

LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN
OPTIMALISASI PENGGUNAAN *SCALE INHIBITOR* PADA
PROSES DESALINASI DENGAN METODE ANALISIS ION
TERLARUT MENGGUNAKAN *ATOMIC ABSORPTION*
SPECTROFOTOMETRY
DI PT INDONESIA POWER UNIT PEMBANGKITAN DAN
JASA PEMBANGKITAN PRIOK
(1 Mei – 30 Juli)



OLEH :

ELEVEN SIHOMBING	1512059
RENDRA SAPUTRA	1512071

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
2016

LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN
OPTIMALISASI PENGGUNAAN *SCALE INHIBITOR* PADA
PROSES DESALINASI DENGAN METODE ANALISIS ION
TERLARUT MENGGUNAKAN *ATOMIC ABSORPTION*
SPECTROFOTOMETRY
DI PT INDONESIA POWER UNIT PEMBANGKITAN DAN
JASA PEMBANGKITAN PRIOK
(1 Mei 2016 – 30 Juli 2016)



OLEH :

ELEVEN SIHOMBING 1512059

RENDRA SAPUTRA 1512071

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
2016

LEMBAR PENGESAHAN
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA

JUDUL : OPTIMALISASI PENGGUNAAN *SCALE INHIBITOR*
PADA PROSES DESALINASI DENGAN METODE
ANALISIS ION TERLARUT MENGGUNAKAN
ATOMIC ABSORPTION SPECTROFOTOMETRY

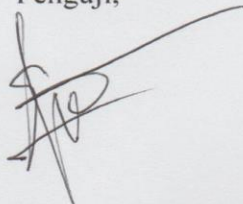
DISUSUN OLEH :
NAMA/ NIM : ELEVEN SIHOMBING/ 1512059
RENDRA SAPUTRA/ 1512071

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah Diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir
Program Studi Teknik Kimia Polimer
Politeknik STMI Jakarta pada hari Sabtu, 12 November 2016

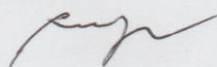
Jakarta, November 2016

Penguji,



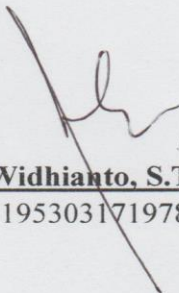
Dr. Erfina Oktariani, ST, MT
NIP. 198210012014022001

Penguji,



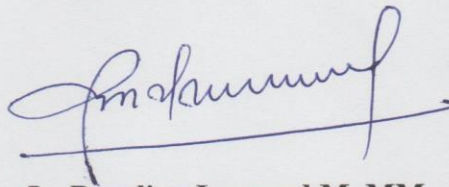
Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Penguji,



Sakri Widhianto, S.Teks, MM
NIP. 195303171978031001

Penguji



Ir. Parulian Leonard M, MM
NIP. 195702141985031002

LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN
PT INDONESIA POWER
UNIT PEMBANGKITAN DAN JASA PEMBANGKITAN PRIOK

Judul : Optimalisasi Penggunaan *Scale Inhibitor* Pada Proses Desalinasi

Tempat : PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan
Priok

Waktu : Mei 2016 – Juli 2016

Disusun Oleh : Eleven Sihombing

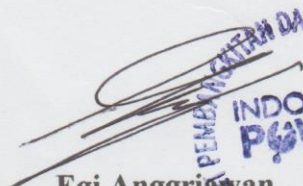
NIM: 1512059

Rendra Saputra

NIM: 1512071

Disetujui,

Pembimbing Lapangan


**INDONESIA
POWER**
**UNIT PEMBANGKITAN DAN JASA PEMBANGKITAN
PRIOK**
Egi Anggrawan
Staff Laboratorium

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA

JUDUL : OPTIMALISASI PENGGUNAAN *SCALE INHIBITOR* PADA PROSES DESALINASI DENGAN METODE ANALISIS ION TERLARUT MENGGUNAKAN *ATOMIC ABSORPTION SPECTROFOTOMETRY*

DISUSUN OLEH :

NAMA/ NIM : ELEVEN SIHOMBING NIM. 1512059
RENDRA SAPUTRA NIM. 1512071

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

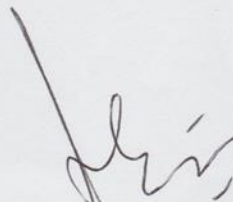
Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan serta dipertahankan dalam sidang tugas akhir
Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer

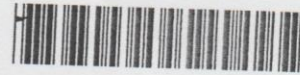


Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Sakri Widhianto, S.teks, MM
NIP. 195303171978031001



Nomor : 224 /SJ-IND.7.2/III/2016
Lampiran : 1 (satu)
Perihal : **Penugasan Proses
Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2015/2016**

Jakarta, 03 Maret 2016

Kepada
Yth. Bapak **Sakri Widhianto, S.Teks, MM**
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 29/SJ-IND.7.2 /SK/2/2016 tanggal 29 Februari 2016 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2015/2016, maka dengan ini kami mengharap bantuan Bapak untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : **Eleven Sihombing**
No. Induk : **1512059**

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Optimalisasi Anti Scale Pada Proses Desalinasi. "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Direktur



Dr. Mustofa, ST, MT

NIP. 19700924 200312 1 001

Tembusan:

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Pertinggal





Nomor : 025/SJ-IND.7.2/III/2016
Lampiran : 1 (satu)
Perihal : **Penugasan Proses
Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2015/2016**

Jakarta, 03 Maret 2016

Kepada
Yth. Bapak **Sakri Widhianto, S.Teks, MM**
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 29/SJ-IND.7.2 /SK/2/2016 tanggal 29 Februari 2016 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2015/2016, maka dengan ini kami mengharap bantuan Bapak untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : **Rendra Saputra**
No. Induk : **1512071**

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Optimalisasi Anti Scale Pada Proses Desalinasi. "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Direktur

 **Dr. Mustofa, ST, MT**
NIP. 19700924 200312 1 001

Tembusan:

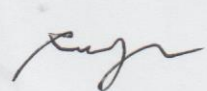
1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peringgal

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

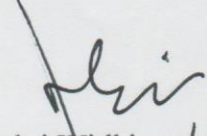
Nama : Eleven Sihombing dan Rendra Saputra.
 NIM : 1512059 dan 1512071
 Judul TA Penelitian : Optimalisasi Pengukuran Scale Inhibitor pada proses desolinesi dengan metode analisis ion terlarut menggunakan Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS).
 Pembimbing : Sakri Widhianto, S.teks, MM

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
24 Juni 2016	I	Penambahan Parameter.	He
27 Juni 2016	I dan II	Revisi Tujuan dan Rumusan	He
27 Juli 2016	III dan IV	Masalah Hipotesis.	He
4 Agustus 2016	III dan IV	Pengujian Hipotesis.	He
5 Agustus 2016	IV	Revisi Pembahasan	He
9 Agustus 2016	V	Kesimpulan dan Saran	He
11 Agustus 2016	V	Revisi Kesimpulan dan Saran.	He
16 Agustus 2016	V	Revisi Saran.	He
19 Agustus 2016		Revisi pada Lata pengantar.	He
22 Agustus 2016		ACC Laporan penelitian pada Lembar Persetujuan	He

Mengetahui,
Ka Prodi Teknik Kimia Polimer


 Ir. Roosmariharso, MBA
 NIP. 195405231980031004

Pembimbing,


 Sakri Widhianto, S.teks, MM
 NIP. 195303171978031001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya Mahasiswa program studi Teknik kimia polimer, Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Nama : Eleven Sihombing
NIM : 1512059
Program Studi : Teknik kimia polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN *SCALE INHIBITOR* PADA PROSES
DESALINASI DENGAN METODE ANALISIS ION TERLARUT
MENGUNAKAN *ATOMIC ABSORPTION SPECTROFOTOMETRY***

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/ Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi, pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti yang diatas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Oktober 2016
Yang Membuat Pernyataan



Eleven Sihombing

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya Mahasiswa program studi Teknik kimia polimer, Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Nama : Rendra Saputra

NIM : 1512071

Program Studi : Teknik kimia polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN *SCALE INHIBITOR* PADA PROSES
DESALINASI DENGAN METODE ANALISIS ION TERLARUT
MENGUNAKAN *ATOMIC ABSORPTION SPECTROFOTOMETRY***

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/ Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi, pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti yang diatas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Oktober 2016

Yang Membuat Pernyataan



Rendra Saputra

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN *SCALE INHIBITOR* PADA PROSES
DESALINASI DENGAN METODE ANALISIS ION TERLARUT
MENGUNAKAN *ATOMIC ABSORPTION SPECTROFOTOMETRY***

Eleven Sihombing dan Rendra Saputra
Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta

ABSTRAK

Air merupakan salah satu faktor penggerak ekonomi, maka kebutuhan akan air amatlah tinggi, sehingga penggunaan air laut merupakan salah satu alternatif sebagai bahan baku dalam suatu industri. Penggunaan air laut sebagai bahan baku industri mengharuskan dilakukan proses desalinasi terlebih dahulu. Pada proses desalinasi yang bertujuan menghilangkan kadar garam, terdapat suatu kendala yaitu proses pengerasan. Pengerasan dengan jenis kerak CaCO_3 dan Mg(OH)_2 terjadi pada instalasi, dapat menyebabkan penurunan kinerja dan efisiensi unit desalinasi tersebut. Penggunaan *scale inhibitor* merupakan salah satu solusi, maka dalam tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan *scale inhibitor* beserta konsentrasi dan temperatur yang optimal untuk meminimalisir pembentukan kerak. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah analisis ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+} terlarut menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* yang sebelumnya telah dilakukan pemanasan selama 7(tujuh) hari pada temperatur 70°C dan 100°C . Dengan menggunakan deret konsentrasi 3ppm, 5ppm, 7ppm, 10ppm, 13ppm, dan 15ppm *scale inhibitor* Bergard EV-2050. Adapun penelitian ini menghasilkan konsentrasi yang optimal adalah pada temperatur 70°C dengan nilai konsentrasi ion Ca^{2+} sebesar 539 ppm dan ion Mg^{2+} sebesar 701 ppm adalah sebesar 10ppm. Sedangkan pada temperatur 100°C dengan nilai konsentrasi ion Ca^{2+} sebesar 536 ppm dan ion Mg^{2+} sebesar 699,5 ppm dengan nilai konsentrasi 10 ppm. Selanjutnya dapat diketahui nilai konsentrasi penggunaan *scale inhibitor* paling optimal 10ppm pada temperatur 70°C .

Kata kunci: *Scale Inhibitor*, Analisis Ion Ca^{2+} dan Ion Mg^{2+} , *Atomic Absorption Spectrofotometry*

KATA PENGANTAR

Rasa syukur Penyusun ucapkan karena dapat menyelesaikan Tugas Akhir Penelitian yang berjudul Optimalisasi Penggunaan *Scale inhibitor* pada Proses Desalinasi dengan Metode Analisis Ion Terlarut Menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry*. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui konsesentrasi dan temperatur yang optimal dalam penggunaan *scale inhibitor*, Disamping itu untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang pendidikan Diploma IV Program Studi Teknik kimia polimer di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian Republik Indonesia

Menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu Penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Mustofa, ST, MT selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian Republik Indonesia
2. Bapak Ir Roosmariharso, MBA selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.
3. Ibu Fitria Ika Aryanti, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.
4. Bapak Sakri Widhianto, S.Teks, MM selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan dukungan dalam menyusun tugas akhir penelitian ini.
5. Bapak Egi Anggriawan selaku Staf Laboratorium PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Priok dan sebagai pembimbing lapangan.
6. Seluruh dosen yang mengajar di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian Republik Indonesia yang sudah memberikan ilmu dan dukungan selama menyusun tugas akhir ini.

7. Seluruh anggota keluarga penyusun, termasuk kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan baik secara materi maupun moral sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini.

Penyusun sangat menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, baik dalam penyajian, isi, bahkan penyampaian. Dengan kerendahan hati penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar menjadi lebih baik. Akhir kata, Semoga tugas akhir penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, Oktober 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK...	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desalinasi	4
2.2 <i>Desalination Plant</i>	4
2.3 Kerak.....	8
2.3.1 Pembentukan Kerak	9
2.3.2 Jenis-Jenis Kerak	10
2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Kerak CaCO_3	12
2.3.4 Penanggulangan Kerak	16
2.4 Scale Inhibitor	17
2.5 Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS)	20
2.5.1 Metode Analisis Atomic Absorption Spectrofotometry	22
2.5.2 Kelebihan dan Kelemahan Metode Atomic Absorption Spectrofotometry	23
2.6 Uji Perbandingan Efektifitas Scale Inhibitor	24
2.7 Evaluasi Performa dari Polymaleic Acid yang Termodifikasi Sebagai Antiscale	27

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.2 Alat dan Bahan	30
3.3 Metodologi Penelitian	30
3.4 Variabel Pengujian	31
3.5 Lokasi <i>Sampling</i>	32
3.6 Cara Pengerjaan	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Analisis Air Baku Laut	36
4.2 Perhitungan <i>Langelier Saturation Index</i>	37
4.3 Data Analisis <i>Scale Inhibitor</i> Berlgard EV-2050	38
4.4 Hasil Pengujian	39
4.4.1 Hasil Pengukuran Ion Ca^{2+} dan Ion Mg^{2+}	39
4.4.2 Pengujian Hipotesis	41
4.4.3 Pembahasan Hasil Pengukuran Ion Ca^{2+}	43
4.4.4 Pembahasan Hasil Pengukuran Ion Mg^{2+}	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA	49
-----------------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Kerak Berdasarkan Kelarutan dalam Air dan Asam.....	11
Tabel 2.2 Klasifikasi Kerak Berdasarkan Jenis	11
Tabel 3.1 Rencana Pengerjaan Optimalisasi <i>Scale Inhibitor</i>	31
Tabel 4.1 Data Analisis Kualitas Air Laut	36
Tabel 4.2 Data Analisis Kualitas <i>Scale inhibitor</i> Belgard EV-2050	39
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Ion Ca^{2+}	40
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Ion Mg^{2+}	40
Tabel 4.5 Perhitungan Efektifitas <i>Scale Inhibitor</i> terhadap Ion Ca^{2+}	44
Tabel 4.6 Perhitungan Efektifitas <i>Scale Inhibitor</i> terhadap Ion Mg^{2+}	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Multi Effect Destilation</i>	5
Gambar 2.2 <i>Multi Stage Flash</i>	6
Gambar 2.3 Reverse Osmosis.....	7
Gambar 2.4 Pengerakan Pada Pipa	9
Gambar 2.5 Mekanisme Pembentukan <i>Scale</i>	9
Gambar 2.6 Pengaruh Temperatur Terhadap Kelarutan Kalsium Karbonat.....	14
Gambar 2.7 Pengaruh Konsentrasi NaCl terhadap CaCO_3	15
Gambar 2.8 Mekanisme Kerja <i>Scale Inhibitor</i>	17
Gambar 2.9 Nilai Persentase Penghambatan Pembentukan Kerak	26
Gambar 3.1 Variabel Penelitian.....	32
Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Air Baku Unit Desalinasi	32
Gambar 4.1 Grafik Distribusi t Untuk Penaruh Penggunaan <i>Scale Inhibitor</i>	41
Gambar 4.2 Grafik Distribusi t Untuk Penaruh Penggunaan Temperatur	43
Gambar 4.3 Grafik Pengukuran Ion Ca^{2+}	44
Gambar 4.3 Grafik Pengukuran Ion Mg^{2+}	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Prosedur

Lampiran B Data Analisis Air Laut

Lampiran C Perhitungan LSI

Lampiran D *Safety Data Sheet* Belgard EV-2050

Lampiran E Data Analisis *Atomic Absorption Spectrofotometry*

Lampiran F Perhitungan Pengujian Hipotesis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini kebutuhan akan air sangatlah penting bagi kehidupan manusia selain sebagai sumber kehidupan, air sendiri merupakan penggerak dalam bidang industri tidak sedikit berbagai pabrik dari berbagai bidang yang memerlukan air dalam hal produksi baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan penunjang lainnya sehingga kebutuhan akan air terus menerus meningkat.

