

PENGENDALIAN KOROSI DENGAN TEKNIK MODIFIKASI MATERIAL PIPA DISCHARGE PADA POMPA SUBMERSIBLE

Zainal Arifin

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Korosi merupakan gejala yang timbul secara alami, pengaruhnya dialami oleh hampir semua jenis logam. Secara besar korosi dapat didefinisikan sebagai penurunan mutu logam, akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungan. Dalam aktivitas pompa sekalipun korosi dapat menjadi salah satu factor penyebab kerusakan pada pipa discharge. Berbagai metode digunakan untuk meminimalisir, salah satunya melalui teknik modifikasi material pipa dan cempling joint dengan baja nirkarat tipe 316 Aisi, yang sebelumnya menggunakan pipa baja galvanis

Kata Kunci : Korosi, mutu logam, pipa discharge, pompa

PENDAHULUAN

Air adalah sumber kehidupan dimuka bumi dan merupakan sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan. Dengan begitu vitalnya air bahkan ada istilah "Tanpa Air Kehidupan Akan Berakhir", begitulah sangat pentingnya air bagi makhluk dimuka bumi. Untuk itu kita sebagai manusia berkewajiban untuk melestarikan dan memanfaatkan sebaik mungkin.

Perkiraan air yang tersedia dimuka bumi saat ini menurut UNESCO adalah 1.386 juta KM^3 , namun dari jumlah tersebut 97,5 % di dominasi oleh air asin, dan selebihnya 2,5% adalah air tawar. Oleh sebab itu masalah air bersih sudah saatnya disikapi dengan bijak dan dikelola dengan baik untuk meningkatkan taraf kehidupan manusia, karena kesejahteraan dan keberhasilan pembangunan juga sangat dipengaruhi dari kemampuan untuk mengelola dan menyediakan air bersih kepada masyarakat secara berkesinambungan.

Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Mon Pase dalam mengelola air bersih kepada penduduk kota Lhokseumawe dan sekitarnya, telah memanfaatkan jasa Sumur Dalam (Deep Well), dengan menggunakan beberapa pompa submersible sebagai penghisap dan mengalirkan air kepada pelanggan. Dalam hal ini yang menjadi masalah saat ini adalah terhadap ketahanan pipa discharge dari bahaya korosi/karat, yang disebabkan oleh proses alamiah yang berlangsung dengan sendirinya, sehingga lama kelamaan pipa akan menipis atau pun

keropos yang mengakibatkan kebocoran dan bahkan pipa akan terputus.

TEORI DASAR

Sebagian besar orang, korosi diartikan sebagai karat, yakni proses/reaksi elektro kimia yang terjadi secara alamiah berlangsung pada logam [1]. Korosi menjadi beban bidang perkerayaan ditinjau dari tiga hal, yaitu :

- Dari segi biaya sangat mahal
- Korosi merupakan salah satu dampak gangguan pada suatu sistem yang bekerja.
- Korosi sangat tidak nyaman bagi manusia, dan bahkan kadang-kadang mendatangkan maut.

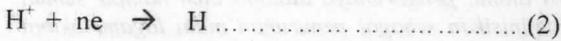
Dalam kaitan ini sebagai contoh misalnya untuk biaya penggantian komponen-komponen yang terkena korosi sedemikian rupa, kesalahan yang sering dibuat dalam hal ini adalah karena perhitungan biaya korosi hanya menyangkut penggantian. Biaya korosi hampir selalu lebih besar logam yang digunakan dalam praktek berasal dari mineral yang keberadaannya di alam stabil, karena itu cepat atau lambat logam akan kembali lagi kedalam sebagai mineral atau non logam.

Proses ini dikenal dengan "Korosi". Tetapi yang dimanfaatkan dari logam adalah sifat-sifatnya, maka proses korosi didefinisikan juga sebagai proses penurunan sifat logam berinteraksi dengan lingkungannya.

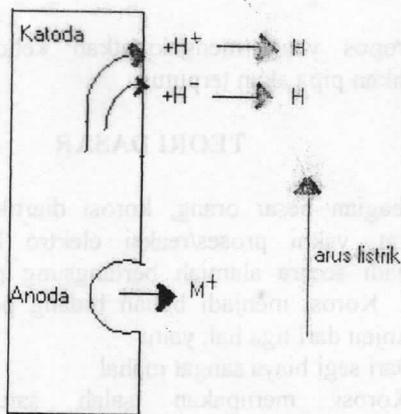
Proses korosi logam adalah proses elektrokimia, dimana proses ini terjadi perubahan-perubahan kimia dan muatan listrik dari logam yang terkorosi.



