C04

Penentuan Remaining Life dalam bentuk (safety) Minimum Wall Thickness dari instalasi tubing sebuah unit Desalinasi dengan proses pembersihan menggunakan Acid Cleaning

Mickael Ruben Kaiway
Program Studi Teknik Sistem Energi, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Internasional Papua
email: mickaelkaiway@yahoo.co.id

ABSTRAK

Ada terdapat dua metode yang digunakan untuk menentukan remaining life dari tube horizontal pada unit desalinasi yakni pengukuran ketebalan dinding minimum (MAWT Measurement) dan pengukuran konsentrasi material tube yang terbuat dari tembaga, yang terlarut selama proses pencucian unit desalinasi. Hasil yang didapat menunjukan bahwa dengan pendekatan 10 kg masa terlarut setiap pembersihan unit desalinasi, maka akan tersisa 268 kali pencucian yang masih dapat dilakukan sebelum ketebalan dinding tube melewati nilai dari minimum WT. Pada pendekatan 15 kg, 20 kg dan 30 kg akan tersisa secara berurutan 179, 134 dan 89 kali pembersihan yang masih dapat dilakukan.

Kata kunci: *Acid Cleaning*, *Basic Allowable Stress*, *Minimum Allowed Wall Thickness (MAWT)*

PENDAHULUAN

Ketika ketersediaan air menjadi masalah pada sebuah tempat pengelolaan gas alam, maka solusi yang diambil adalah pengolahan serta pemanfaatan air laut. Dengan adanya pemanfaatan air laut maka kebutuhan air yang nantinya akan diperlukan guna menghasilkan uap, kebutuhan air bersih dan lain sebagainya dapat terpenuhi. Namun dibalik hal ini, terdapat sebuah permasalahan yakni ada terjadinya pembentukan scale secera perlahan pada unit desalinasi yang digunakan. Scale yang terbentuk nantinya akan memberi dampak negative terhadap unit desalinasi yang dalam perwujudannya berupa penurunan kinerja unit desalinasi secara umum.

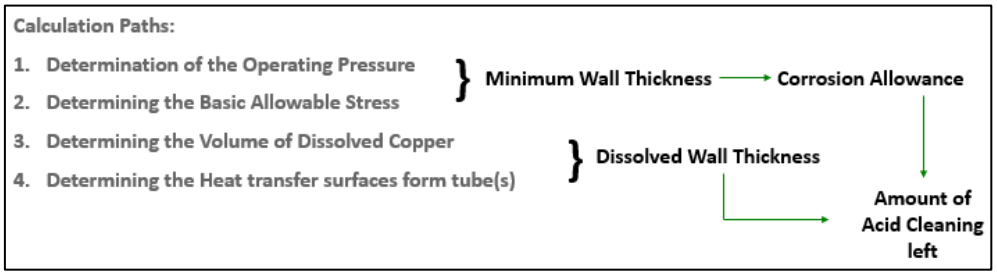
Sebagai Solusi permasalahan terhadap scale ada terdapat berbagai metode pembersihan unit desalinasi yang dapat digunakan. Dua metode pembersihan scale yang telah digunakan yaitu mechanical cleaning dalam bentuk high pressure cleaning dan chemical cleaning dalam bentuk acid cleaning. Diantara kedua metode pembersihan, hasil yang didapatkan dengan cara acid cleaning mempunyai hasil yang lebih efektif. Meskipun memiliki hasil pembersihan yang lebih baik dibandingkan dengan high pressure cleaning, terdapat resiko terjadinya kerusakan bagian-bagian tertentu didalam unit desalinasi yang memiliki ketebalan material yang kecil. Jika terjadi kontak secara terus menerus diantara tube-tube yang disebutkan dan acid, maka material dari tube tersebut perlahan-lahan akan terlarut dan mengakibatkan kerusakan seperti kebocoran tube. Oleh karena itu perlu adanya pemeriksaan rutin pada kondisi tube sehingga kerusakan tube dapat dicegah.

METODE PENELITIAN

Metode yang ditawarkan pada penelitian ini menjadi sangat bermanfaat pada situasi dimana pengukuran langsung ketebalan dinding sebuah pipa ataupun tube sulit untuk dilakukan dan tidak memungkinkan.

Ada terdapat dua metode yang digunakan untuk menentukan remaining life dari tube horizontal

pada unit desalinasi yakni pengukuran ketebalan dinding minimum (MAWT Measurement) dan pengukuran konsentrasi material tube yang terbuat dari tembaga, yang terlarut selama proses pencucian unit desalinasi.