Banyak pabrik yang menggunakan air dalam tanah maupun air sungai sebagai sumber memperoleh air. Namun, tidak sedikit pula yang menggunakan air laut. Tentunya karena ketersediaan air laut lebih melimpah dibandingkan air dalam tanah maupun air sungai yang seringkali terpengaruh ketersediaannya oleh iklim maupun musim. Sehingga menggunakan air laut sebagai bahan baku atau bahan penunjang dalam proses produksi suatu pabrik menjadi hal yang baik karena terjaganya ketersediaan air dan tidak memberi kendala dalam proses produksi suatu pabrik.

Namun dapat disadari air laut merupakan air dengan kandungan garam yang tinggi. Selain bersifat korosif, air laut dapat mempengaruhi suatu reaksi produksi secara kimia maupun secara fisika. air laut dapat menjadi kendala karena kandungan garam yang dapat mengendap dalam instrumen-instrumen pabrik. Maka dari itu, saat ini penggunaan air laut terlebih dahulu mendapat suatu pengolahan untuk menghilangkan kadar garam yang terdapat pada air laut sehingga suatu unit desalinasi merupakan unit yang sangat penting pada suatu pabrik terlebih bagi pabrik yang menggunakan seluruh proses produksi dengan memanfaatkan air laut. Salah satunya adalah PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Priok yang menggunakan air laut sebagai bahan baku dalam proses pembangkitan listrik yang digunakan sebagai *feedwater* pada *heat recovery steam generator* yang bertujuan menghasilkan *steam*.

Dalam suatu unit desalinasi terdapat beberapa kendala. Salah satunya yang terjadi akibat tingginya kandungan garam pada air laut sehingga memungkinkan

terjadinya kerak (*scale*), korosi pada sistem perpiaan maupun instrumen dalam unit desalinasi dan dapat mempengaruhi kecepatan aliran air dalam proses penghilangan kadar garam sehingga mengurangi efektifitas dari suatu unit desalinasi.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas, yaitu:

1. Apakah konsentrasi penggunaan *scale inhibitor* dan temperatur berpengaruh pada proses pembentukan kerak?
2. Pada konsentrasi dan temperatur berapakah yang paling optimal untuk meminimalisir proses pembentukan kerak?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian Optimalisasi Penggunaan *Scale Inhibitor* pada Proses Desalinasi Dengan Metode Analisis Ion Terlarut Menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi penggunaan *scale inhiitor* pada proses pembentukan kerak.
2. Mengetahui konsentrasi *scale inhibitor* dan temperatur yang optimal untuk meminimalisir proses pembentukan kerak.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian Optimalisasi Penggunaan *Scale Inhibitor* pada Proses Desalinasi Dengan Metode Analisis Ion Terlarut Menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* antara lain:

1. Memberikan informasi tentang konsentrasi penggunaan *scale inhibitor* dan temperatur yang optimal dalam penggunaan *scale inhibitor*.
2. Memberikan informasi tentang pengaruh dari penggunaan *scale inhibitor* pada proses desalinasi.

1.5 Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan penelitian Optimalisasi Penggunaan *Scale Inhibitor* pada Proses Desalinasi Dengan Metode Analisis Ion Terlarut Menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* yang dilakukan. Maka penelitian ini hanya dibatasi meliputi sampel air baku *desalination* diambil dari air laut disekitar *water intake*. Pengujian yang dilakukan meliputi parameter ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} terlarut pada air baku. Temperatur pada proses adalah 70°C dan 100°C yang dilakukan dengan metode AAS.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan laporan tugas akhir penelitian ini, dengan pengurutan bab serta isinya secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang pendahuluan yang memuat substansi: latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan sebagai dasar melakukan penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORI

Teori dasar berisi landasan-landasan teori dengan substansi: pengertian desalinasi, jenis-jenis desalinasi, proses evaporasi, dan proses kondensasi.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan secara keseluruhan sistem kerja metode penelitian dengan substansi pengolahan data.

BAB IV : PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang permasalahan dan pembahasan dengan substansi hasil pengolahan data.

BAB V : PENUTUP

Penutup berisi kesimpulan yang diperoleh dari penguji sistem dan pengambilan data selama penelitian berlangsung, selain itu juga penutup memuat saran untuk mengembang lebih lanjut dari penelitian ini menjadi lebih baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desalinasi

Desalinasi adalah proses pemisahan yang digunakan untuk mengurangi kandungan garam terlarut dari air garam hingga level tertentu sehingga air dapat digunakan. Proses desalinasi melibatkan tiga aliran cairan, yaitu umpan berupa air garam (misalnya air laut), produk bersalinitas rendah, dan konsentrat bersalinitas tinggi. Produk proses desalinasi umumnya merupakan air dengan kandungan garam terlarut kurang dari 500 mg/l, yang dapat digunakan untuk keperluan domestik, industri, dan pertanian. Hasil sampingan dari proses desalinasi adalah *brine*. *Brine* adalah larutan garam berkonsentrasi tinggi (lebih dari 35000 mg/l garam terlarut).

2.2 Unit Desalinasi

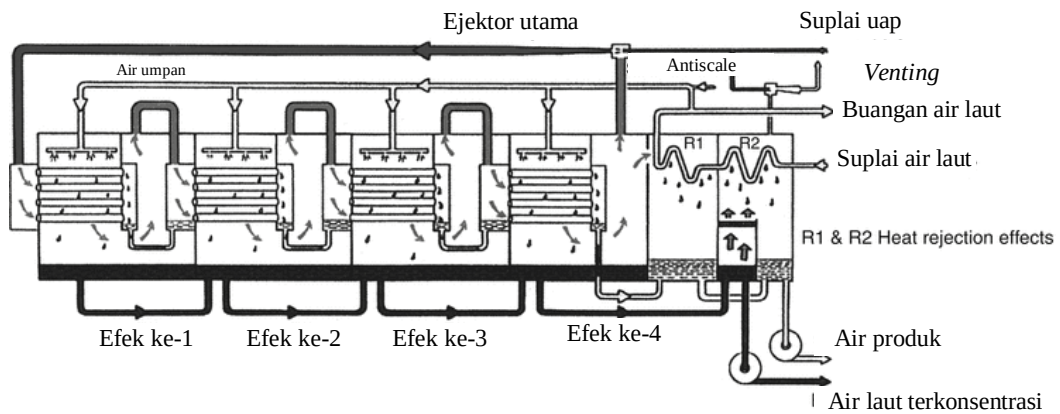
Unit desalinasi atau *Desalination Plant* merupakan sebuah instrumen yang berfungsi untuk menghasilkan air tawar yang berasal dari air laut melalui proses evaporasi dan kondensasi. Dalam industri pembangkit listrik (*power plant*), *desalination plant* berfungsi untuk memproduksi air baku. *Desalination Plant* terdiri atas dua bagian utama yaitu *flashing stage* dan *brine heater* (Sumijanto, 1999).

Flashing stage merupakan sebuah *chamber* tempat terjadinya proses evaporasi dan kondensasi. Proses evaporasi dan kondensasi ini sangat bergantung pada temperatur air laut yang berasal dari *brine heater* (*top brine temperature*). Untuk mendapatkan kualitas air yang diinginkan maka *top brine temperature* perlu dijaga agar tetap stabil. *Desalination plant* dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

1. *Multi Effect Distillation* (MED)

Pada teknologi desalinasi jenis MED (*Multi Effect Distillation*) digunakan prinsip evaporasi dan kondensasi. Cara kerja dari teknologi ini adalah dengan cara menyemprotkan (*spray*) air laut masukan pada permukaan evaporator. Permukaan evaporator ini biasanya berbentuk tabung (*tubes*) yang dilapisi film tipis untuk

mempercepat proses pendidihan dan penguapan dari air laut tersebut (Nugroho, 2004). Dan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Multi Effect Distillation

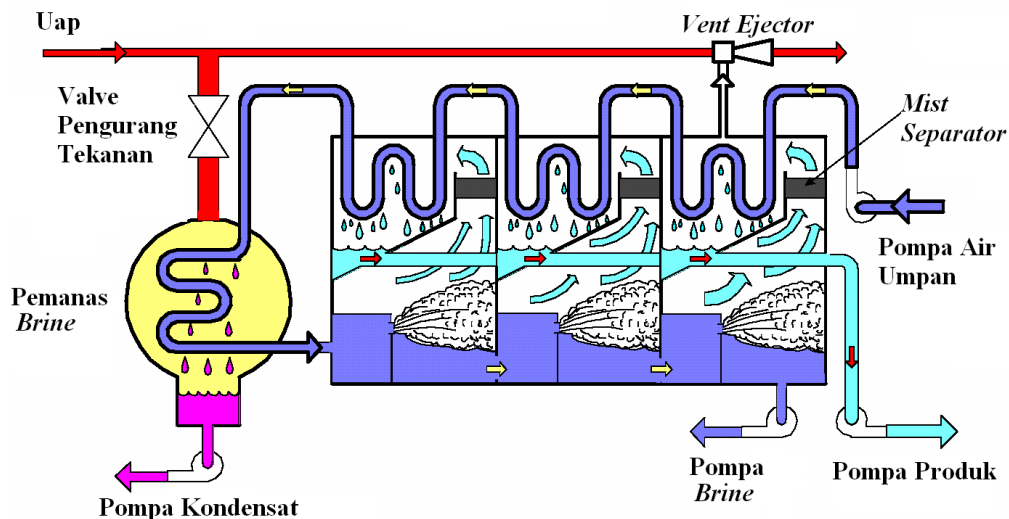
Sumber: Uraian Umum Tentang Teknologi Desalinasi. Nugroho 2004

Proses penguapan pertama terjadi dengan menggunakan uap panas buangan dari pembangkit listrik / boiler yang keluar dari turbin. uap tersebut dijadikan sumber energi panas untuk proses desalinasi, sekaligus juga terkondensasi menjadi air yang kemudian dikembalikan lagi ke boiler pada pembangkit listrik. Uap yang dihasilkan pada proses terakhir dikondensasikan pada *heat exchanger* yang terpisah yang dinamakan *final condensor*. Temperatur pada setiap efek dari *Multi Effect Distillation* diatur oleh sistem hampa udara yang terpisah. Dalam perkembangannya, akhir-akhir ini digunakan alat *thermal vapourcompression* yang berguna untuk mengurangi jumlah efek dari *Multi Effect Distillation* untuk memproduksi air tawar dalam jumlah yang sama. Umumnya instalasi desalinasi ini terdiri dari 8-16 efek. *Effisiensi thermal* dari proses ini tergantung jumlah efek yang digunakan. Kapasitas air tawar yang dihasilkan oleh *Multi Effect Distillation* berkisar antara 2000-20.000 m³/hari (Nugroho, 2004).

2. Multi Stage Flash (MSF)

Dalam proses *Multi Stage Flash*, air laut disalurkan ke dalam vessel yang dinamakan *brine heater* untuk dipanaskan. Proses pemanasan dilakukan dengan cara menyemprotkan uap panas yang keluar dari siklus uap pada pembangkit listrik. Air laut yang sudah dipanaskan kemudian dialirkan ke vessel berikutnya

yang dinamakan *stage*. Pada *stage* ini tekanan dikondisikan menjadi lebih rendah dari sebelumnya. Perubahan tekanan akan menyebabkan air laut yang masuk menjadi mendidih secara mendadak (*flashing*) dan menyebabkan terjadinya uap air (*water vapour*). Dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Multi Stage Flash

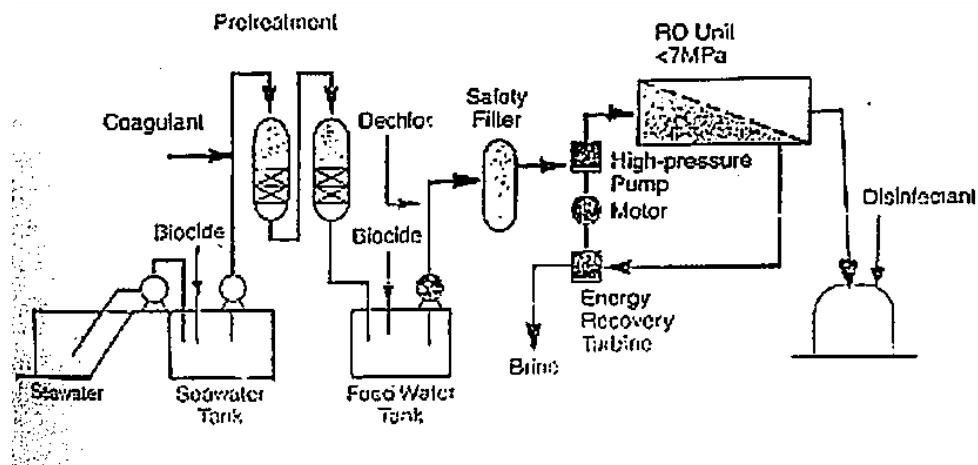
Sumber: Desalination Technology and Its Application, Sasakura Ltd. 1995.

Proses ini akan terus berlanjut pada *stage* berikutnya hingga air menjadi dingin dan tidak menghasilkan uap air lagi. Biasanya *stage* ini berjumlah 15 sampai 25 *stage*. Uap air yang dihasilkan dari *flashing* ini kemudian dikondensasi pada tabung yang ada tiap *stage*. Tabung ini juga berfungsi sebagai alat untuk mengalirkan air laut masukan kedalam *brine heater*. Pada proses kondensasi ini akan menghangatkan air laut masukan, sehingga jumlah energi yang dibutuhkan untuk memanaskan air laut masukan di *brine heater* menjadi lebih kecil. Kapasitas umum dari instalasi ini sekitar 4000-57000 m³/hari. Dan temperatur maksimum (*top brine temperature*) umumnya dari air laut yang keluar dari *brine heater* adalah 90-110 °C. Menambahkan temperatur akan menambah kinerja dari instalasi ini, tetapi dilain pihak juga akan merugikan, sebab mempercepat proses pembentukan *scaling* dan korosi dari permukaan logam (Alimah, 2006).

3. Reverse Osmosis

Bila air tawar dan air laut dipisahkan oleh suatu dinding *semi permeable membrane* maka air tawar akan meresap, menembus dinding pemisah itu ke

bagian air laut. Peristiwa ini disebut ‘peristiwa osmosis’. Air tawar akan terus menembus dinding pemisah itu ke bagian air laut walau tidak diberi tekanan. Kekuatan efektif pendorong penembusan itu dinamakan *osmitic pressure*. Penembusan akan berhenti dengan sendirinya pada kondisi seimbang (*equilibrium*) di *osmotic pressure* tertentu. Besar *osmotic pressure* tergantung dari karakteristik membran, temperatur, dan kepekatan air laut / air baku. Pada sistem *Reverse Osmosis* ini air laut diberi tekanan agar terjadi hal kebalikannya, yaitu air tawar yang terkandung di dalam air laut keluar menembus dinding pemisah, maka dari itu peristiwa tersebut dinamakan *reverse osmosis* (Nugroho, 2004).