Pada proses korosi ini logam yang disebut anoda atau dengan perkataan lain, dianoda ion logam akan larut kelingkungan, sedangkan electron tetap berada di logam. Elektron – electron tersebut akan berpindah kesuatu tempat, dimana electron akan mereduksi ion didekatnya, misalnya ion hydrogen, bila kondisinya asam:



Secara keseluruhan pada suatu logam yang terkorosi tercipta atau rangkaian tertutup dari arus listrik searah. Sebagai mana yang ditunjuk oleh gambar dibawah ini:



Gambar 2.1. Arus Listrik Tertutup Pada Proses Korosi

Korosi terjadi bila pada suatu logam ada perbedaan antara suatu tempat dengan yang lainnya sehingga tercipta daerah anodic (anoda) dan daerah katodi(katoda), atau jika kedua logam yang berbeda potensialnya berhubungan secara listrik. Korosi seperti ini disebut korosi galvanis.

Jenis-jenis Korosi dan Pengendaliannya.

Berdasarkan bentuk permukaan yang terserang. Korosi dibedakan atas delapan jenis [5].

1. Korosi Permukaan yang Merata

Proses korosi berlangsung merata pada seluruh permukaan logam yaitu :

- Tipe atau bentuk yang paling sering terjadi (dijumpai)
- Seluruh permukaan bahan terserang dan mengalami penipisan secara merata.
- Usia bahan (peralatan) dapat diperkirakan
- Relatif tidak terlalu berbahaya.

Pengendalian

Korosi permukaan yang merata dikendalikan melalui :

- Pelapisan permukaan bahan dengan cat/coatings
- Penggantian peralatan dengan bahan lebih baik/tahan terhadap korosi.
- Pembubuhan senyawa “Inhibitor Korosi”
- Pemasangan system “Proteksi Katodik”

2. Korosi Galvanik

Korosi galvanic terjadi karena kontak antara dua jenis logam yang berbeda potensial berada didalam lingkungan korosif. Oleh sebab itu prinsip ini digunakan dalam teknik proteksi katodik, logam yang mudah terkorosi dikorbankan untuk melindungi struktur konstruksi logam lain. Contoh logam yang biasa sebagai korban adalah magnesium, seng, aluminium.

Pengendalian

Korosi galvanik bisa dikendalikan melalui :

- Pelapisan permukaan salah satu atau kedua logam yang berkontak.
- Pemberian isolasi antara kedua logam sehingga secara elektrik tidak berkontak lagi.
- Pembubuhan inhibitor korosi.

3. Korosi Celah

Korosi celah terjadi karena celah tersebut terlindung sehingga terdapat kelainan, misalnya konsentrasi senyawa tertentu dengan sekitarnya. Korosi di dalam celah lebih parah dari pada sekitarnya.

Korosi celah terjadi antara :

- Dua bagian logam
- Kerak dan logam dasar
- Karat (produk korosi) dan logam dasar
- Deposits dan logam dasar

Pengendalian

- Kurangi kandungan oksigen didalam lingkungan.
- Usahakan agar pH system tetap tinggi
- Usahakan agar temperature tetap rendah
- Hindari adanya celah dengan jalan:
 - a. Menggunakan sambungan lasan
 - b. Menjaga agar permukaan tetap bersih, bebas dari kerak, karat atau deposit
 - c. Menjaga agar tidak terjadi stagnasi aliran

PEMBAHASAN

1. DATA PENGAMATAN LAPANGAN

Dari hasil pengamatan lapangan, penyebab korosi pada pipa discharge pompa Submersible PDAM yang sering terjadi adalah :

1. Pada sambungan pengelasan pembantu antar pipa.
2. kurangnya ketelitian ketika penyambungan (joint) antar pipa, terutama pada ulir.
3. Kebocoran kecil yang sering diabaikan, sehingga potensi celah air yang keluar dapat mempengaruhi pipa yang lain.
4. Laju air dalam pipa saat operasional.
5. Tidak adanya proteksi tambahan pada permukaan pipa.

