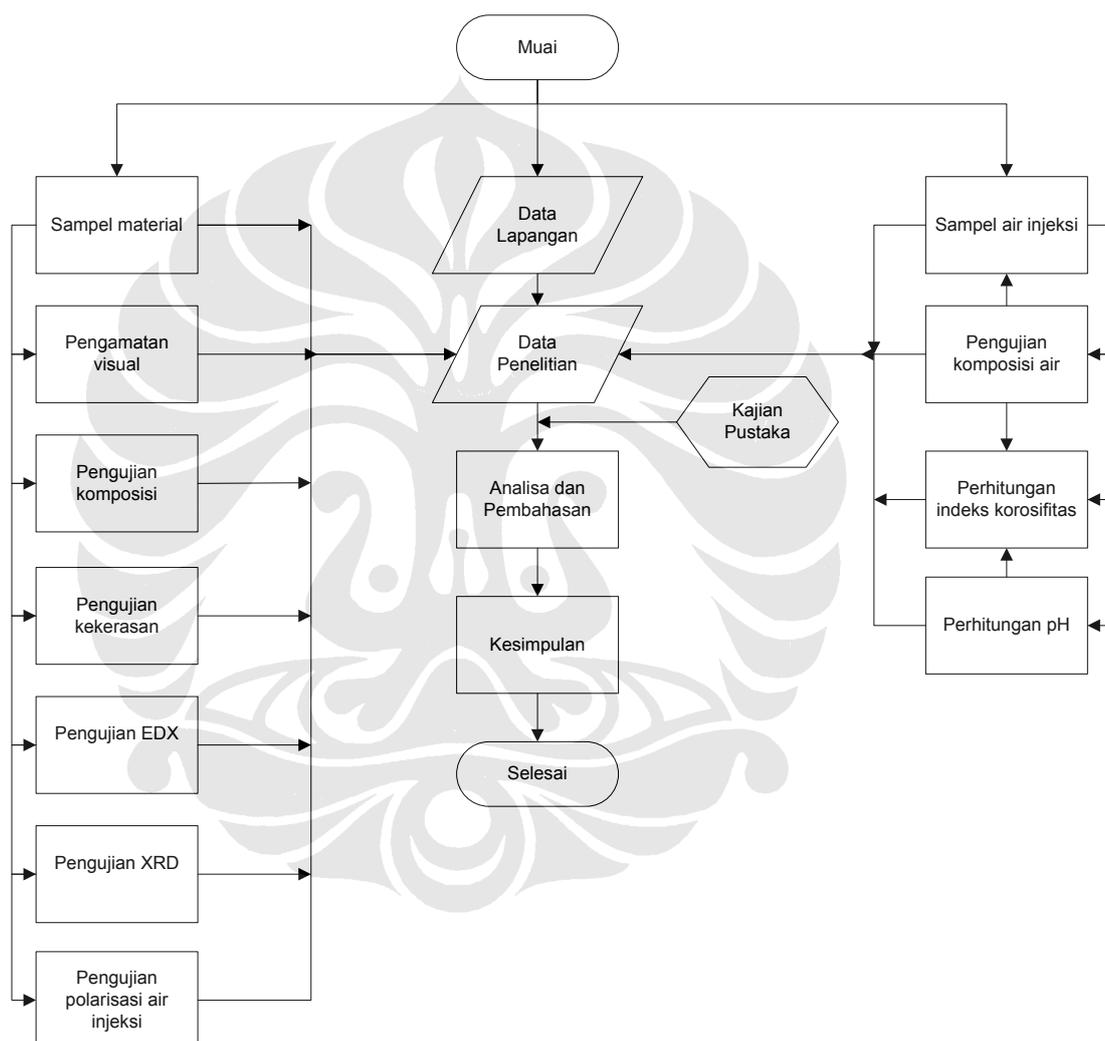


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Proses pengujian dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Semua pengujian dilakukan di Departemen Metalurgi Material Universitas Indonesia Depok, kecuali untuk pengujian komposisi air.

3.2 Alat Dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Gergaji dan gerinda
2. Alat uji kekerasan Brinell
3. Kertas amplas
4. Mikroskop ukur
5. *Thickness tester*
6. Jangka sorong
7. Alat uji DO
8. *Emission spectromter*
9. Mesin *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS)
10. Mesin EDX (*Energy Dispersive Xray Analysis*)
11. Penggaris
12. Kamera digital

3.3 Prosedur Penelitian

3.1.1 Pengumpulan Data dan Informasi

Penelitian diawali dengan pengambilan potongan pipa dari salah satu perusahaan pengolah energi geothermal. Pengamatan awal yang dilakukan adalah dengan melakukan pengamatan visual. Yang diamati adalah:

1. Permukaan luar
2. Permukaan dalam
3. Bentuk kebocoran

Penulis juga berusaha mengumpulkan beberapa data teknis dan informasi yang berkaitan dengan sampel, mengenai kondisi awal pipa dan data-data lainnya, yang dapat dijadikan sebagai referensi tambahan selain literatur yang ada.