Gambar 2.3 Reverse Osmosis

Sumber: Uraian Umum Tentang Teknologi Desalinasi. Nugroho 2004

Jumlah air masukan yang dibuang menjadi *brine* pada proses ini berkisar antara 20-70%, hal ini tergantung dari kadar garam air masukan, tekanan dan jenis *membrane* pada sistem *Reverse Osmosis* ini terdiri dari beberapa komponen penting, yaitu *pre treatment*, *high prresure pump membrane assembly* dan *post treatment*. *Pre treatment* sangat penting pada proses *Reverse Osmosis*, hal ini berguna untuk mencegah dan mengurangi penumpukan garam dan pertumbuhan biota laut pada *membrane*. Biasanya proses *pre treatment* terdiri dari:

- Klorinasi*, guna pengendalian mikro organisme
- Koagulan* dan media filtrasi, untuk menurunkan padatan
- Scale inhibitor*, untuk menghambat pengerakan pada membran
- Final cartridge filter*, sebagai pengaman

e. *Sodium bisulfit*, untuk mengimbangi *chlorine*

Pada proses ini, tekanan yang diberikan oleh pompa pada air laut masukan (*feed water*) adalah sebesar 54-80 bar (800-1180 psi), sedangkan bila menggunakan air payau sebagai air umpan, tekanan yang diberikan sebesar 15-25 bar (225-375 psi). Bagian inti dari instalasi *Reverse Osmosis* adalah *Reverse Osmosis module*, yang berbentuk suatu bejana bertekanan silindris berisi beberapa ratus ribu serat *fibre* sehalus rambut yang bagian dalamnya berlubang. Dengan demikian suatu *RO module* mempunyai luas permukaan dinding *membrane* yang besar dan dapat menghasilkan air tawar dalam jumlah besar. Air umpan masuk ke dalam lubang-lubang halus serat *fibre* karena diberikan tekanan, air tawar akan merembes keluar dari dinding *fibre* menjadi produk air tawar, sedangkan sisanya yang kental yang biasa disebut *brine* terbuang keluar melalui *throttle valve* yang juga berfungsi sebagai pengatur tekanan pada saluran masuk *Reverse Osmosis modul* agar tercipta kondisi yang selalu konstan.

2.3 Kerak

Kerak (*Scale*) merupakan deposit kristalin yang melekat pada permukaan instrumen alat perpindahan panas, yang mana deposit tersebut kelarutannya menurun dengan seiring terjadinya kenaikan temperatur, dalam pengerakan (*scaling*) memungkinkan menghasilkan kerak (*scale*) yang memiliki kandungan residu lainnya seperti alga, kalsium sulfat (CaSO_4), Clay, dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$, tetapi selalu kalsim karbonat yang terbentuk terlebih dahulu dan biasanya dalam bentuk koloid, karena memiliki nilai kelarutan lebih kecil dibandingkan dengan nilai kelarutan yang lainnya.

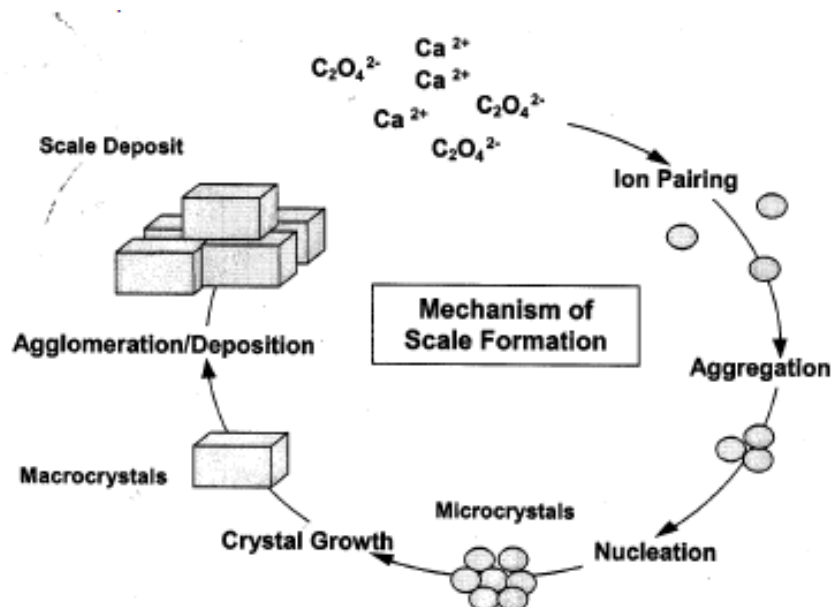
Pengerakan (*scaling*) terbentuk secara berurutan diantara dua fase yang berbeda, pertumbuhan partikel koloid yang saling terikat karena gejala elektrokimia dan penempelan deposit pada permukaan material karena gejala elektrostatis. Dan dapat di lihat pada Gambar 2.4 yang merupakan kerak (*scale*) yang terendap dalam pipa



Gambar 2.4 Pengerakan Pada Pipa

Sumber: Departemen Operasi Unit Desalinasi PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Priok (Nalco Company)

2.3.1 Pembentukan Kerak



Gambar 2.5 Mekanisme Pembentukan Scale

Sumber: Departemen Operasi Unit Desalinasi PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Priok (Nalco Company)

Proses pembentukan endapan *scale* dapat dikategorikan dalam tiga tahapan pokok yang dapat dilihat pada Gambar 2.5 dengan penjabaran dari gambar tersebut sebagai berikut:

1. Tahap pembentukan inti (Nukleasi)

Pada tahap ini ion-ion yang terkandung dalam air akan mengalami reaksi kimia untuk membentuk inti kristal. Inti kristal sangat halus sehingga tidak akan mengendap dalam proses aliran.

2. Tahap pertumbuhan inti

Pada tahap pertumbuhan inti kristal akan menarik molekul-molekul yang lain sehingga inti akan tumbuh menjadi butiran yang lebih besar, dengan diameter 0,001-0,1 μ (ukuran koloid). Kemudian tumbuh lagi sampai diameter 0,1 – 10 μ (kristal halus). Kristal akan mulai mengendap saat pertumbuhannya mencapai diameter > 10 μ (kristal kasar) (Kemmer, 1979).

3. Tahap pengendapan

Kecepatan pengendapan kristal dipengaruhi oleh ukuran dan berat jenis kristal yang membesar pada tahap sebelumnya. Selain itu proses pengendapan juga dipengaruhi oleh aliran fluida pembawa, dimana kristal akan mengendap apabila kecepatan pengendapan lebih besar dari kecepatan aliran fluida.

2.3.2 Jenis-Jenis Kerak

Senyawa-senyawa yang berbentuk padatan dan mempunyai kecenderungan untuk membentuk endapan *scale* antara lain adalah kalsium karbonat (CaCO_3), gipsum atau kalsium sulfat (CaSO_4), barium sulfat (BaSO_4). Endapan *scale* yang lain adalah stronsium sulfat (SrSO_4) yang mempunyai intensitas pembentukan rendah dan kalsium sulfat (CaSO_4), yang biasa terbentuk pada peralatan panas, yaitu boiler dan *heat exchanger*, serta *scale* dengan komponen besi, seperti *iron carbonate* (FeCO_3), *iron sulfide* (FeS) dan *iron oxide* (Fe_2O_3).

Pada dasarnya kerak yang terbentuk dalam proses desalinasi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kerak alkali dan non alkali. Kerak alkali terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3) dan magnesium hidroksida $\text{Mg}(\text{OH})_2$, sedangkan kerak non alkali terdiri dari kalsium sulfat (CaSO_4), kalsium Phosphate $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan silikat (SiO_2). Kalsium karbonat dan magnesium hidroksida dapat disebut kerak alkali karena keduanya adalah hasil adanya alkalinitas dari air laut.

Alkalinitas adalah suatu tingkatan yang mengindikasikan kebutuhan asam yang diperlukan untuk menguraikan air laut menjadi netral. Berbagai ion alkali dapat bereaksi dan mempunyai kontribusi terhadap alkalinitas tetapi ion alkali yang dominan adalah ion bikarbonat (HCO_3^-), ion karbonat (CO_3^{2-}) dan ion hidroksil (OH^-) (Kemmer, 1979). Kerak (*Scale*) dapat diklasifikasikan

berdasarkan pelarut *scale* dan jenis *scale*. Berdasarkan komposisinya, secara umum *scale* dibedakan menjadi *scale* karbonat, *scale* sulfate, serta campuran dari keduanya. Berikut klasifikasi *scale* berdasarkan kelarutan dalam pelarut air dan asam terdapat pada Tabel 2.1 dan pada Tabel 2.2 merupakan klasifikasi kerak berdasarkan Jenis.

Tabel 2.1 Klasifikasi Kerak Berdasarkan Kelarutan dalam Air dan Asam

Jenis Pelarut	Nama Kimia	Rumus Kimia	Nama Mineral
Kerak larut air	<i>Sodium Chloride</i>	NaCl	<i>Halite</i>
Kerak larut asam	<i>Calcium Carbonate</i>	CaCO ₃	<i>Calcite</i>
	<i>Iron Carbonate</i>	FeCO ₃	<i>Siderite</i>
	<i>Iron Sulfide</i>	FeS	<i>Trolite</i>
	<i>Iron Okside</i>	Fe ₂ O ₃	<i>Hematite</i>
	<i>Iron Okside</i>	Fe ₂ O ₄	<i>Magnitit</i>
	<i>Magnesium Hydroxide</i>	Mg(OH) ₂	<i>Brucite</i>
Kerak tidak larut asam	<i>Calcium Sulfate</i>	CaSO ₄	<i>Anhydrite</i>
	<i>Calcium Sulfate</i>	CaSO ₄ .2H ₂ O	<i>Gypsum</i>
	<i>Barium Sulfate</i>	BaSO ₄	<i>Barite</i>
	<i>Stronsium Sulfate</i>	SrSO ₄	<i>Celestite</i>
	<i>Barium Stronsium Sulfate</i>	BaSr(SO) ₂	-

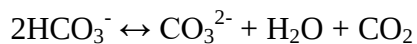
Sumber: The Nalco water hand book. Kemmer, 1979.

Tabel 2.2 Kalasifikasi Kerak Berdasarkan Jenis

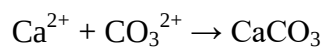
Jenis	Sifat Utama	Komponen	Reaksi Kimia
Hard Scale	Umumnya berwarna terang, dan apabila terdapat pengotor (minyak atau oksida besi) akan menjadi agak gelap. Hampir tidak larut dalam asam	BaSO ₄ , SrSO ₄ , CaSO ₄ , dan 2 H ₂ O, ataupun kombinasi dari keempatnya, serta kecenderu-ngan terdapat-nya SiO ₂ .	$\text{ScaleBaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{SrCl}_2 + \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{SrSO}_4\downarrow + \text{CaCl}_2$
Soft Scale	Umumnya terang atau agak gelap (jika mengandung pengotor). Larut dalam asam. Mengandung CO ₂ .	CaCO ₃ dengan kandungan sedikit MgCO ₃ , FeCO ₃ , SiO ₂ , CaSO ₄ .2H ₂ O, FeS dan S.	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Misc	Tidak mudah larut dalam asam. Mengandung H ₂ S. Berwarna coklat tua sampai hitam.	FeS, Fe ₂ O ₃ , H ₂ O, S	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS}\downarrow + \text{H}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{FeS}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O} + \text{S}$ $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{FeS}_3\downarrow + 6\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Fe}_2\text{S}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\downarrow + 6\text{S}$ $6\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{S}\downarrow$

Sumber: The Nalco water hand book. Kemmer, 1979.

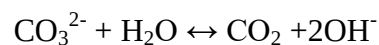
Jenis kerak utama dalam desalinasi *multi stage flash* adalah *Calcium Carbonate* (CaCO_3), *Magnesium Hydroxide* (Mg(OH)_2) dan *Calcium Sulfate* (CaSO_4). Kerak *Calcium Carbonate* (CaCO_3) dan *Magnesium Hydroxide* (Mg(OH)_2) sebagai dekomposisi dari ion bikarbonat yang ada dalam air laut, yang disebabkan dari proses kenaikan temperatur yang reaksinya adalah sebagai berikut:



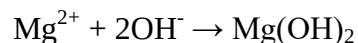
Ion kalsium yang ada dalam air laut bereaksi dengan ion karbonat membentuk endapan kalsium karbonat, lalu jika batas kelarutannya terlampaui.



Selanjutnya jika temperatur meningkat, maka ion karbonat terhidrolisa sebagai berikut:



Ion hidroksil yang dibentuk dapat bereaksi dengan magnesium yang ada dalam air laut sehingga membentuk magnesium hidroksida:



Dengan reaksi keseluruhan adalah sebagai berikut:

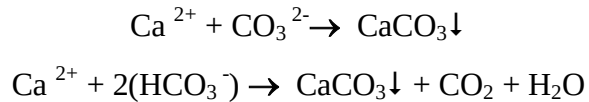


Kecepatan pembentukan adalah *Calcium Carbonate* (CaCO_3) dan *Magnesium Hydroxide* (Mg(OH)_2) dalam air laut tergantung pada temperatur, pH, dan konsentrasi ion bikarbonat dan ion Ca^{2+} , Mg^{2+} . Selain itu interaksi dari beberapa proses seperti super jenuh larutan, nukleasi, dan difusi juga berpengaruh pada kecepatan pembentukan kerak. CaCO_3 adalah kerak yang terbentuk di atas temperatur 90°C , sedangkan Mg(OH)_2 terbentuk diatas temperatur $95-100^\circ\text{C}$, sementara kerak CaSO_4 terbentuk karena adanya ion kalsium dan ion sulfat yang ada dalam air laut.

2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Kerak CaCO_3

Kerak (*Scale*) kalsium karbonat merupakan endapan senyawa CaCO_3 yang terbentuk dari hasil reaksi antara ion kalsium (Ca) dengan ion karbonat (CO_3^{2-})

ataupun dengan ion bikarbonat (HCO_3^-), dengan reaksi pembentukan sebagai berikut:



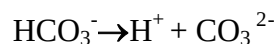
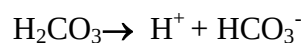
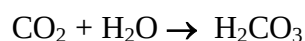
Faktor ataupun kondisi yang mempengaruhi pembentukan *scale* kalsium karbonat antara lain adalah perubahan kondisi reservoir (tekanan dan temperatur), alkalinitas air, serta kandungan garam terlarut, dimana kecenderungan terbentuknya *scale* kalsium karbonat akan meningkat dengan

1. meningkatnya temperatur
2. penurunan tekanan parsial CO_2
3. peningkatan pH
4. penurunan kandungan gas terlarut secara keseluruhan

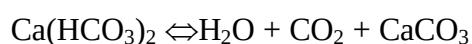
Selain hal-hal yang telah disebutkan diatas, turbulensi aliran dan lamanya waktu kontak (*contact time*) juga berpengaruh terhadap kecepatan pengendapan dan tingkat kekerasan kristal yang terbentuk.