1.1 Jenis- jenis korosi yang menyerang pipa discharge menurut pengamatan.

1. Korosi permukaan yang merata (homogen Korosi).
2. Korosi galvanic
3. Korosi celah.
4. Korosi permukaan yang terlokalisasi

2. Penyebab terjadinya korosi.

Ditinjau dari letak atau logam yang terserang, korosi dapat dipengaruhi oleh 3 (tiga) Keadaan yaitu: udara, air, tanah.

2.1 Korosi udara

Factor penyebab utama korosi oleh udara adalah : adanya kabut dan pengembunan, akibat kelembaban yang relatif tinggi. Kabut dan pengembunan bisa mandatkan bahaya korosi dari udara, karena membasahi seluruh permukaan termasuk yang tersembunyi [4].

Lapisan - Lapisan tipis dari kabut dan embun tidak akan mengalir dan menguap bila ada hembusan angin atau meningkatnya temperatur. Kebanyakan logam seperti besi , baja, nikel, tembaga dan seng mengalami korosi bila kelembaban melebihi 60 persen.

2.2 korosi air

Fctor utama korosi air adalah disebabkan oleh pH (keasaman) maupun bisa [4]. Sehingga apabila pipa yang berada dalam lingkungan tersebut, maka pipa tersebut akan terserang korosi. Demikian juga bila hujan gerimis atau percikan air jatuh kepermukaan pipa yang tidak terlindung,

cincin-cincin karat akan segera terlihat sesudah air menguap.

Setiap tetes air akan bertindak sebagai sebuah sel erasi-diferensial dan cincin-cincin karat terbentuk ditempat ion-ion besi dari anoda tertentu dengan ion - ion hidroksil yang dibangkitkan di katoda. Jika permukaan mempunyai system drainase yang baik atau mendapatkan ventilasi yang cukup, sehingga butir butir air lekas kering, kerusakan akibat korosi akan minimum.

2.3 Korosi Tanah

Penyebab korosi pada pipa dalam tanah adalah bila kandungan butir - butir air meningkat, disebabkan konduktifitas, pH, Kandungan oksigen, Konsentrasi ion agresif, dan aktifitas biologi dalam tanah[4].

Jenis tanah (Pasir, silt atau lempengan) dan harga parameter diatas sangat bervariasi. Jaringan pipa sumur biasanya melewati tanah berbeda yang membentuk anoda - anoda pada permukaan pipa yang satu dengan yang lain saling terpisah. Kehantaran dan pH tergantung pada kandungan mineral tanah dan ion - ion yang terbasuh kedalamnya.

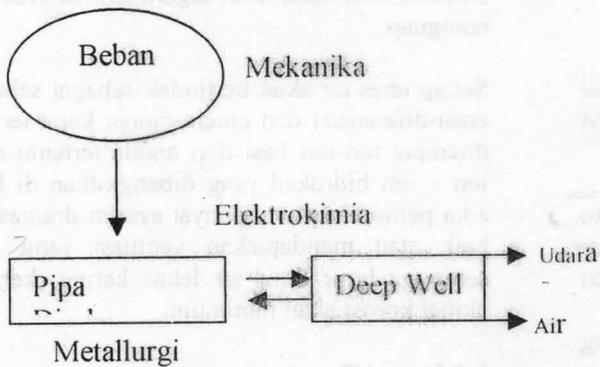
2. Data dan Analisa Lapangan

Dalam penulisan ini penulis membatasi analisis korosi pipa discharge. Khususnya pada titik pengelasan sambungan penguat antar pipa, yaitu menganalisa proses terjadinya korosi secara visual terhadap pipa langsung dilapangan, dengan data sebagai berikut :

Tabel 1. Data dan Analisa Lapangan

No	Material	Vol / Sat	Ket
1	Pipa Galvanis	1btgØ3"x6m	-Kelas Medium (sedang)
2	Besi Penguat	2btg.20x1x1cm	-Besi cor biasa
3	Pengelasan		-Las busur elektroda terbungkus (SMAW)
4	Air Sumur		-Deep Well