3.1.2 Preparasi Sampel dan Preparasi Produk Korosi

Preparasi sampel ini diperlukan agar dapat memudahkan dalam melakukan pengujian-pengujian selanjutnya. Pada preparasi ini ditentukan area mana yang akan diambil sebagai sampel uji. Selain itu dilakukan juga preparasi terhadap produk korosi, yaitu dengan mengambil produk korosi dari sampel untuk selanjutnya dilakukan pengujian komposisinya. Sampel dipotong menggunakan gergaji tangan.

3.1.3 Pengamatan dan Pengujian

Dalam penelitian penyebab kerusakan dari line pipa (elbow) ini dilakukan beberapa pengamatan dan pengujian. Hal ini bertujuan untuk mencari penyebab yang terjadi pada pipa yang mengalami kerusakan tersebut, sehingga dapat memastikan penyebab kerusakannya. Pengujian-pengujian tersebut antara lain sebagai berikut:

3.1.3.1 Pengamatan Visual

Pengamatan dilakukan pada daerah yang mengalami kegagalan atau leakage sebagai informasi awal analisa. Dengan pengamatan ini, dapat digali informasi yang berkaitan dengan kegagalan yang terjadi. Pengamatan secara visual dilakukan dengan dokumentasi menggunakan kamera digital. Pengamatan visual meliputi pengukuran tebal pipa hasil korosi, pengukuran diameter dalam dan luar pipa, dan pengukuran tebal korosi. Pendokumentasian dilakukan pada sampel secara keseluruhan dan pada daerah-daerah yang mengindikasikan kegagalan seperti di daerah indikasi leakage. Hal ini sesuai dengan ASTM E 1188.

3.1.3.2 Pengujian Komposisi

Pengujian komposisi dilakukan menggunakan mesin Emission Spectrometer pada Departemen Metalurgi dan Material. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia dari pipa sehingga dapat ditentukan jenis material yang dipergunakan dan dapat dibandingkan dengan spesifikasi material yang digunakan.

3.1.3.3 Pengujian Kekerasan Brinell

Pengujian berikutnya adalah pengujian kekerasan. Pengujian dilakukan di daerah dasar logam. Hal ini dilakukan untuk mencari nilai kekerasan logam dasar, dan untuk mendapatkan nilai UTS-nya. Metode pengujian menggunakan metode Brinell yang sesuai dengan ASTM E10. Sampel diuji pada Brinell Hardness Testing Machine menggunakan beban 187,5 kg dan bola indentor 1/16 inchi di daerah logam induk, daerah sambungan dan HAZ. Kekerasan Brinell didapat dengan merata-ratakan hasil pengujian tersebut. Berikut persamaan yang digunakan dalam pengujian kekerasan Brinell ini:

$$BHN = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dimana:

P = beban 187,5 kg

D = diameter bola indentor (1/16 inch)

d = diameter penjejakan (mm)

3.1.3.4 Pengujian EDX Produk Korosi

Tujuan dari pengamatan dengan EDX ini adalah untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam produk korosi dan mengetahui struktur material dalam skala mikro. Pengujian ini menggunakan mesin EDX di Departemen Metalurgi dan Material. Produk korosi diambil dengan cara mengeruk produk tersebut pada bagian internal pipa. Pengambilan ini harus hati-hati karena bila terkontaminasi zat lain maka akan mempengaruhi hasil pengujian.

Mesin EDX akan menembakan sinar X pada sampel, lalu sebagian sinar akan dipantulkan oleh sampel dan sebagian lagi akan diserap atau menembus sampel. Dengan adanya perbedaan besarnya sinar yang dipantulkan atau diserap maka komposisi unsur penyusun sampel dapat diketahui.

3.1.3.5 Pengujian XRD

Tujuan dilakukannya pengujian XRD adalah untuk mengetahui senyawa yang terbentuk dalam produk korosi. Pengujian ini dilakukan di Departemen Metalurgi dan Material dengan menggunakan mesin XRD. Sampel untuk pengujian ini diambil pada produk korosi dengan cara pengerikan dari permukaan sampel.