A. Pengaruh Karbon Dioksida (CO_2)

Keberadaan karbon dioksida (CO_2) dalam air dapat meningkatkan kelarutan CaCO_3 dalam air. Pada waktu CO_2 terlarut dalam air, senyawa tersebut akan membentuk asam karbonat, dengan reaksi ionisasi sebagai berikut:



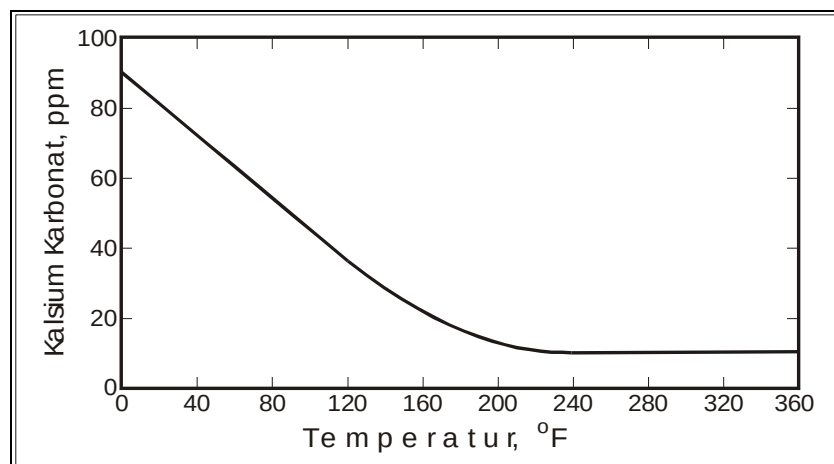
Pengaruh lain karbon dioksida (CO_2) adalah meningkatnya tekanan dalam sistem, yang besarnya dipengaruhi oleh tekanan parsial CO_2 . Besarnya tekanan parsial CO_2 sendiri sebanding dengan fraksi mol CO_2 dalam gas dikalikan dengan tekanan total dalam sistem. Apabila terdapat perubahan tekanan dalam sistem maka jumlah CO_2 yang larut dalam air akan semakin banyak, sesuai dengan reaksi berikut:



Apabila konsentrasi CO_2 dalam larutan bertambah, maka reaksi diatas akan bergeser ke kiri dan air akan menjadi lebih asam (pH turun) serta pembentukan CaCO_3 akan berkurang. Sedangkan apabila tekanan dalam sistem turun, maka CO_2 akan terbebaskan dari larutan. Pada kondisi yang demikian, tekanan parsial CO_2 akan berkurang, sehingga reaksi akan bergeser ke arah kanan, yang menyebabkan pH air akan meningkat dan terjadi pengendapan CaCO_3 . Besarnya kelarutan CaCO_3 akan bertambah dengan meningkatnya tekanan partial CO_2 , dimana pengaruh tersebut akan berkurang dengan adanya kenaikan temperatur.

B. Pengaruh Temperatur

Kelarutan kalsium karbonat akan semakin berkurang dengan bertambahnya temperatur, sehingga semakin besar temperatur air maka tingkat kecenderungan terbentuknya *scale* CaCO_3 akan semakin besar (Sumijanto, 1999). Pengaruh tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pengaruh Temperatur Terhadap Kelarutan Kalsium Karbonat

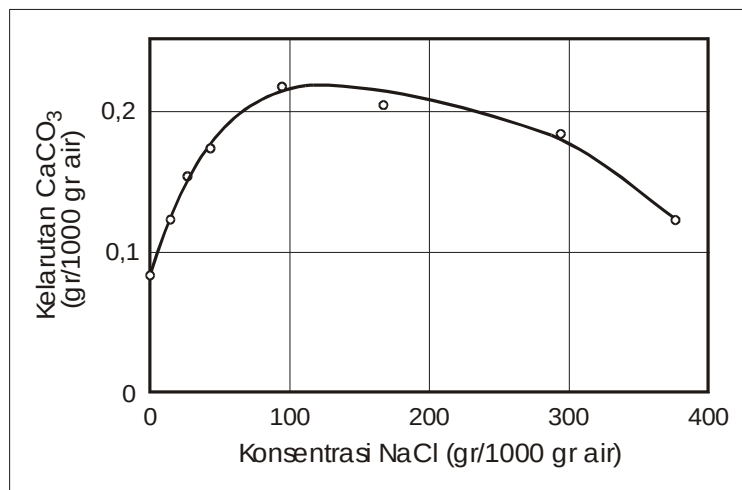
Pengaruh tersebut dapat terjadi karena kenaikan temperatur air akan menyebabkan adanya penguapan sehingga jumlah dalam air akan berkurang. Berdasarkan reaksi diatas, maka reaksi akan bergeser ke arah kanan dan *scale* kalsium karbonat akan terbentuk. Fenomena ini dapat digunakan untuk menjelaskan terbentuknya *scale* pada sumber-sumber injeksi yang mempunyai tekanan yang cukup tinggi. Serta *scale* yang terjadi pada dinding tabung alat pemanas pada unit desalinasi.

C. Pengaruh pH.

Seperti telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, kandungan CO_2 dalam air akan berpengaruh terhadap pH air dan kadar kelarutan CaCO_3 . Apabila pH air meningkat, maka semakin besar pula kecenderungan terbentuknya *scale* kalsium karbonat, demikian juga sebaliknya, semakin rendah harga pH air, kecenderungan tersebut akan semakin kecil (Mirna R. L., 2007).

D. Pengaruh Garam Terlarut

Kadar kelarutan CaCO_3 akan meningkat dengan bertambahnya kandungan garam terlarut dalam air, tetapi apabila garam-garam tersebut sudah mencapai batas kelarutannya, yaitu suatu kondisi dimana hasil kali kelarutan zat-zat semula sama dengan hasil kali kelarutan zat-zat yang terbentuk, maka kadar kelarutan CaCO_3 akan menurun (untuk NaCl pada konsentrasi 120 gr NaCl / 1000 gr air). Pada kenyataannya, semakin besar jumlah padatan yang terlarut dalam air (kecuali ion Ca^{2+} dan ion CO_3^{2-}), kadar kelarutan CaCO_3 dalam air akan semakin besar pula, sehingga CaCO_3 cenderung tidak terbentuk, dan batas maksimum padatan yang terlarut (tidak termasuk ion Ca^{2+} dan ion CO_3^{2-}) adalah 200 gr/l air.



Gambar 2.7 Pengaruh Konsentrasi NaCl Terhadap Kelarutan CaCO_3 Pada Temperatur 24°C

2.3.4 Penanggulangan Kerak

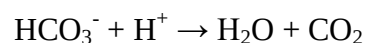
Pembentukan kerak dalam instalasi desalinasi *multi stage flash* dapat terjadi dibeberapa bagian antara lain:

- a. Pipa perpindahan panas dari ujung bagian bawah sampai bagian tengah hingga bagian temperatur tinggi di tahapan awal pemanfaatan kembali panas.
- b. Masukan pipa pemanas *brine* yang mana pembentukannya lebih tinggi dibandingkan bagian keluaran.
- c. *Water box* dan permukaan *tube sheet* sepanjang aliran sirkulasi *brine* dari ujung yang dingin sampai ujung yang panas.
- d. Penumpukan kerak yang berat terjadi dibagian ruang *flashing* pada temperatur rendah.
- e. *Demister pads*, terjadi *carry over* dari kerak.

Terbentuknya lapisan kerak akan mengurangi efisiensi proses perpindahan panas dari proses desalinasi *multi stage flash*. Jadi tanpa kontrol kerak yang efektif dapat mengakibatkan *shutdown* (penghentian) dari instalasi tersebut. Kontrol pembentukan kerak sangat penting, sehingga instalasi tersebut dapat dioperasikan untuk jangka lama dengan efisiensi optimum. Beberapa metode untuk mengontrol masalah kerak pada instalasi *multi stage flash* yaitu:

- A. Penambahan asam
- B. Penambahan *inhibitor*
- C. Pembersihan mekanik

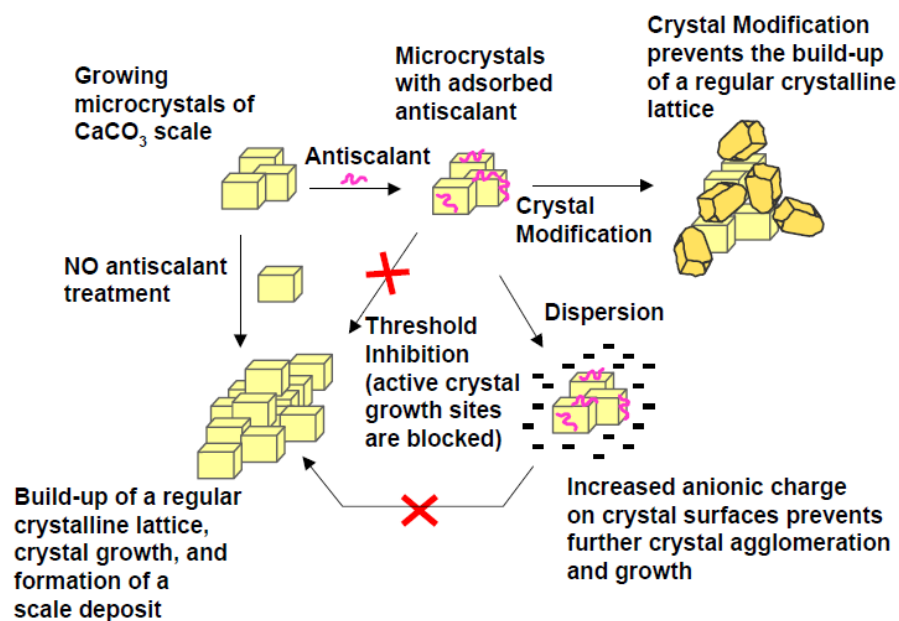
Metode yang pertama yaitu penambahan asam, reaksinya adalah sebagai berikut :



Asam yang digunakan dapat berupa asam sulfat atau asam klorida yang dimasukkan ke air umpan MSF. Metode penambahan asam ini cukup aman jika dikontrol dengan tepat. Jika digunakan asam sulfat, biasanya diikuti penukaran ion untuk reduksi sulfat, sehingga dapat mereduksi kandungan kalsium sulfat. Namun jika air umpan mengandung sulfat yang tinggi, maka digunakan asam klorida. Penambahan asam haruslah tepat secara stoikiometri, jika tidak tepat maka sangat berbahaya karena dapat menyebabkan korosi yang serius pada instalasi.

2.4 Scale Inhibitor

Scale inhibitor adalah bahan kimia yang menghentikan atau mencegah terjadinya proses pengerakan (*scaling*) yang dapat menghasilkan kerak (*scale*) yang biasa ditambahkan pada alat penukar panas dan salah satunya adalah unit desalinasi yang bertujuan menghambat pengerakan yang terjadi pada proses desalinasi air laut dan pada umumnya ditambahkan pada konsentrasi kecil pada air baku. Penggunaan bahan kimia ini sangat efektif untuk meminimalisir terbentuknya kerak yang dapat mengganggu proses perpindahan panas sehingga dapat mengurangi efektifitasnya, meskipun dengan konsentrasi yang sangat rendah sudah cukup dapat meminimalisir risiko terbentuknya kerak (*scale*) dalam periode waktu yang lama.



Gambar 2.8 Mekanisme Kerja Scale Inhibitor

Sumber: Departemen Operasi Unit Desalinasi PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Priok (Nalco Company)

Mekanisme kerja *scale inhibitor* pada Gambar 2.8 dapat dijabarkan seperti ini, *Scale inhibitor* teradsorpsi pada permukaan kristal *scale* pada saat mulai terbentuk, lalu kristal tersebut termodifikasi yang akhirnya menutupi kristal *scale* yang besar sehingga menghambat terjadinya pengkristalan. Adapun mekanisme kedua adalah terjadinya dispersi yang memungkinkan meningkatnya senyawa *anionic* meningkat pada permukaan kristal yang mengakibatkan melunaknya

struktur kristal sehingga tidak dapat mengendap dan membentuk kerak. Secara umum jenis *scale inhibitor* dibagi menjadi 2, yaitu *scale inhibitor* organik dan *scale inhibitor* anorganik. Jenis *scale inhibitor* tersebut digunakan tergantung kebutuhan dan kondisi yang akan ditanggulangi. Berikut ini penjelasan jenis *scale inhibitor* secara umum:

a. Organik

Material dasar dari *scale inhibitor* organik adalah turunan asam alifatik, imdozalines, dan derivativnya. Contohnya : organo fosfonat, organofosfat ester. Phospat ester merupakan *scale inhibitor* yang sangat efektif tetapi pada temperatur diatas 175 °C dapat menyebabkan proses hidrolisa dalam waktu singkat.

b. Anorganik

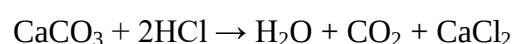
Material dasar dari *scale inhibitor* anorganik adalah kromat, nitrit, silikat, dan pospat. Contoh : natrium hexamethaphosphate. Phosponat merupakan *scale inhibitor* yang baik untuk penggunaan pada temperatur diatas 3500 F. Sedangkan polimer seperti akrilat dapat digunakan pada temperatur diatas 350 °C.

c. Hidrokarbon

Hidrokarbon diperlukan sebagai pelarut. Hidrokarbon digunakan untuk menghilangkan minyak, parafin, atau *asphaltic materials* yang menutupi *scale* yang terbentuk. Karena apabila digunakan asam sebagai penghilang *scale* maka asam ini tidak akan bereaksi dengan *scale* yang tertutupi oleh minyak (*oil coated scale*). Oleh sebab itu minyak harus dihilangkan terlebih dahulu dari *scale* dengan menggunakan hidrokarbon.

d. Asam Klorida

Asam klorida adalah bahan yang banyak digunakan untuk membersihkan *scale* yang telah terbentuk. Bahan ini dapat digunakan pada berbagai kondisi. Asam klorida digunakan dengan konsentrasi 5%, 10%, atau 15% HCl. Reaksi yang terjadi :



Secara teori, *scale inhibitor* yang efektif digunakan adalah *scale inhibitor* organik. *Scale inhibitor* organik ini pun banyak diaplikasikan di industri sebagai

pengecahan terbentuknya *scale* pada pipa. Akan tetapi banyak juga yang menggunakan *scale inhibitor* yang lain tergantung kondisi yang terjadi dan komposisi senyawa yang terdapat pada minyak (Kemmer, 1979).

Inhibitor kerak yang akan dibahas disini adalah polifosfat, senyawa fosfonat dan dispersan organik sintetis. *Inhibitor* tersebut dapat digunakan sendiri atau dalam kombinasi dengan *sponge ball cleaning*. Penggunaan polifosfat seperti sodium hexametaphosfat $[(\text{NaPO}_4)_6]$ akan mendistorsi kristal CaCO_3 yang terbentuk. Namun polifosfonat mudah terhidrolisis dan kecepatan hidrolisis meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur. Oleh karena itu, polifosfat ini tidak dapat digunakan pada temperatur di atas 90°C . Diatas temperatur ini kecepatan kehilangan polifosfat sangat besar, sehingga tidak mungkin digunakan sebagai *inhibitor* pada sistem desalinasi.

Senyawa fosfonat seperti *poliether methylene fosfonat* adalah *inhibitor* yang secara simultan dapat mengontrol pembentukan kerak CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dan CaSO_4 . Selain itu senyawa tersebut juga dapat mereduksi, bahkan mengeliminasi penggunaan asam, sehingga mengurangi terjadinya korosi. Dispersan organik sintetis yaitu polimer sintetis mempunyai berat molekul dibawah 50.000, diantaranya adalah jenis asam poliakrilat dengan berat molekul 1500-2500 dan jenis asam polimaleat. Keefektifan polimer tersebut akan menurun dengan meningkatnya panjang rantai. Panjang rantai 10-15 unit adalah paling baik. Pada berat molekul ini, adsorpsi dimaksimumkan dan dispersi paling efisien. Jenis homopolimer dan kopolimer asam akrilat dapat digunakan untuk mencegah pembentukan kerak, tetapi aktivitasnya tidak lebih besar dari polifosfat. Meskipun bahan kimia tersebut stabil pada temperatur lebih besar 90°C , tetapi aktivitas sebagai kontrol kerak lebih rendah pada temperatur lebih besar dari $95-100^\circ\text{C}$, sehingga tidak mampu mengontrol deposit yang mengandung magnesium. Deposit yang dibentuk dengan penggunaan polimer dan kopolimer berdasar akrilat seringkali keras, karena ketidakmampuan bahan kimia tersebut untuk mendistorsi kristal atau karena polimer berikatan bersama dengan sejumlah inti CaCO_3 sehingga menyebabkan bertambahnya kekuatan deposit kerak akhir. Penggunaan polimer jenis asam polimaleat, mengatasi kerugian polifosfat dan

homopolimer dan kopolimer asam akrilat. Polimer ini mampu mencegah pembentukan kerak CaCO_3 dan Mg(OH)_2 . Deposit Mg(OH)_2 terjadi melalui pembentukan suatu *intermediate* (bentuk sementara) yaitu *hydromagnesit* ($3\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg(OH)}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Jenis asam polimaleat memperlambat pembentukan bahan ini dibanding pembentukan langsung Mg(OH)_2 .