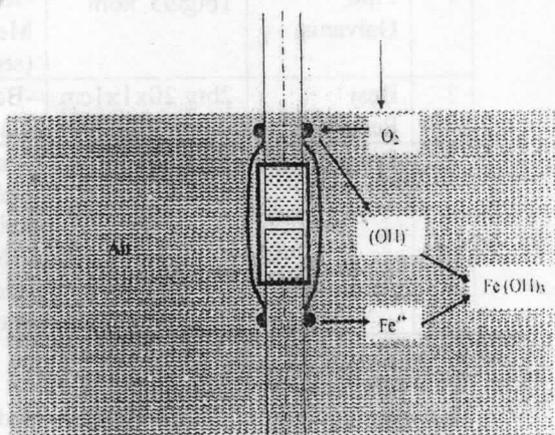
Menurut analisis,terjadinya korosi pada pipa discharge dipengaruhi oleh adanya udara dan air didalam sumur. Secara umum proses terjadinya korosi dapat dilihat pada gambar (2) dibawah ini :



Gambar 2 Proses Terjadinya Korosi Secara Umum pada Pipa Discharge

Kalau diamati proses terjadinya korosi berlangsung dalam air maka ada 4 komponen dasar yang mempengaruhi yaitu :

1. Komponen las dan besi penguat, yaitu sebagai pembangkit sel korosi pada lapisan galvanis yang disebut Anoda
2. Komponen besi (bahan utama pipa) sebagai katoda, oleh karena itu besi terlindungi meskipun lapisan galvanis terkelupas.
3. Adanya pengelasan electron-elektron dari Anoda ke Katoda dalam lingkungan elektrolit, sehingga sel korosi dapat mengalir, yang disebut sebagai hubungan listrik. Dengan demikian proses terjadinya korosi pada titik pengelasan sambungan penguat antar pipa sebagai mana yang ditunjukkan pada gambar (3) dibawah ini :

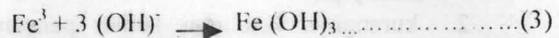


Gbr 4.3b Proses terjadinya korosi secara khusus pada pipa discharge

Dimana :



Sehingga :



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ adalah produk karat yang mengendap, tidak dapat larut dalam air, sehingga akan terbentuk pada besi oleh udara dengan adanya lapisan cairan elektrolit.

Diamati dari proses terjadinya korosi, dimana adanya pengelasan dan besi penguat pada satu titik, maka penulis berkesimpulan bahwa ada dua jenis korosi yang menyerang pipa discharge sekaligus yaitu :

1. Korosi galvanic
2. Korosi antar butir

Namun dari kedua jenis korosi tersebut yang paling menonjol adalah korosi antar butir, alasannya disebabkan oleh pengaruh panas saat pengelasan hingga mencapai $\pm 700^\circ\text{C}$.

Dalam hal ini didukung oleh pendapat yaitu

1. Korosi antar butir disebabkan oleh presipitasi karbida krom pada batas butir, sehingga karbida krom berkurang disekitar pengelasan, dari daerah inilah korosi pada awalnya dimulai, bahkan dalam keadaan tertentu karbida krom sendiri terserang korosi [8].

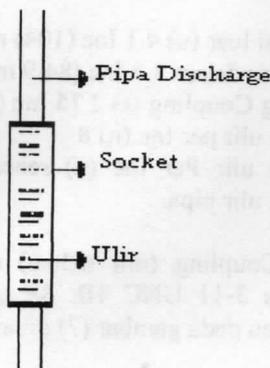
Karbida krom berpresipitasi pada daerah temperature $500-900^\circ\text{C}$. dan korosi antar butir terjadi didaerah yang dipengaruhi oleh panas pada titik pengelasan

2. Terjadinya korosi antar butir disebabkan oleh dua efek [4] yaitu :

- Sel galvanic terbentuk pada skala mikroskop
- Karbon membentuk karbida krom, sehingga kadar krom didaerah batas butir berkurang, yang pada akhirnya kehilangan lapisan galvanis setempat.

3. Pengendalian Korosi dengan Teknik Modifikasi Pipa Discharge.

Setelah mengamati kondisi pipa dan analisa penyebab terjadinya korosi, maka penulis cenderung memodifikasi material pipa discharge sekaligus penambahan panjang ukuran coupling sambungan berulir, yaitu dengan baja nirkarat atau stainless stell 316 AISI. Karena selain tahan terhadap korosi juga pada umumnya banyak digunakan pada industri, untuk pipa system pengontrol aliran bertekanan tinggi, Sebagai mana yang diperlihatkan pada gambar (4) dibawah ini :



Gambar 4. Kondisi Pipa Discharge setelah Modifikasi.