Gambar 1 – Langkah-langkah Perhitungan *Wall Thickness* Terlarut

Pada proses perhitungan MAWT ataupun MAWT Measurement perlu diperhatikan beberapa hal penting yaitu unit desalinasi bekerja dalam keadaan vakuum, tekanan yang terdapat pada dokumen vendor ataupun data sheet dari perusahaan pembuat unit desalinasi merupakan tekanan alat ukur ataupun gauge value sehingga harus terlebih dahulu diubah kedalam absolute value. Langkah berikutnya yaitu penentuan basic allowable stress dari material penyusun unit desalinasi. Disini dilakukan dua pendekatan yang pada akhirnya akan dibandingkan tingkat keakuratannya. Cara pertama adalah mengasumsikan nilai dari basic allowable stress bernilai 2/3 dari nilai yield strength material. Angka ini merupakan rule of thumb yang sering digunakan didalam perhitungan basic allowable strength yang cukup akurat. Cara kedua yaitu melalui interpolasi dari data terkait material unit desalinasi yang terdapat didalam dokumen ASME Section 2 – Material Properties. Pada akhirnya akan didapatkan berapa nilai corrosion allowance (CA) yang dimiliki oleh material penyusun unit desalinasi.

Pengukuran material tube yang terlarut dimulai dengan mengumpulkan data dari pelaporan jumlah material terlarut yang ditemukan pada sample acid yang digunakan pada proses pencucian unit desalinasi. Dari situ dapat ditentukan massa terlarut pada saat proses pencucian dilaksanakan. Setelah itu volume dari material yang terlarut dapat dihitung dengan bantuan density material. Luas permukaan dari tube untuk setiap tube yang terinstall didalam unit desalinasi jika dijumlahkan maka akan didapatkan luas permukaan keseluruhan dari tube.

Perhitungan MAWT

Langkah pertama yang perlu dilakukan yaitu mengkonversikan operating pressure. Hal ini disebabkan oleh nilai operating pressure belum berada pada keadaan absolute.

Tabel 1 – Konversi *Operating Pressure* ke dalam Keadaan Absolut beserta Hasil Interpolasi *Basic Allowable Stress Material Tube Unit* Desalinasi

Operating Pressure (Measured)	Kg/cm^2G	-0.71
Operating Pressure (Absolute)	Kg/cm^2	0.323
Operating Pressure (Absolute)	Pa	**31,675.5**
Operating Pressure (Absolute)	MPa	**0.032**
Basic Allowable Stress	Mpa	**81.9**

Setelah operating pressure berada pada keadaan absolute, Basic Allowable Strees dapat ditentukan dengan menggunakan dokumen ASME Section II-D [1]. Dengan operating temperature yang diketahui, maka didapatkan nilai dari Basic Allowable Stress melalui proses perhitungan interpolasi dari tabel yang tersedia pada dokumen ASME Section II-D. Pada akhirnya, nilai dari corrosion

allowance dapat dihitung.

$$t_{nominal} = t_{MAWT} + t_{SWT} + CA$$

$$t_{MAWT} = \frac{P \cdot D_O}{2 \cdot S \cdot W + P} + 0.005 \cdot D_O$$

$$CA = t_{nominal} - t_{MAWT} - t_{SWT}$$

Perhitungan masa terlarut

Berdasarkan laporan dari proses pencucian unit desalinasi dalam beberapa waktu terakhir didapatkan data pengukuran konsentrasi terlarut seperti pada tabel dibawah ini [2].

Tabel 1: Total Masa terlarut material tube dari tiga pembersihan terakhri Unit Desalinasi [2]

Copper weight loss per Acid Cleaning				
April 2021	kg	30.7	G	30,700
Mei 2022	kg	9.6	G	9,600
December 2022	kg	0.19	G	190
total	**kg**	**40.49**	**G**	**40,490**

Dengan diketahuinya masa keseluruhan dari material yang telah terlarut selama proses pencucian yang telah dilakukan pada unit desalinasi, maka dapat dicari volume material terlarutnya dengan bantuan masa jenis.

$$V_{cu} = \frac{m_{cu}}{\rho_{cu}}$$

Agar pada akhirnya dapat ditemukan ketebalan dinding dari tube, maka luas permukaan harus dihitung terlebih dahulu, sehingga ketebalan dinding dapat diperoleh dengan membagi volume material terlarut dan luas keseluruhan dari semua tube yang terpasang pada unit desalinasi

$$A_{\text{heat transfer, 1 tube}} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{D_o}{2} \cdot l_{tube}$$

$$A_{\text{heat transfer, all tubes}} = A_{\text{heat transfer, 1 tube}} \cdot \text{number of tubes}$$