Bahan kimia jenis asam polimaleat (homopolimer dan terpolimer) merupakan penghambat pertumbuhan kristal yang lebih baik dibandingkan kopolimernya. Ini menunjukkan bahwa tidak semua jenis asam polimaleat mempunyai sifat penghambat pertumbuhan kristal (Cowan, 1976).

Konsentrasi pemberian *inhibitor* harus tepat, karena jika konsentrasi *inhibitor* yang berlebih sama buruknya dengan konsentrasi yang kurang. Konsentrasi pemberian *inhibitor* yang tidak tepat (berlebih atau kurang) dapat menyebabkan terbentuknya lumpur yang meningkat dengan cepat. Kecepatan konsentrasi mempengaruhi koefisien keseluruhan penukar panas dan faktor *fouling* pada alat penukar panas. Keuntungan penggunaan *inhibitor* yaitu merupakan bahan kimia yang tidak berbahaya sehingga tidak ada masalah dalam penanganan, kecepatan konsentrasi rendah sehingga mengurangi masalah logistik dan kecepatan korosi juga lebih rendah, oleh karena itu biaya perawatan akan lebih rendah.

2.5 Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS)

Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS) adalah *spectrofotometry* yang berprinsip pada serapan cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang tersebut mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Dengan absorpsi energi, terdapat lebih banyak energi yang akan dinaikkan dari keadaan dasar ke keadaan yang bermacam-macam. Instrumen AAS meliputi *Hollow Cathode Lamp* sebagai sumber energi, *flame* untuk menguapkan sampel menjadi atom. Monokromator sebagai filter garis absorpsi, detektor dan amplifier sebagai pencatat pengukuran. *Atomic Absorption Spectrofotometry* bekerja berdasar pada

penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan oleh lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom. *Hollow Cathode Lamp* sebagai sumber sinar pada *Atomic Absorption Spectrofotometry* akan menghilangkan kelemahan yang disebabkan oleh *self* absorpsi.

Beberapa logam yang terkandung dalam sampel dapat ditentukan secara langsung dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry*, tetapi ada beberapa gangguan kimia yang menyebabkan sampel harus diperlakukan khusus terlebih dahulu, gangguan kimia disebabkan oleh berkurangnya penyerapan pada atom dalam kombinasi molekul dalam *flame*. Hal ini terjadi karena *flame* tidak cukup panas untuk memecah molekul atau pada saat pemecahan atom, dan berikut beberapa gangguan dapat dikurangi atau dihilangkan dengan penambahan elemen atau senyawa khusus pada larutan sampel antara lain:

a. Pembentukan senyawa stabil

Pembentukan senyawa stabil menyebabkan tidak bercampur, gangguan kimia ini dapat diatasi dengan menaikkan suhu nyala, menggunakan zat pembebas (*releasing agent*) dan ekstraksi pada unsur pengganggu terlebih dahulu.

b. Ionisasi

Ionisasi dapat dicegah dengan menambahkan ion yang lebih mudah terionisasi untuk menahan ionisasi dari senyawa analit, unsur-unsur yang dapat ditentukan dengan *Atomic Absorption Spectrofotometry* lebih dari 60 unsur logam atau metalloid dengan konsentrasi antara 1 ppm sampai 10 ppm. Setiap unsur logam yang dideteksi menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* mempunyai kondisi optimum yang berbeda-beda. Secara umum, komponen-komponen *Atomic Absorption Spectrofotometry* adalah sama dengan spektrometer UV/Vis. Keduanya mempunyai komponen yang terdiri dari sumber cahaya, tempat sample, monokromator, dan detektor. Sedangkan terdapat 3 jenis nyala (*flame*) dalam *Atomic Absorption Spectrofotometry* yaitu:

1. Udara – Propana

Jenis nyala ini relatif lebih dingin (1800°C) dibandingkan jenis *flame* lainnya. *flame* ini akan menghasilkan sensitifitas yang baik jika elemen yang akan diukur mudah terionisasi seperti Na, K, Cu.

2. Udara – Asetilen

Jenis nyala ini adalah yang paling umum dipakai dalam *Atomic Absorption Spectrofotometry*. *flame* ini menghasilkan temperatur sekitar 2300°C yang dapat mengatomisasi hampir semua elemen. Oksida-oksida yang stabil seperti Ca, Mo juga dapat analisa menggunakan jenis nyala ini dengan memvariasi rasio jumlah bahan bakar terhadap gas pengoksidasi.

3. Nitrous oksida – Asetilen

Jenis *flame* ini paling panas (3000°C), dan sangat baik digunakan untuk menganalisa sampel yang banyak mengandung logam-logam oksida seperti Al, Si, Ti, W.

2.5.1 Metode Analisis *Atomic Absorption Spectrofotometry*

Pada *Atomic Absorption Spectrofotometry* terdapat tiga jenis analisis yang di antaranya sebagai berikut:

1. Metode Standar Tunggal

Metode ini sangat praktis karena hanya menggunakan satu larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya (C_{std}). Selanjutnya absorpsi larutan standar (A_{sta}) dan absorpsi larutan sampel (A_{smp}) diukur dengan spektrometri. Dari hukum Beer sebagai berikut:

$$A_{std}/C_{std} = C_{smp}/A_{smp} \rightarrow C_{smp} = (A_{smp}/A_{std}) \times C_{std}$$

Dengan mengukur absorbansi larutan sampel dan standar, konsentrasi larutan sampel dapat dihitung.

2. Metode kurva kalibrasi

Dalam metode ini dibuat suatu seri larutan standar dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut diukur dengan AAS. Langkah selanjutnya adalah membuat grafik antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A) yang merupakan garis lurus yang melewati titik nol, konsentrasi larutan sampel dapat dicari setelah absorbansi larutan sampel diukur dan diinterpolasi ke dalam kurva

kalibrasi atau dimasukkan ke dalam persamaan garis lurus yang diperoleh dengan menggunakan program regresi linear pada kurva kalibrasi.

3. Metode adisi standar

Metode ini dipakai secara luas karena mampu meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan (matriks) sampel dan standar. Dalam metode ini dua atau lebih sejumlah volume tertentu dari sampel dipindahkan ke dalam labu takar. Satu larutan diencerkan sampai volume tertentu kemudian larutan yang lain sebelum diukur absorbansinya ditambah terlebih dahulu dengan sejumlah larutan standar tertentu dan diencerkan seperti pada larutan yang pertama. Menurut hukum Beer akan berlaku hal-hal berikut:

Dimana:

C_x = konsentrasi zat sampel

C_s = konsentrasi zat standar yang ditambahkan ke larutan sampel

A_x = absorbansi zat sampel (tanpa penambahan zat standar)

AT = absorbansi zat sampel + zat standar

Jika kedua rumus digabung maka akan diperoleh, konsentrasi zat dalam sampel (C_x) dapat dihitung dengan mengukur A_x dan AT dengan spektrometri. Jika dibuat suatu seri penambahan zat standar dapat pula dibuat grafik antara AT lawan C_s garis lurus yang diperoleh dari ekstrapolasi ke $AT = 0$, sehingga diperoleh:

$$C_x = C_s \times \{A_x / (0 - A_x)\} ; C_x = C_s \times (A_x / -A_x)$$

$$C_x = C_s \times (-1) \text{ atau } C_x = -C_s$$

2.5.2 Kelebihan dan Kelemahan Metode *Atomic Absorption Spectrofotometry*

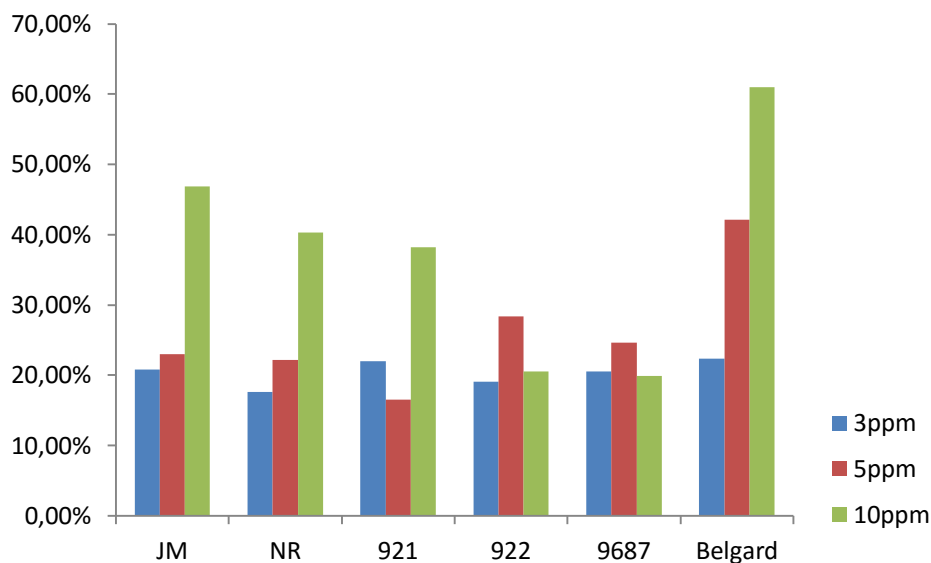
Kelebihan metode *Atomic Absorption Spectrofotometry* dibandingkan dengan spektrofotometer biasa yaitu spesifik, batas deteksi yang rendah dari larutan yang sama bisa mengukur unsur-unsur yang berlainan, pengukurannya langsung terhadap contoh, output dapat langsung dibaca, cukup ekonomis, dapat diaplikasikan pada banyak jenis unsur, batas kadar penentuan luas seperti dari ppm hingga %.

Sedangkan kelemahannya yaitu pengaruh kimia dimana *Atomic Absorption Spectrofotometry* tidak mampu menguraikan zat menjadi atom misalnya pengaruh fosfat terhadap Ca, pengaruh ionisasi yaitu bila atom tereksitasi dapat menimbulkan emisi pada panjang gelombang yang sama, serta pengaruh matriks misalnya pelarut.

2.6 Uji Perbandingan Efektifitas Scale Inhibitor

Pada jurnal pengujian PT Indonesia Power yang berjudul Uji Perbandingan Efektifitas Antiscale yang ditulis oleh Eristiady Febryanwar pada tahun 2015 yang berisi tentang pengujian *antiscale* atau *scale inhibitor* menggunakan berbagai macam dan jenis *scale inhibitor* yang memiliki tujuan dari pengujian tersebut adalah mencari nilai dengan efektifitas terendah dengan menggunakan metodologi adalah grafimetri yang menggunakan bahan baku air laut sintetik yang di buat dari campuran dua komponen yaitu komponen A ($\text{CaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, NaCl) dan komponen B (NaHCO_3 , NaCl) dengan teknik pemanasan pada suhu 70°C dalam waktu 7(tujuh) hari dengan menggunakan oven

Menghasilkan dari pengujian 6(enam) sampel *antiscale* atau *scale inhibitor* dapat dilihat pada Gambar 2.9 dengan media air laut sintetik



Gambar 2.9. Nilai Persentase Penghambatan Pembentukan Kerak
Sumber: Uji Perbandingan Efektifitas Antiscale. Febryanwar, 2015

Menunjukkan bahwa pada konsentrasi 3ppm yang memiliki nilai efektifitas yang dilihat dari persentase penghambatan pembentukan kerak maka *Belgard* 22,40% yang merupakan terbaik kemudian disusul oleh 922, JM, 9687, 921 dan NR. Sedangkan pada konsentrasi 5ppm dan 10 ppm persentase penghambatan berturut-turut untuk *Belgard* adalah 42,15% dan 60,97%. Maka dapat digambarkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *Belgard* maka semakin tinggi persentase penghambatannya walaupun disisi lain hal ini tidak berlaku dapat dilihat pada hasil sampel *antiscale* 9687 dan 922 memberikan nilai penghambatan paling baik pada konsentrasi 5ppm. Hal lain terjadi pada sampel *antiscale* 922 memberikan data yang anomali. Hasil yang diberikan fluktuatif dan belum dapat dijelaskan apa yang terjadi di dalam sampel *antiscale* 921.

2.7 Evaluasi Performa dari *Polymaleic Acid* yang Termodifikasi Sebagai *Antiscale*

Pada jurnal pengujian *antiscale* atau *scale inhibitor* yang diterbitkan oleh Saline Water Conversion Corporation di Saudi Arabia yang berjudul *Performance Evaluation of a Modified Polymaleic Acid as Antiscalant* yang ditulis oleh Ata Yassen Abdulgader, Gulam M. Mustafa Nabil Nada Al-Hassani dan Mohamed Khafagy tahun 1998 mempunyai tujuan untuk mengetahui performa dari *antiscale* yang berbahan dasar pada *Polymaleic Acid* (PMA) dengan metode percobaan pada unit pemanasan ulang berjenis *Multi-Effect Evaporator* yang mempunyai suhu operasi 65°C pada pengujian ini memiliki 3(tiga) variabel yaitu variabel bebas pada konsentrasi *scale inhibitor*, variabel kontrol adalah 1(tahun) pengujian dan variabel terikat adalah kerak

Tes dimulai pada tingkat dosis tertinggi yaitu 4,5 ppm dengan waktu selama 6(enam) bulan yang dilaksanakan pada tanggal 23 Juni 1997 sampai 23 Desember 1997, pada 3(tiga) bulan pertama langkah dilakukan perhitungan pada nilai produksin, GOR dan PR. Pada 3(tiga) bulan awal tidak ditemukan variasi perubahan nilai yang signifikan atas perbandingan desain yang telah ada, tetapi selama 3(tiga) bulan terakhir pada langkah ini diketemukan tingkat produksi dan

GOR mulai menurun secara bertahap dibawah nilai-nilai desain yang tepatnya adalah 55 m³/jam dan 7 kg distilat perkilogram uap jika dibandingkan dengan nilai-nilai pada desain yaitu 625 m³/jam dan 8 kg distilat perkilogram uap.

Tren produksi dan nilai kinerja unit yang diketemukan mengalami penurunan jika dibandingkan pada desain, maka dapat dikaitkan dengan fluktuasi *feed* aliran dan suhu air laut selama proses produksi. Pada kegiatan inspeksi secara *visual* pada dua tahapan 3(tiga) bulan pengoperasi mengungkapkkan adanya *scale* dengan jumlah yang sedikit hanya pada ujung bagian penukar panas namun fenomena ini dianggap cukup biasa dikeranakan penggunaan multi efek horisontal tabung *evaporators*.

Berdasarkan hasil operasi tahap pertama pada dosis 4,5 ppm maka dilakukanlah penurunan tingkat dosis menjadi 3,5 ppm dengan jangka waktu pengoperasian ini adalah 6(enam) minggu yang mulai pada 2 Januari 1997 hingga 17 Febuari 1997. Pada pengukuran nilai kinerja produksinya dan parameter lain secara bertahap terjadi peningkatan pada tingkat yang sangat lambat, namun pada akhir bulan terjadi peningkatan yang mulai menunjukan nilai yang mendekati desain sehingga hanya perlu waktu untuk semakin meningkat pada tahap-tahap akhirnya.