3.1. Pemilihan Material

Pada dasarnya pemilihan material untuk pipa discharge adalah menghindari terjadinya serangan korosi lebih cepat. Bagi Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Mon Pasa hal yang demikian sangat diperlukan guna kelangsungan operasional pompa Sumur Dalam (Deep Well).

Pemilihan material pipa baja nirkarat atau stainless stell tipe 316 AISI dengan memodifikasi bagian berulir, bertujuan agar pipa dapat menahan beban maupun getaran-getaran yang diakibatkan oleh motor pompa dan aliran air dalam pipa.

3.2. Data dan Perhitungan Ulir Luar

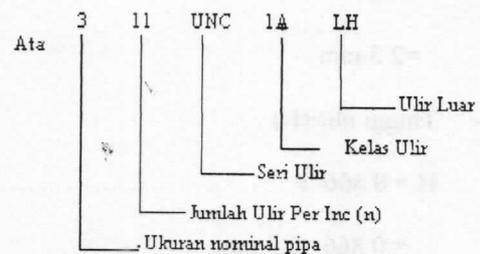
Material yang digunakan pipa baja ukuran nominal diameter 3 Inc. skedul 40 .

Dimana :

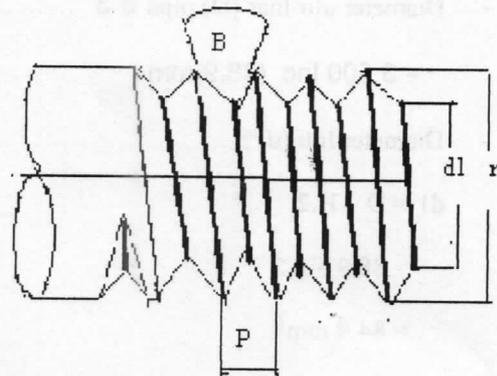
- Diameter luar (D) 3.500 Inc.(88.9) mm.
- Diameter dalam (d) 3.068 Inc (77.9)mm

- Jumlah ulir per Inc.(n) 8.
- Rencana ulir per Inc (n) 11 sesuai dengan jumlah ulir pipa galvanis sebelumnya

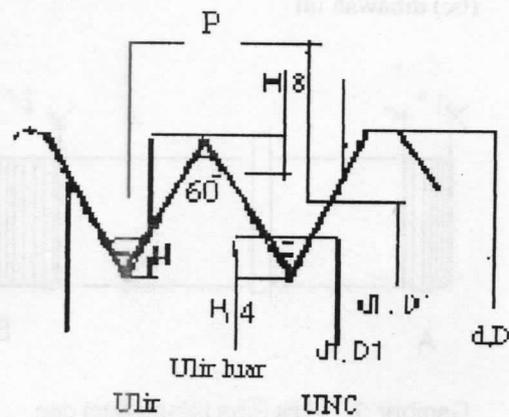
Ulir pipa dan coupling direncanakan ukuran standar ulir kasar UNC (JIS B 0206) dengan nomor seri 5/8 – 11 UNC. Sebagaimana yang diperlihatkan pada gambar (5) dan (6) dibawah ini :



Gambar 5. Data Perhitungan Ulir Luar



Gambar 6a. Ulir Luar (Pipa Discharge)



Gambar 6b. Dimensi Ulir

Dimana :

- Sudut ulir (B)
Untuk sudut ulir kasar metris 60°

- Jarak bagi = kisar (p)

$$P = \frac{25.4}{n} \dots\dots\dots(4)$$

$$= \frac{25.4}{11}$$

$$= 2.3 \text{ mm}$$

- Tinggi ulir (H)

$$H = 0.866 \cdot P \dots\dots\dots(5)$$

$$= 0.866 \cdot 2.3 \text{ mm}$$

$$= 2 \text{ mm}$$

- Diameter ulir luar (D) pipa Ø 3"(6)

$$= 3.500 \text{ Inc. (88.9)mm}$$

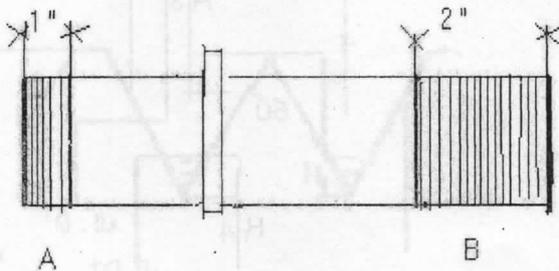
- Diameter Inti (d1)(7)

$$d1 = D - H \cdot 2$$

$$= 88.9 - 2 \cdot 2$$

$$= 84.9 \text{ mm}^2$$

Jadi panjang ulir setelah dimodifikasi menjadi 2 Inc dan jumlah ulir menjadi 22 dimana ukuran sebelumnya yaitu panjang 1 Inc dengan jumlah ulir per Inc 11 seperti ditunjukkan pada gambar (6c) dibawah ini :