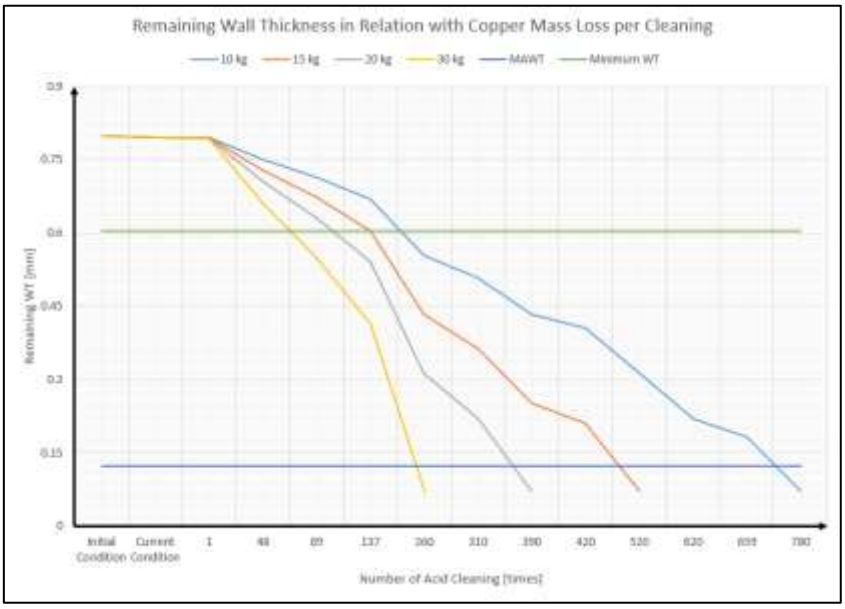
$$t_{cu,disolved} = \frac{V_{cu}}{A_{\text{heat transfer, all tubes}}}$$

Perhitungan ketebalan dinding tube yang dilakukan beralaskan asumsi bahwa material terlarut yang terjadi pada tube unit desalinasi tersebar secara baik dan merata untuk setiap tube didalam unit desalinasi. Ketika didapatkan proses terlarutnya material hanay terkonsentrasi pada beberapa titik, maka perlu dikaji kembali cara mendapatkan ketebalan dinding material yang telah terlarut selama proses pencucian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi awal yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah presumsi bahwa setiap kali pembersihan unit desalinasi akan terjadi variasi berat terlarut dari material tube. Nilai dari pra kondisi ini yakni 10 kg, 15 kg, 20 kg dan 30 kg material terlarut. Dengan semakin meningkatnya nilai pra kondisi berat terlarut maka akan semakin sedikit jumlah acid cleaning tersisa yang dapat dilakukan, yang nilainya dapat dilihat berdasarkan dua indikor penilai yang telah dihitung pada bab sebelumnya yakni MAWT dan Minimum WT. Dapat dilihat ketebalan dinding yang awalnya bernilai 0,8 mm mulai

berkurang akibat proses pencucian yang telah dilakukan pada waktu sebelumnya, dan dengan bantuan penelitian ini yang memberikan beberapa variasi case, dapat dilihat proyeksi berkembangnya penurunan nilai ketebalan dinding tube kedepan beserta ambang batas dimana proses pencucian masi dianggap aman untuk dilakukan.



Gambar 1 - Hubungan antara Minimum Wall Thickness dan Jumlah Acid Cleaning yang masih dapat dilakukan

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil akhir dari perhitungan yang dilakukan menunjukan bahwa dengan pendekatan 10 kg tembaga masa terlarut setiap pembersihan unit desalinasi, maka akan tersisa 268 kali pencucian yang masih dapat dilakukan sebelum ketebalan dinding tube melewati nilai dari minimum WT. Pada pendekatan 15 kg, 20 kg dan 30 kg akan tersisa secara berurutan 179, 134 dan 89 kali pembersihan yang masih dapat dilakukan.

Proses inspeksi berkala pada unit desalinasi dapat menjadi parameter pengawas guna melihat perkembangan dari tube pasca pembersihan.

REFERENSI

[1] The American Society of Mechanical Engineers. *ASME Code for Pressure Piping, B31*. February 27th, 2015.

[2] Baker Hughes. *Completion Report of Chemical Cleaning Work on Desalination Unit 064-V-1001C*. January 5th, 2023.

[3] Author unknown. *Unit 164 Desalination Package*. Plant Summary Book.

[4] Sasakura Engineering CO., LTD. *Desalination Package, KJP Doc. No. V-215A-002-A-821*. October 4th, 2006.