Inspeksi yang dilakukan secara *visual* pada akhir pengoperasian ini mengungkapkkan bahwa tidak diketemukannya *scale* pada tabung pemindah panas kecuali pada bagian ujung tabung. Lebih lanjut secara bertahap dilakukan pengurangan tingkat dosis yang dibuat berdasarkan kinerja dan inspeksi visual unit sehingga dilakukanya pengoperasian dengan tingkat dosis 3 ppm yang dilakukan selama 3(tiga) minggu sebagai tahap pengoperasian yang ketiga, maka selanjutnya dosis diturunkan kembali pada 2,5 ppm yang dilakukan selama 2(dua) bulan sebaga tahap pengoperasian keempat dan pada tahapan trakhir dosis diturunkan hinggaa 2 ppm dengan masa pengoperasian selama 45 hari sebagai tahapan pengoperasian yang kelima. Pada 2 (dua) tahapan pengoperasian menunjukkan bahwa parameter yang diukur itu berfluktuasi disekitar nilai-nilai desain sehingga mengarah ke perubahan pada nilai produksi unit dan kinerja. Namun nilai-nilai parameter yang diukur dan dihitung ditemukan pada

perbandingan nilai desain, bahwa sebagian besar pada periode pengujian ini nilai-nilai yang ditemukan berada dibawah dari nilai desain yang terutama dikarenakan peningkatan aliran air laut dan penurunan suhu air laut yaitu, selama musim dingin dari Oktober 1997 sampai Februari 1997

Inspeksi yang dilakukan secara visual diakhir pengujian mengungkapkan bahwa tabung pemindah panas yang bersih kecuali pada ujung tabung dekat dengan *tube sheets*, yang biasa dianggap normal dalam unit MED karena tidak adanya ketepatan distribusi *feed* air laut.

Kesimpulan yang didapat pada Evaluasi uji asam polymaleic yang dimodifikasi sebagai *antiscalant* di Al-Aziziah pada unit pemanasan dengan tingkat dosis yang mulai dari 4,5 ppm hingga 2,0 ppm menunjukkan bahwa tidak ada *scale* yang merugikan yang mengendap pada tabung perpindahan panas. Sedangkan dari hasil inspeksi secara *visual* pada akhir setiap tahapan pengurangan dosis mengungkapkan tidak adanya *scale* secara signifikan namun nilai produksi dan kinerja yang telah dicapai unit tidak ada perubahan signifikan. Sehingga hal ini menegaskan bahwa pengurangan nilai produksi, GOR dan PR di bawah nilai desain selama tingkatan dosis 4,5 ppm dan 3,5 ppm yang tidak disebabkan karena adanya endapan *scale*, namun karena fluktuasi suhu dan aliran air laut yang memasuki tabung efek. Maka kesimpulannya bahwa asam polymaleic yang dimodifikasi hanya mampu mengendalikan *scale* di MED unit perpindahan panas pada tingkat dosis 2 ppm dan air garam dengan suhu 65°C.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian Optimalisasi Penggunaan *Scale Inhibitor* Pada Proses Desalinasi Dengan Metode Analisis Ion Terlarut Menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* dilakukan pada bulan Mei 2016 – Juli 2016 di Laboratorium PT Indonesia Power Unit Pembangkitan Priok yang berlokasi di Jalan RE. Martadinata Tanjung Priok, Jakarta Utara.

3.2 Alat dan Bahan

a. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya 15 botol sampel kaca *schott duran* 250 mL, 1(satu) labu ukur 500 mL, gelas ukur 100 mL 15 gelas beker 500 mL ,6(enam) gelas beker 250 mL, satu kotak kertas saring *milipore* 0,45 μm , satu buah spatula, neraca analitik, satu buah pipet volume 10 mL, satu buah pipet mohr 1 mL, oven, dua jerigen plastik 5 Liter, *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS).

b. Bahan

Bahan yang digunakan pada pengujian ini diantaranya, sampel air laut dari laut Jakarta yang berada pada kanal *water intake* PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Priok, *Scale Inhibitor* dengan nama *Belgard* EV-2050, larutan standard Ca^{2+} 100ppm, larutan asam nitrat 2%, dan larutan satandard Mg^{2+} 100ppm.

3.2 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan pada pengerjaan Optimalisasi Penggunaan *Scale Inhibitor* Pada Proses Desalinasi Dengan Metode Analisis Ion Terlarut Menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry*, yaitu dengan mengukur konsentrasi ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} terlarut dalam air laut yang menjadi air baku pada

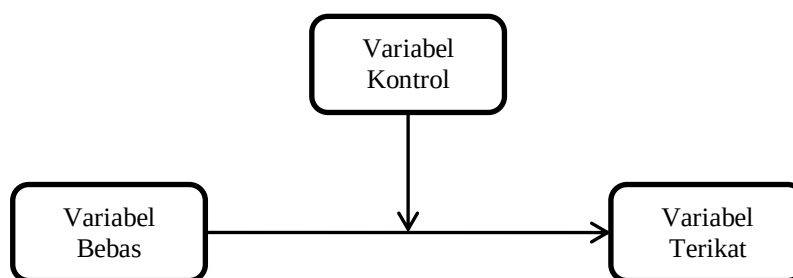
desalination plant, dengan menggunakan pengujian berskala laboratorium dan menggunakan teknik pemanasan menggunakan oven yang sebelumnya telah dilakukan pemberian *scale inhibitor* dalam berbagai konsentrasi menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS) berjenis *flame* udara dan asetelin dengan metode analisis deret standar. Berikut merupakan tabel rancangan pengerjaan

Tabel 3.1 Rancangan Pengerjaan Optimasi *Scale inhibitor*

Temperatur (°C)	ppm <i>Scale Inhibitor</i>	Konsentrasi Ca ²⁺ (ppm)							Konsentrasi Mg ²⁺ (ppm)						
		0	3	5	7	10	13	15	0	3	5	7	10	13	15
70	Simplo														
	Duplo														
100	Simplo														
	Duplo														

3.3 Variabel Pengujian

Dalam suatu penelitian digunakan beberapa variabel yang berhubungan sehingga pada Optimalisasi Penggunaan *Scale Inhibitor* Pada Proses Desalinasi Dengan Metode Analisis Ion Terlarut Menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* terdapat beberapa variabel yang dapat digambarkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan 3(tiga) variabel penelitian yang diantaranya variabel bebas, variabel terikat, variabel kontrol dan dapat dijelaskan sebagai berikut :

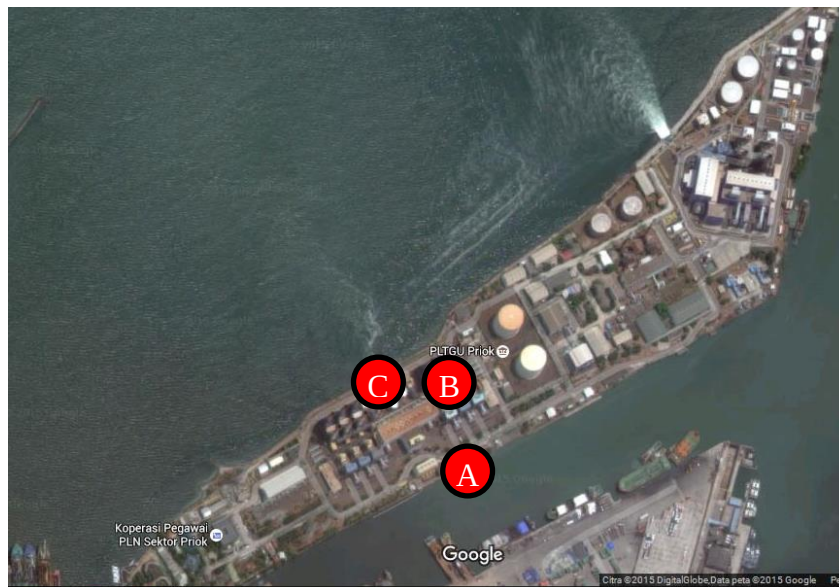
- a. Variabel Bebas yaitu suatu variabel yang dipilih dan diukur dalam penelitian untuk menentukan adanya suatu hubungan pada keadaan yang sedang diamati dan pada penelitian ini variabel bebas antara lain adalah

konsentrasi *scale inhibitor* yang di campurkan pada sampel air laut, temperatur pada saat pengujian.

- b. Variabel Terikat merupakan variabel yang diamati dalam suatu penelitian yang berhubungan dengan variabel bebas dalam penelitian ini variabel terikat antara lain adalah konsentrasi ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+} pada sampel air laut.
- c. Variabel kontrol adalah variabel yang memastikan pengujian berada pada kondisi yang sama sehingga pada penelitian ini variabel kontrol adalah waktu pemanasan selama 7(tujuh) hari.

3.4 Lokasi Sampling

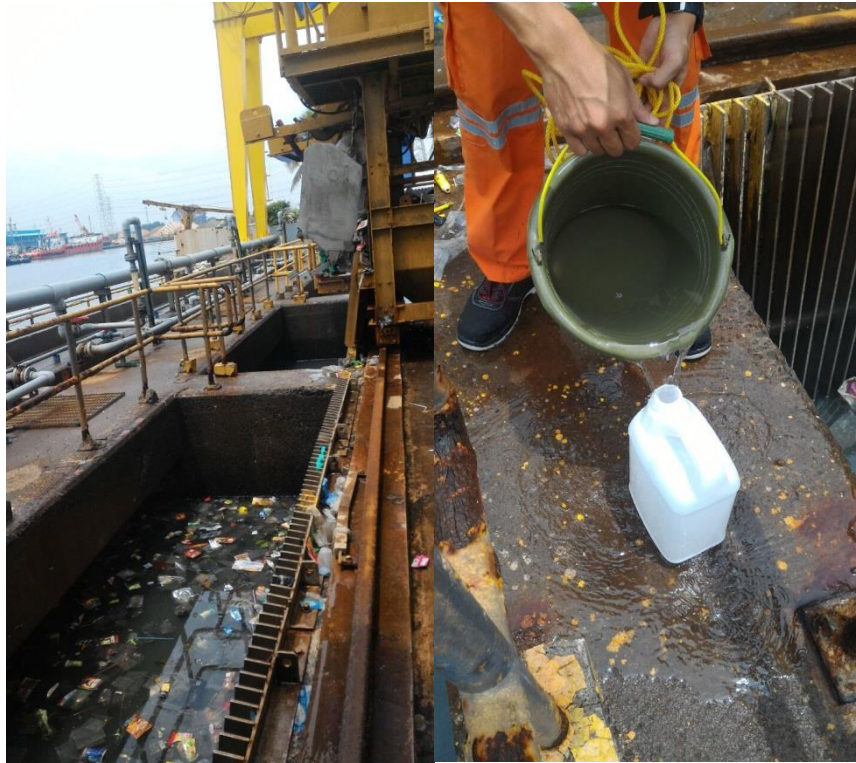
Lokasi pengambilan sampel untuk pengujian optimalisasi *scale inhibitor* diambil dari kanal pada *water intake* PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Priok yang diambil pada Senin 11 Juli 2016 sebanyak 10 Liter air laut.



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Air Baku Desalination Plant
Sumber: Google Map 2016

Dari Gambar 3.2 dapat dilihat titik A merupakan lokasi titik pengambilan sampel air baku *desalination plant*, dan titik B merupakan lokasi *desalination plant*, sementara titik C merupakan *outfall* tempat buangan air laut yang telah terkonsentrasi dan air laut dari *condensor* pembangkit listrik. Dan dapat dilihat

pada Gambar 3.3 adalah lokasi pengambilan sampel dan cara pengambilan sampel dengan menggunakan ember untuk mengambil air pada *water intake* lalu dimasukan kedalam jirigen dengan teknik pengambilan acak pada dua titik.



Gambar 3.3 Proses Pengambilan Sampel Air Laut

3.5 Cara Pengerjaan

Cara pengerjaan yang dilakukan pada Optimalisasi Penggunaan *Scale Inhibitor* Pada Proses Desalinasi Dengan Metode Analisis Ion Terlarut Menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* adalah sebagai berikut:

A. Pembuatan Larutan *Scale Inhibitor*

1. Menghitung massa yang dibutuhkan untuk membuat larutan *scale inhibitor* 500mL dengan konsentrasi yang diasumsikan 1000ppm , setelah itu menimbang massa dari *scale inhibitor* dengan menggunakan neraca analitik yang perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran A
2. Larutkan dengan menggunakan air demin hingga 500mL pada labu ukur berukuran 500mL.

B. Persiapan Pada Sampel Air Laut

1. Siapkan air lautnya terlebih dahulu lalu dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring berukuran $0,45\ \mu\text{m}$ yang bertujuan memisahkan padatan-padatan yang terkandung dalam air laut.
2. Setelah itu dimasukan kedalam botol sampel kaca 250mL *scale inhibitor* dalam berbagai deret konsentrasi (0ppm, 3ppm, 5ppm, 7ppm, 10ppm, 13ppm, 15ppm) yang berasal dari larutan *scale inhibitor* 1000ppm dengan menggunakan pipet lalu dilakukan penambahan dengan sampel air laut hingga mencapai volume sebanyak 200mL, semua dilakukan dengan pengerjaan dua tahap (duplo) yang perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran A.
3. Setelah itu siapkan kembali sampel yang ditujukan sebagai dasar perbandingan air laut kedalam botol 250mL sebanyak 200mL air laut tersebut dapat dituliskan dengan label *Initial*. Untuk setelah itu disimpan pada suhu ruangan.
4. Setelah itu dilakukan Proses Pemanasan selama 7(tujuh) hari pada suhu 70°C dan 100°C pada oven terpisah.
5. Setelah 7(tujuh) hari kemudian dilakukan penyaringan yang bertujuan untuk memisahkan kerak-kerak yang telah terbentuk selama masa pemanasan menggunakan oven sehingga tidak mengganggu proses pengujian pada *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS).
6. Setelah dilakukan penyaringan kemudian masing-masing sampel tersebut dipipet sebanyak 5mL lalu diencerkan pada gelas beker 500mL dan siap untuk dimasukan kedalam *cuvet* sehingga dapat dilakukan pengujian dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS).

C. Pembuatan Larutan Induk

1. Siapkan larutan standar multi elemen yang mengandung ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+} 100ppm.
2. Lalu pipet sebanyak 25mL kedalam labu ukur 100mL kemudian ditambahkan 5mL HNO_3 2% dan diencerkan dengan air demin hingga

volume 100mL, kemudian kocok hingga menjadi homogen yang perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran A.

D. Pembuatan Deret Standar

Untuk membuat deret standar dengan konsentrasi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 10 ppm dan 15 ppm dengan cara melakukan perhitungan yang perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran A dengan perbandingan konsentrasi antara larutan induk standar dengan deret standar yang akan dibuat sebagai berikut:

1. Siapkan 5(lima) gelas beker 250mL dan masukan larutan induk yang telah dibuat masing-masing sebanyak 4mL, 8mL, 12mL, 20mL, dan 30mL lalu diencerkan hingga 50mL dengan air demin kemudian semuanya ditambahkan 2mL HNO_3 2% lalu dihomogenkan.
2. Selanjutnya siapkan 1(satu) gelas beker 250mL sebagai blanko dengan menggunakan 50mL air demin kemudian semuanya ditambahkan 2mL HNO_3 2% lalu dihomogenkan.
3. Setelah dihomogenkan larutan deret standar dapat dimasukkan kedalam *cuvet* untuk dilakukan pengukuran pada *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS).

E. Persiapan Alat *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS)

Sebelum *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS) dipergunakan terdapat beberapa hal kritis yang perlu diperhatikan, diantaranya: tekanan bahan bakar asetilena, tekanan kompresor udara, kondisi lampu *hollow cathode* dalam kondisi baik, tegangan listrik dalam keadaan stabil.