Gambar 7. Ulir Pipa (A)sebelum dan (B)setelah Modifikasi

3.3. Sistem Sambungan

Kegunaan penambahan ukuran panjang coupling juga jumlah ulir, agar sambungan pipa lebih kuat dan padu, dapat menahan berat pompa dan laju aliran air kecepatan tinggi, sehingga tidak diperlukan lagi pengelasan besi penguat tambahan pada tiap-tiap sambungan pipa. Dengan demikian system sambungan ini diharapkan pipa discharge terbebas dari korosi dan dapat bertahan lama.

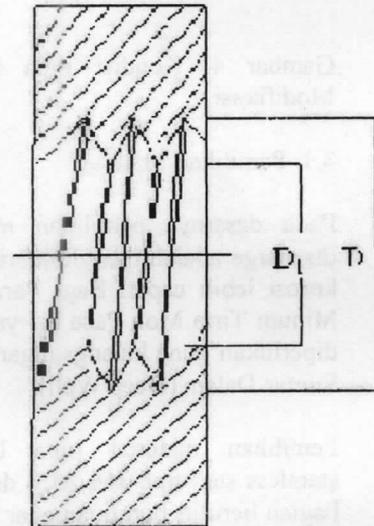
3.4. Data dan Perhitungan Ulir Dalam

Standard Coupling yang digunakan dengan ukuran nominal diameter 3 Inc skedul 40 (lampiran IX).

Dimensi :

- Dimensi luar (u) 4.1 Inc (104) mm
- Diameter dalam 3.3 Inc (84.9 mm, perkiraan)
- Panjang Coupling (s) 2.75 Inc (70) mm
- Jumlah ulir per Inc (n) 8
- Jumlah ulir Per Inc (n) rencana 11, sesuai dengan ulir pipa.

Jadi ulir Coupling (ulir dalam) no seri 5/8-11 UNC atau 3-11 UNC 1B. Sebagai mana yang diperlihatkan pada gambar (7) dibawah ini :



Gambar 7. Ulir Dalam (Coupling)

Dimana :

- Diameter dalam ulir dalam (D1).....(8)

$$D1 = D_{\text{pipa}} - H \cdot 2$$

$$= 88.9 - 2 \cdot 2 \text{ mm}$$

$$= 84.9 \text{ mm}$$

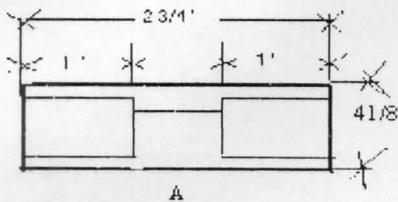
- Diameter luar ulir dalam (D).....(9)

$$D = D1 + H.2$$

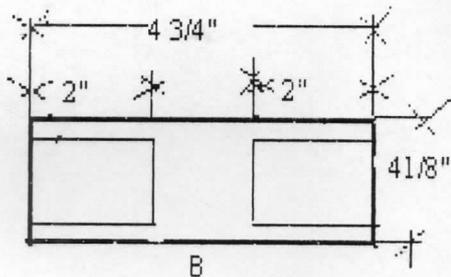
$$= 84.9 + 2.2 \text{ mm}$$

$$= 88.9 \text{ mm}$$

Setelah dimodifikasi jumlah ulir untuk coupling sama dengan jumlah ulir pipa yaitu masing-masing panjang 2 Inc dan jumlah ulir 22 seperti terlihat pada gambar (8) berikut ini:



Gambar 8a. Coupling (A) sebelum Modifikasi



Gambar 8b. Coupling setelah Modifikasi

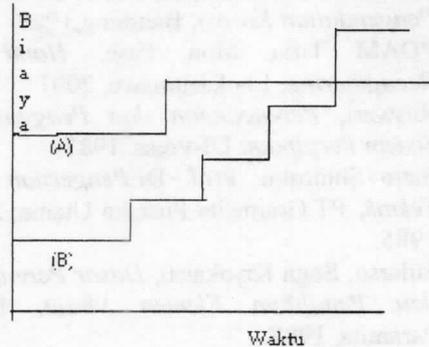
3.5. Keunggulan Pipa Baja Nirkarat Tipe 316

Keunggulan pipa baja nirkarat tipe 316 atau bisa disebut dengan stainless steel adalah sebagai berikut :

1. Lebih tahan terhadap korosi, terutama di air laut
2. Daya tahan terhadap laju aliran pipa tanpa batas, apalagi terhadap berat dan getaran pompa submersible saat operasional.
3. Banyak digunakan pada peralatan pabrik, terutama untuk pipa proses pengolahan limbah dan pipa pompa submersible dalam air laut.

4. Keandalan serta masa pakai yang lebih lama, walaupun harganya relatif lebih mahal apabila dibandingkan dengan pipa baja galvanis.

Untuk lebih jelasnya lagi dapat dilihat pada gambar (9) dibawah ini :



Gambar 9. Penghematan dari pemilihan bahan yang tepat.
A. Biaya awal tinggi, perawatan rendah
B. Biaya awal rendah, perawatan tinggi

3.6. Kelemahan Pipa Tipe 316

Kelemahan pipa tipe 316 adalah apabila digunakan di air laut yang mengalir deras dan terdapat celah pada sambungan pipa baik kopling ataupun pengelasan maka akan lebih cepat terjadinya korosi, serta tidak tahan bila dipanaskan pada range 1.500-1.700^oF.

KESIMPULAN

Korosi merupakan proses penurunan sifat pipa secara alamiah yang sering terjadi pada pipa discharge PDAM Tirta Mon Pase Lhokseumawe, untuk itu memerlukan perhatian serius terutama terhadap pemilihan material ataupun perawatan yang teratur, sehingga pipa dapat bertahan lama.

Menurut analisa lapangan pipa baja galvanis kurang cocok untuk pompa Sumur Dalam (Deep Well), berhubung selain rentan terhadap serangan korosi juga karakteristiknya tidak tahan dengan laju aliran tinggi, oleh karenanya perlu dilakukan modifikasi material dengan pipa baja nirkarat atau stainless steel tipe 316.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chrch Austin H, *Pompa dan Blower Sentrifugal*, Erlangga, 1993.

2. Chenoweth Jensen, *Kekuatan Bahan Terapan*, Erlangga, 1989.
3. Djaprie Sriati, *Ilmu dan Teknologi*, Erlangga, 1985.
4. J.Chanberlin, *Korosi*, PT. Garmedia Pustaka Utama, Jakarta, 1991.
5. PT. Serba Multi Sarana, *Dasar-dasar Teknik Pengendalian Korosi*, Bandung, 1987.
6. PDAM Tirta Mon Pase, *Hand Book Reengineering*, Lhokseumawe, 2001.
7. Raswari, *Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan*, UI-Press, 1987.
8. Saito Shinroku, Prof. Dr. *Pengertian Bahan Teknik*, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1985.
9. Sularso, Suga Kiyokatsu, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramita, 1987.
10. Sinar Mas, *General Suppliers*, Jakarta, 2001.
11. TW.Edwards, PE, *Teknologi Pemakaian Pompa*, Erlangga, 1993.



Gambar 2b. Contoh jenis Modifikasi

1.2. Keunggulan Pipa Baja Corus Tipe 316

Keunggulan pipa baja corus tipe 316 adalah sebagai berikut:

1. Tidak berkarat akibat kontak langsung dengan air laut.
2. Tidak berkarat akibat kontak langsung dengan air laut yang mengandung garam.
3. Tidak berkarat akibat kontak langsung dengan air laut yang mengandung garam.
4. Tidak berkarat akibat kontak langsung dengan air laut yang mengandung garam.

KESIMPULAN

Korosi merupakan proses penurunan sifat pipa secara alamiah yang sangat cepat pada pipa baja karbon yang terdapat pada lingkungan pipa baik lingkungan darat maupun lingkungan laut. Untuk itu diperlukan pemilihan jenis material pipa yang sesuai dengan lingkungan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

1. Edwards, T.W., *Teknologi Pemakaian Pompa*, Erlangga, 1993.