3.1.3.6 Pengujian Komposisi Air

Pengujian komposisi air ini dilakukan untuk mengetahui kandungan air injeksi yaitu air yang mengalir dalam pipa yang mengalami kerusakan. Sampel air yang diuji terdiri atas 4 buah, yaitu: air dengan kode, CT. 01, CT. 02, dan air di CT. 03 dan DS yang berasal dari salah satu perusahaan pengolah energi geothermal di Indonesia. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan dari air itu sendiri.

3.1.3.7 Pengujian Polarisasi

Pengujian polarisasi dilakukan dengan metode ekstrapolasi tafel dan dilakukan di laboratorium korosi dan proteksi logam Departemen Metalurgi dan Material. Pengujian ini untuk mendapatkan kecepatan korosi suatu material pada lingkungan tertentu. Pengujian dilakukan untuk sampel dari *water injection piping*, yaitu air di *down stream* (DS), dan air dari *cooling tower* (CT. 01, CT. 02, dan CT. 03) yang berasal dari salah satu perusahaan pengolah energi geothermal di Indonesia.

Alat dan bahan yang diperlukan untuk pengujian ini adalah:

1. Labu polarisasi yang dilengkapi dengan beberapa leher/sambungan yang berfungsi untuk memasukan larutan dan alat lain ke dalam labu.

2. Elektroda standar kalomel (SCE) sebagai acuan.
3. Elektroda kerja (*Working Electrode*) berupa sampel yang sudah dipreparasi.
4. Dua buah elektroda bantu (*Auxiliary Electrode*) dari bahan karbon.
5. Pegangan elektroda kerja (*electrode holder*).
6. *Luggin capillary* dengan jembatan garam untuk menghubungkan elektroda acuan.
7. Komputer yang dilengkapi dengan software CMS (*Corrosion Measurement System*) 100 dan software pengolah data.
8. Alat potong sampel.
9. Alat solder dan timah solder.
10. Resin mounting dan hardener.
11. Mesin amplas dan kain amplas.

Bahan yang diperlukan adalah:

1. Sampel pipa di daerah logam induk, daerah sambungan dan HAZ.
2. Air injeksi DS, CT. 01, CT. 02, dan air di CT. 03 yang berasal dari Perusahaan di daerah Salak.

Untuk melakukan pengujian polarisasi maka dari potongan pipa harus dilakukan preparasi sampel, yang meliputi:

1. Pemotongan. Sampel dipotong berbentuk lingkaran dengan luas permukaan $\pm 1 \text{ cm}^2$.
2. Penyolderan. Pada salah satu sisi sampel yang sudah dipotong dilakukan penyolderan dengan kabel tembaga sebagai penghantar.

3. *Mounting*. Sampel yang kemudian dimounting menggunakan resin dan *hardener* yang dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk silinder.
4. Pengamplasan. Setelah dimounting maka dilakukan pengamplasan sampel dengan menggunakan kertas abrasif silikon karbida. Proses pengamplasan dilakukan sampai permukaan terlihat rata dan tidak terdapat produk korosi pada permukaan material.

Prosedur pengujian polarisasi adalah:

1. Memasukkan larutan air injeksi sebanyak 900 ml ke dalam labu polarisasi atau gelas beaker.
2. Memasang elektroda kerja pada pegangan elektroda kerja (*electrode holder*).
3. Menempatkan elektroda kerja, elektroda bantu dan jembatan garam dalam labu polarisasi dan menghubungkannya dengan perangkat CMS 100.
4. Menyalakan komputer yang berisi program CMS 100 dan mengaktifkan program pengujian Tafel yang terdapat pada folder *experiment* dengan terlebih dahulu memasukkan kondisi pengujian dan spesifikasi sampel yang digunakan.
5. Setelah program pengujian Tafel selesai maka data yang diperoleh diolah lagi pada folder *analysis* yang terdapat di program CMS 100 untuk memperoleh grafik E vs $\log i$, dan data yang diperoleh disimpan dalam hardisk atau disket.
6. Ulangi langkah 1 sampai 5 untuk sampel yang berbeda dan larutan yang berbeda. Prosedur Kalkulasi Laju Korosi dilakukan sesuai dengan ASTM G102-89 *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*.

3.1.3.8 Perhitungan Indeks Korosifitas

Perhitungan indeks korosifitas ini dilakukan dengan dua metode yaitu metode Langelier dan metode Ryznar, dengan menggunakan kalkulator online. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dan mempercepat perhitungan.

3.1.3.9 Perhitungan Bilangan Reynold

Perhitungan bilangan Reynold dilakukan untuk menentukan jenis aliran air dalam pipa. Hal ini dikarenakan sifat aliran sangat mempengaruhi dari ketahanan korosi dari pipa. Untuk alasan kepraktisan, perhitungan bilangan Reynold ini dilakukan dengan menggunakan kalkulator online pada sebuah situs internet.