B. Pengolahan Data

Membuat larutan induk dan pembuatan deret standar dari larutan yang memiliki konsentrasi lebih tinggi dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

Keterangan: $V1$ = Volume awal

$M1$ = Konsentrasi awal

V2 = Volume larutan setelah pengenceran

M2 = Konsentrasi larutan setelah pengenceran

Konsentrasi ion logam dalam larutan sampel dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ppm \text{ logam} = \frac{\text{Absorbansi sampel} - \text{Intersep}}{\text{Slope Deret Standar}} \times \text{Faktor Pengenceran}$$

Untuk mengetahui nilai efektivitas dari *scale inhibitor*, dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{\rho \text{ sampel} - \rho \text{ sampel 0ppm}}{\rho \text{ initial} - \rho \text{ sampel 0ppm}} \times 100\%$$

Keterangan:

ρ sampel = konsentrasi ion terlarut pada sampel uji.

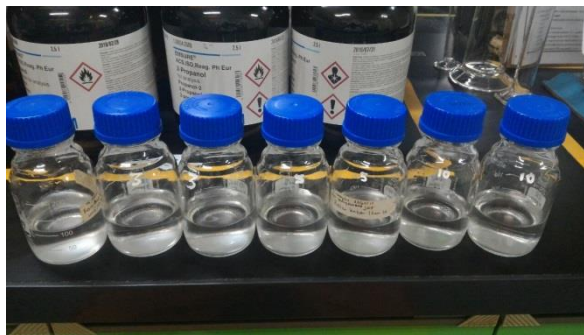
ρ sampel 0ppm = konsentrasi ion terlarut pada sampel yang tidak menggunakan *scale inhibitor* atau mengandung 0ppm *scale inhibitor*.

ρ initial = konsentrasi ion terlarut pada sampel air laut sebelum mengalami pengujian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada sampel air laut yang digunakan sebagai bahan baku *desalination plant* untuk memproduksi air tawar, air laut yang didapat merupakan air laut pada kanal yang berada pada *water intake* PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkita Priok dan sampel hasil pemanasan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Sampel Setelah Pemanasan

4.1 Data Analisis Air Baku Laut

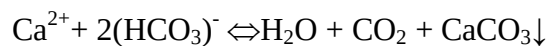
Dari pengambilan yang berada pada *water intake* PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Priok dapat diketahui berikut ini merupakan data analisis kualitas air laut tersebut yang diterbitkan oleh PT Nalco yang terdapat pada Tabel 4.1 yang digunakan sebagai pembandingan pada penelitian ini dengan metode uji yang berbeda yang dapat dilihat secara jelas pada Lampiran B.

Tabel 4.1 Data Analisis Kualitas Air Laut

Parameter	Unit	Metode Uji	Hasil
pH	-	APHA4500-H-B	7,18
Conductivity	$\mu\text{S}/\text{cm}$	APHA2510B	27660
Alkalinitas	$\text{mg}/\text{L CaCO}_3$	AP-59	144,6
Ca^{2+}	$\text{mg}/\text{L Ca}$	AP-59	542
Mg^{2+}	$\text{mg}/\text{L Mg}$	APHA 3111B	699,7
Turbidity	NTU	APHA 2130B	44,6
TDS	$\text{mg}/\text{L Solid}$	APHA 2540C	13553
TSS	$\text{mg}/\text{L Solid}$	8006	49
COD	$\text{mg}/\text{L O}_2$	APHA 5220D	17
Chlorine Demand	$\text{mg}/\text{L Cl}_2$	AP-34	3,3

Sumber : Water analysis report PT. Nalco

Dilihat dari data analisis kualitas air laut tersebut memiliki karakteristik pH basa dengan nilai pH 8,48. Maka berdasarkan teori yang telah dipaparkan dan dijelaskan pada bagian tinjauan pustaka, semakin tinggi nilai pH maka kecenderungan pembentukan *scale* akan semakin meningkat, dalam hal ini dikarenakan kandungan CO₂ dalam air akan berpengaruh terhadap nilai pH air dan kadar kelarutan CaCO₃, dan berikut merupakan penjelasan berdasarkan reaksi:



Pada reaksi tersebut dapat dilihat apabila konsentrasi CO₂ dalam larutan bertambah, maka reaksi diatas akan bergeser ke kiri dan air akan menjadi asam (nilai pH turun) serta pembentukan CaCO₃ memungkinkan akan berkurang. Sedangkan apabila tekanan dalam sistem turun, maka CO₂ akan terbebaskan dari larutan, sehingga reaksi akan bergeser ke arah kanan yang menyebabkan air menjadi basa (nilai pH naik) yang memungkinkan akan meningkatkan terjadinya pengendapan CaCO₃.

Selain pH yang relatif tinggi, nilai alkalinitas yang besar juga meningkatkan potensi pembentukan *scale*, nilai alkalinitas dari air laut dari data analisis pada Tabel 4.1 adalah sebesar 144,6 mg/L sebagai CaCO₃.

4.2 Perhitungan *Langelier Saturation Index* Air Baku

Langelier Saturation Index (LSI) merupakan metode yang digunakan untuk memprediksi stabilitas kalsium karbonat (CaCO₃) dalam air. LSI ini dapat memprediksi keadaan kalsium karbonat apakah membentuk endapan, larut, atau berada pada kesetimbangan dengan air.

Nilai LSI negatif (-) dapat mengindikasikan tidak ada potensi terjadinya *scaling* dan air akan melarutkan CaCO₃, sedangkan jika nilai LSI positif(+) mengindikasikan *scaling* berpotensi terjadi dan CaCO₃ akan terendapkan, sementara bila nilai LSI mendekati nol (-0,3 sampai 0,3) merupakan nilai ambang batas dari potensi *scaling*, kualitas air dan perubahan temperatur dapat mengubah nilai indeks tersebut. Dengan menghitung nilai LSI ini dapat diperkirakan apakah air baku laut ini berpotensi terjadinya pembentukan *scale* CaCO₃ atau tidak. Berikut formula perhitungan *Langelier Saturation Index* :

$$\text{LSI} = \text{pH} - \text{pHs}$$

$$\text{pHs} = (9,3 + \text{A} + \text{B}) - (\text{C} + \text{D})$$

Setelah dihitung dan dapat dilihat Pada Lampiran C, nilai *Langelier Saturation Index* untuk air baku laut didapat nilai sebesar 0,33 (positif), dilihat dari nilai LSI tersebut dapat disimpulkan air laut yang digunakan sebagai bahan baku *desalination plant* memiliki potensi yang cukup untuk terjadinya pengerasan CaCO_3 karena memiliki nilai LSI positif. Agar potensi pengerasan dapat menurun sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya pengerasan, maka kualitas air baku harus dibuat sedemikiannya agar nilai LSI-nya menurun, bahkan bernilai negatif, bila dipelajari lebih lanjut dari formula perhitungan LSI, maka nilai LSI berbanding terbalik dengan nilai TDS dan berbanding lurus dengan nilai pH, temperatur, kesadahan Ca, dan nilai alkalinitas, artinya semakin tinggi nilai parameter-parameter tersebut akan semakin meningkatkan nilai LSI, dengan kata lain akan semakin meningkatkan potensi terjadinya pengerasan CaCO_3 , hal tersebut sesuai dengan teori yang telah didapat dari literatur bahwa potensi pengerasan akan meningkat seiring meningkatnya nilai pH, temperatur, kesadahan Ca, dan alkalinitas dalam air, sementara nilai TDS yang tinggi justru akan menurunkan potensi terjadinya pengerasan sesuai dengan teori semakin besar jumlah padatan yang terlarut dalam air (kecuali ion Ca^{2+} dan ion CO_3^{2-}), kadar kelarutan CaCO_3 dalam air akan semakin besar pula, sehingga CaCO_3 cenderung tidak terbentuk. Batas maksimum padatan yang terlarut (tidak termasuk ion Ca^{2+} dan ion CO_3^{2-}) adalah 200 gr/L air.

Parameter-parameter yang mempengaruhi nilai LSI tidak semua dapat dikendalikan dan dimodifikasi agar menurunkan nilai LSI, parameter yang tidak bisa dikendalikan diantaranya nilai kesadahan Ca, alkalinitas dan nilai TDS air baku, karena parameter tersebut merupakan karakteristik alami dari air baku laut, temperatur pun tidak dapat dikendalikan karena sudah merupakan *design* pabrik dari *desalination plant*, menurunkan temperatur juga dapat menyebabkan proses penguapan menjadi tidak optimal. Parameter yang dapat dikendalikan adalah nilai pH, nilai pH dapat diturunkan salah satunya dengan penambahan *scale inhibitor*,

namun upaya menurunkan nilai pH ini tetap harus dikontrol agar tidak menimbulkan korosi pada material pipa.

4.3 Data Analisis Scale inhibitor Belgard EV-2050

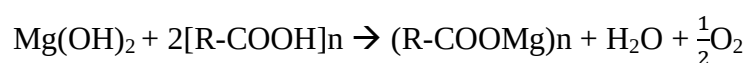
Scale inhibitor yang digunakan pada *desalination plant* PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jassa Pembangkitan Priok adalah *scale inhibitor* dengan merek dagang *Belgard EV-2050* yang diproduksi oleh PT. Kurita Indonesia. Karakteristik kimia dari *scale inhibitor* ini adalah bersifat asam dengan kriteria korosif atau agak korosif. Berikut pada Tabel 4.2 merupakan data sertifikat analisis kualitas produk *scale inhibitor Belgard EV-2050*.

Tabel 4.2 Data Analisis Scale inhibitor EV-2050

Parameter	Hasil	Spesifikasi Standar
pH 20°C (1%)	1,04	<2,0
Spec. Gravity (20 °C)	1,149	1,14-1,16
Viskositas (25 °C)	11,3	9,00-15,00

Sumber : *Certificate of product quality analysis* PT. Kurita Indonesia, 2016

Dapat dilihat dari data pada tabel 4.2, nilai pH dari *scale inhibitor Belgard EV-2050* adalah 1,04. Dengan nilai pH yang sangat rendah tersebut, penggunaan *scale inhibitor* dapat menurunkan pH, sehingga dapat menghambat pembentukan *scale*. Pada *safety data sheet* yang terdapat di Lampiran D bahwa *scale inhibitor BV-2050* mengandung senyawa Polycarboxylic acids ([R-COOH]_n) dan Phosphonic acids (H₃PO₃). Pada proses pencegahannya *Scale Inhibitor* bereaksi dengan kerak CaCO₃ dan Mg(OH)₂ yang dapat dilihat sebagai berikut:



4.4 Hasil Pengujian

Berikut ini merupakan hasil penelitian optimasi *scale inhibitor* yang dilakukan pada temperatur 70 °C dan 100 °C dengan berbagai konsentrasi *scale inhibitor* diantaranya 0 ppm (tanpa penambahan *scale inhibitor*), 3ppm, 5ppm, 7ppm, 10ppm, 13ppm, dan 15ppm. Kemudian dilakukan pengukuran konsentrasi ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang terlarut dalam air laut dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* setelah pemanasan selama 7(tujuh) hari sehingga

hasil yang diperoleh dapat dibandingkan dengan konsentrasi ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} sebelum pemanasan tanpa menggunakan *scale inhibitor* pada sampel dengan label *initial*.

4.4.1 Hasil Pengukuran Ion Ca^{2+} dan Ion Mg^{2+}

Pengukuran ion Ca^{2+} dilakukan dengan *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS) pada panjang gelombang 422,67nm. Pada pengerjaanya sebelum melakukan pengukuran sampel disaring terlebih dahulu agar kerak yang terbentuk selama pemanasan tidak terbawa, karena selain akan dapat menyebabkan risiko kesalahan pada pengukuran, dan juga kerak yang halus juga dapat menyumbat *tube-tube* pada instrumen *Atomic Absorption Spectrofotometry* sehingga itu dilakukan peyaringan terlebih dahulu sebelum dimasukan kedalam *cuvet*. Dari data hasil penelitian sampel air laut pada Lampiran E, dan yang tidak dilakukan proses pengujian dengan label *initial* menghasilkan konsentrasi ion Ca^{2+} adalah 540 ppm sedangkan untuk deret konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 4.3 yang merupakan hasil pengukuran ion Ca^{2+} pada temperature 100°C dan 70°C dan dengan berbagai konsentrasi *scale inhibitor*.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran ion Ca^{2+}

Temperatur (°C)	ppm Scale Inhibitor	Konsentrasi Ca^{2+} (ppm)						
		0	3	5	7	10	13	15
70	Simplo	529	533	534	535	539	530	529
	Duplo	522	530	531	534	539	530	525
	Rata-rata	525,5	531,5	532,5	534,5	539	530	527
100	Simplo	525	525	529	532	535	530	527
	Duplo	518	527	531	534	537	528	525
	Rata-rata	521,5	526	530	533	536	529	526

Sumber: Data hasil penelitian, 2016

Sedangkan pengukuran ion Mg^{2+} didapatkan dengan alat *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS) pada panjang gelombang 285,21 nm. Dari data hasil penelitian sampel air laut pada Lampiran E dengan melihat nilai konsententrasi yang di deteksi oleh *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS) , dan yang tidak dilakukan proses pengujian dengan label *initial* menghasilkan konsentrasi ion Mg^{2+} adalah 702 ppm sedangkan untuk deret konsentrasi dapat dilihat pada Tabel

4.5 data hasil pengukuran ion Mg^{2+} pada temperatur 100°C dan 70°C dan dengan berbagai konsentrasi *scale inhibitor*.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Ion Mg^{2+}

Temperatur (°C)	ppm Scale Inhibitor	Konsentrasi Mg^{2+} (ppm)						
		0	3	5	7	10	13	15
70	Simplo	677	680	694	698	706	700	690
	Duplo	683	688	701	701	697	696	693
	Rata-rata	680	684	697,5	699,5	701,5	698	691,5
100	Simplo	680	682	693	697	699	696	690
	Duplo	671	685	697	699	700	698	690
	Rata-rata	675,5	683,5	695	698	699,5	697	690

Sumber: Data hasil penelitian, 2016

Sehingga data yang didapatkan pada penelitian terdapat perbedaan pada konsentrasi ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+} yang menggunakan *scale inhibitor* dengan yang tidak menggunakan.

4.4.2 Pengujian Hipotesis

Pada pengujian tersebut didapati bahwa penggunaan *scale inhibitor* berpengaruh pada proses pembentukan kerak yang didasari oleh konsentrasi ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+} terlarut dalam air laut dengan mengambil jumlah konsentrasi *scale inhibitor* pada 0ppm atau tidak menggunakan dapat dihasilkan sekitar 525,5ppm ion Ca^{2+} pada temperatur 70°C dengan klaim bahwa tidak adanya pengaruh penggunaan *scale inhibitor* sehingga kita dapat melakukan pengujian sebagai berikut:

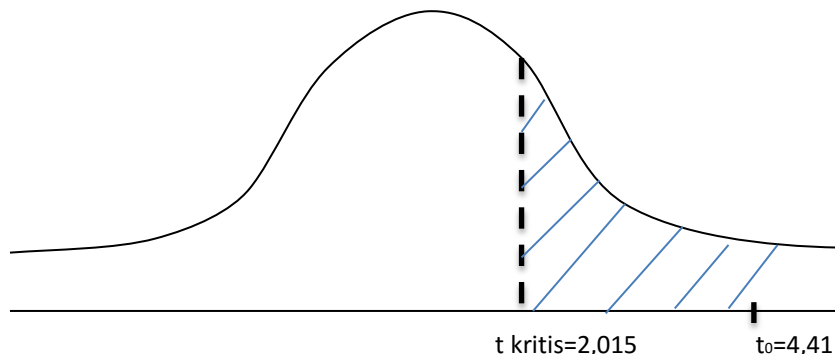
$$H_0: \mu = 525,5$$

$$H_1 > \mu$$

Dengan selang keyakinan 95% dan sampel berjumlah 6 sampel dengan konsentrasi diantaranya 531,5 ppm, 532,5 ppm, 534,5 ppm, 539 ppm, 530 ppm, dan 527 ppm. Karena $n = 6$ tanpa informasi σ dan distribusi populasi, maka digunakan distribusi t dengan rumus sebagai berikut:

$$t_0 = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Dari perhitungan pada Lampiran F didapati $t_0 = 4,14$ dan menentukan t kritis pada Tabel A-3 distribusi t, dengan menggunakan derajat kebebasan yaitu n-1 maka didapati t kritis pada selang keyakinan 95% adalah 2,015



Gambar 4.2 Distribusi t untuk pengaruh penggunaan *scale inhibitor*

Pada Gambar 4.2 grafik distribusi t dapat dilihat bahwa nilai $t_0 = 4,14$ terdapat pada area penolakan sehingga menolak nilai H_0 yang artinya bahwa ditolaknya H_0 karena terdapat cukup bukti terjadinya perbedaan konsentrasi yang menggunakan dan tidak menggunakan *scale inhibitor* dengan kata lain menyatakan penggunaan *scale inhibitor* berpengaruh pada proses pembentukan kerak yang didasari oleh nilai konsentrasi ion Ca^{2+} pada sampel.

Sedangkan pengujian hipotesis untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap proses pergerakan dengan klaim dari hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh terhadap temperatur pada proses pembentukan kerak maka dengan menggunakan dasar konsentrasi ion Ca dan ion Mg pada temperatur 70°C dan 100°C dengan jumlah sampel adalah 7 sampel pada temperatur 70°C dan 7 sampel pada temperatur 100°C dengan melakukan pengujian sebagai berikut:

$H_0: \mu = \text{berpengaruh}$

$H_1 \neq \mu = \text{tidak berpengaruh}$

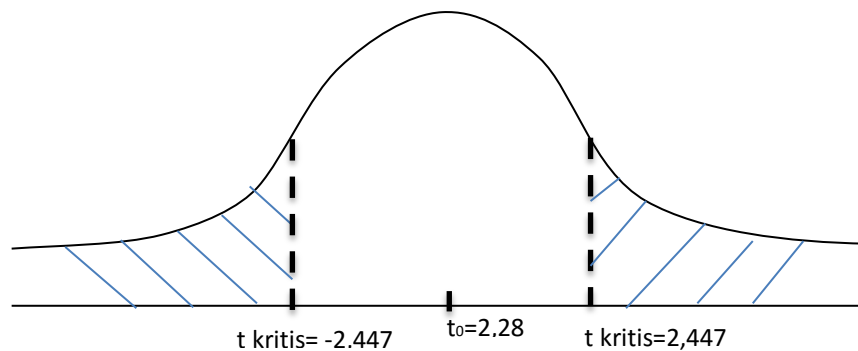
Maka kemudian di gunakan distribusi t dengan mencari standar deviasi dengan rumus berikut:

$$s_{x,y} = \sqrt{\frac{(n_{x-1})s_x^2 + (n_y - 1)s_y^2}{(n_x + n_y - 2)}}$$

Maka dihasilkan pada Lampiran F nilai $s = 4,70$ sehingga kita dapat melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai t dengan rumus berikut:

$$t_0 = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{s_{x;y} \left(\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right)}}$$

Lalu dihasilkanlah nilai $t_0=2,28$ dengan menggunakan selang keyakinan 95% dan derajat kebebasan adalah $n-1=7$ maka diperoleh nilai t kritis adalah dua sisi pada 2,447 dan -2,447.



Gambar 4.3 Distribusi t untuk pengaruh temperatur

Pada Gambar 4.3 grafik distribusi t dapat dilihat titik t_0 berada pada daerah penerimaan sehingga ini menyatakan bahwa temperatur berpengaruh pada proses kerja *scale inhibitor* yang melakukan proses penghambatan reaksi penggerakan

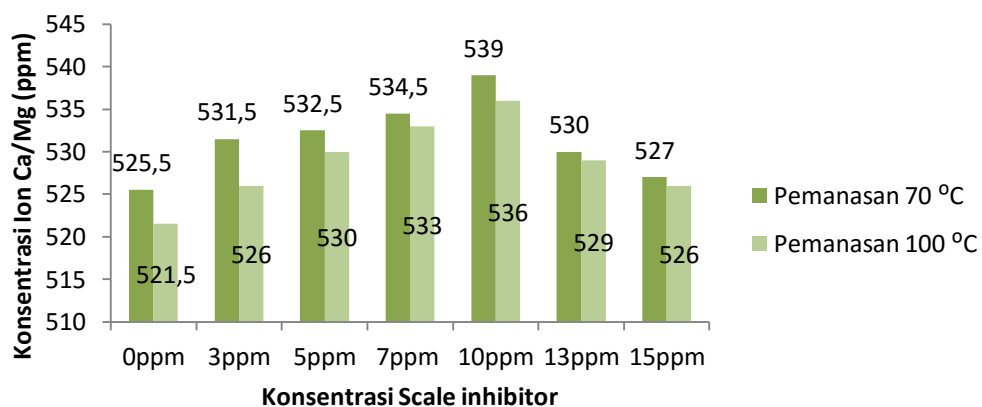
4.4.3 Pembahasan Hasil Pengukuran Ion Ca^{2+}

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan hasil pengukuran ion Ca^{2+} didapat konsentrasi terendah setelah pemanasan pada percobaan di temperatur 70°C adalah 525,5 ppm pada konsentrasi *scale inhibitor* 0 ppm dan konsentrasi tertinggi sebesar 539 ppm pada konsentrasi *scale inhibitor* 10 ppm. Sedangkan pada percobaan di temperatur 100°C konsentrasi terendah sebesar 521,5 ppm pada konsentrasi *scale inhibitor* 0 ppm dan konsentrasi tertinggi sebesar 536 ppm masih pada konsentrasi *scale inhibitor* 10 ppm.

Namun terdapat sebuah titik perpotongan dimana titik tersebut pada titik 10 ppm karena kecenderungan menurunnya pada 13 ppm dan semakin menurun pada 15 ppm sehingga dapat dikatakan sesuai dengan tinjauan pustaka semakin

meningkatnya penggunaan *scale inhibitor* belum tentu sebanding lurus dengan penghambatannya.

Dan dengan waktu pemanasan selama 7(tujuh) hari dapat dilihat bahwa tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara pemanasan temperatur 70°C dengan 100°C, namun demikian pemanasan dengan temperatur 100°C cenderung menghasilkan konsentrasi ion Ca^{2+} yang lebih kecil jika dibandingkan pemanasan temperatur 70°C yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pengukuran Ion Ca^{2+}
Sumber: Data hasil penelitian, 2016

Dari data penelitian dapat dihasilkan konsentrasi optimal dengan memiliki nilai efektifitas yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 merupakan hasil perhitungan persentase efektifitas penggunaan *scale inhibitor* dalam menghambat terjadinya kerak CaCO_3 dari berbagai konsentrasi *scale inhibitor* yang ditambahkan.

Tabel 4.5 Perhitungan Efektifitas *Scale inhibitor* terhadap Ion Ca^{2+}

Konsentrasi <i>Scale inhibitor</i> (ppm)	Temperatur 70°C		Temperatur 100°C	
	Konsentrasi Setelah Pemanasan (ppm)	Efektifitas	Konsentrasi Setelah Pemanasan (ppm)	Efektifitas
3	531,5	41,38%	526	24,32%
5	532,5	48,28%	530	45,95%
7	534,5	62,07%	533	62,16%
10	539	93,10%	536	78,38%
13	530	31,03%	529	40,54%
15	527	10,34%	526	24,32%

Dapat dilihat dari tabel diatas, baik pada temperatur 70°C maupun pada efektifitas paling besar namun setelah dilakukan penambahan konsentrasi pada 13 ppm dan 15 ppm terjadi sebuah penurunan efektifitas yang cukup signifikan sehingga ini mengindikasikan 10 ppm adalah konsentrasi efektif dan paling optimal dalam penggunaan *scale inhibitor* tersebut. Sedangkan pada temperatur 70°C, nilai efektifitas pada konsentrasi *scale inhibitor* 10 ppm adalah sebesar 93,10%, sementara pada temperatur 100°C nilai efektifitas sebesar 78,38%. Sehingga bila dilihat pada nilai efektifitas yang mengalami penurunan dapat di simpulkan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan maka semakin tinggi pula resiko terjadinya pengendapan karena kandungan ion Ca^{2+} terlarut mulai berubah menjadi endapan.

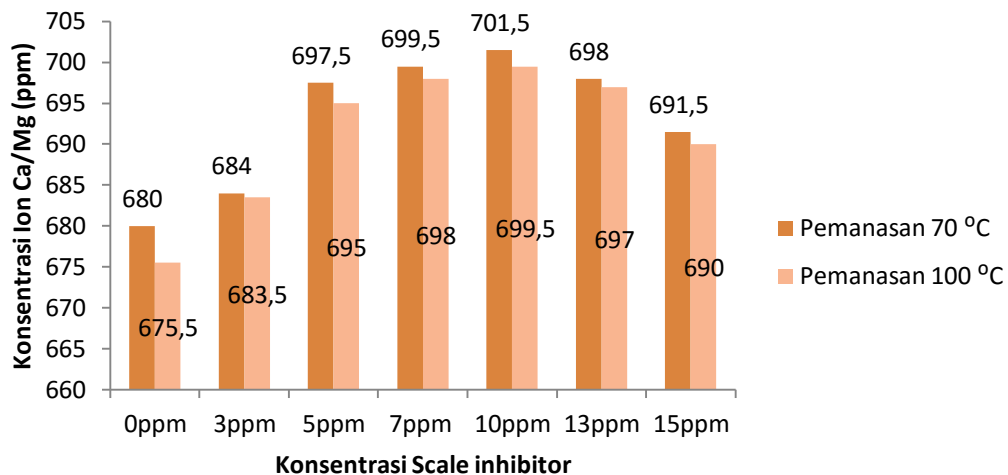
4.4.4 Pembahasan Hasil Pengukuran Ion Mg^{2+}

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil pengukuran ion Mg^{2+} didapat konsentrasi terendah pada percobaan ditemperatur 70°C adalah 680 ppm pada konsentrasi *scale inhibitor* 0 ppm dan konsentrasi tertinggi sebesar 702,5 ppm pada konsentrasi *scale inhibitor* 10 ppm. Sedangkan pada percobaan di temperatur 100°C konsentrasi terendah sebesar 675,5 ppm pada konsentrasi *scale inhibitor* 0 ppm dan konsentrasi tertinggi sebesar 698 ppm masih pada konsentrasi *scale inhibitor* 10 ppm.

Namun terdapat sebuah titik perpotongan dimana titik tersebut pada titik 10 ppm karena kecenderungan menurunnya pada 13 ppm dan semakin menurun pada 15 ppm sehingga dapat dikatakan sesuai dengan tinjauan pustaka semakin meningkatnya penggunaan *scale inhibitor* belum tentu sebanding lurus dengan penghambatannya. Dan dengan waktu pemanasan selama 7(tujuh) hari dapat dilihat bahwa tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara pemanasan temperatur 70°C dengan 100°C, namun demikian pemanasan dengan temperatur 100°C cenderung menghasilkan konsentrasi ion Mg^{2+} yang lebih kecil jika dibandingkan pemanasan temperatur 70°C sehingga dapat diketahui bahwa konsentrasi ion yang kecil ini menjadi salah satu penjelasan bahwa penggunaan *scale inhibitor* terbaik adalah pada temperatur 70°C yang dimana pada temperatur

tersebut ion Mg^{2+} masih dalam keadaan ion terlarut yang belum mengalami reaksi menjadi $Mg(OH)_2$ dan terendap menjadi kerak atau *scale*.

Dapat kita lihat nilai konsentrasi tersebut pada Gambar 4.5 yang menggambarkan terdapatnya nilai perpotongan pada titik 10 ppm dan mengalami penurunan penghambatan ion Mg^{2+} terlarut pada 13 ppm dan 15 ppm



Gambar 4.5 Pengukuran Ion Mg^{2+}
Sumber: Data primer hasil penelitian, 2016

Dari data penelitian dapat dihasilkan konsentrasi optimal dengan memiliki nilai efektifitas yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. nilai efektifitas adalah nilai konsentrasi yang efektif menghambat pembentukan *scale* $Mg(OH)_2$. Dalam berbagai konsentrasi *scale inhibitor* yang ditambahkan pada sampel air laut yang telah dilakukan pemanasan menggunakan oven pada suhu 70°C dan 100°C dengan waktu pemanasan 7(tujuh) hari sehingga dapat menekan risiko terjadinya pembentukan *scale* yang mengendap.

Tabel 4.6 Perhitungan Efektifitas *scale inhibitor* terhadap Ion Mg^{2+}

Konsentrasi <i>Scale inhibitor</i> (ppm)	Temperatur 70°C		Temperatur 100°C	
	Konsentrasi Setelah Pemanasan (ppm)	Efektifitas	Konsentrasi Setelah Pemanasan (ppm)	Efektifitas
3	684	18,18%	683,5	30,19%
5	697,5	79,55%	695	73,58%
7	699,5	88,64%	698	84,91%
10	701,5	97,73%	699,5	90,57%
13	698	81,82%	697	81,13%
15	691,5	52,27%	690	54,72%

Dapat dilihat dari Tabel 4.6, hasil pengukuran ion Mg^{2+} relatif sama dengan pengukuran ion Ca^{2+} , baik pada temperatur 70°C maupun pada temperatur 100°C penambahan *scale inhibitor* dengan konsentrasi 10 ppm menunjukkan nilai efektifitas paling besar. Pada temperatur 70 °C nilai efektifitas dengan konsentrasi *scale inhibitor* 10 ppm adalah sebesar 97,73% dan pada temperatur 100°C nilai persentase dihambat sebesar 90,57%. Namun pada saat peningkatan konsentrasi 13 ppm dan 15 ppm nilai persentase kembali mengalami penurunan yang signifikan sehingga didapati bahwa konsentrasi optimal penggunaan *scale inhibitor* adalah 10ppm dengan suhu operasi 70°C.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian Optimalisasi Penggunaan *Scale Inhibitor* Pada Proses Desalinasi Dengan Metode Analisis Ion Terlarut Menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan konsentrasi *scale inhibitor* dan temperatur berpengaruh dalam pembentukan kerak yang terjadi pada proses desalinasi
2. Konsentrasi *scale inhibitor* yang optimal pada temperatur 70°C adalah 10 ppm, dengan konsentrasi ion Ca^{2+} sebesar 539 ppm dan ion Mg^{2+} sebesar 701,5 ppm.
3. Konsentrasi *scale inhibitor* yang optimal pada temperatur 100°C adalah 10 ppm, dengan konsentrasi ion Ca^{2+} sebesar 536 ppm dan ion Mg^{2+} sebesar 699,5 ppm.
4. Konsentrasi penggunaan *scale inhibitor* yang paling optimal adalah 10 ppm pada temperatur 70°C.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian Optimalisasi Penggunaan *Scale Inhibitor* Pada Proses Desalinasi Dengan Metode Analisis Ion Terlarut Menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. *Scale inhibitor* dapat digunakan untuk meminimalisir terjadinya proses pengkerakan pada unit desalinasi.
2. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa untuk meminimalisir proses pengkerakan yang terjadi di unit desalinasi di PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Priok hendaknya dapat dipertimbangkan penggunaan *scale inhibitor* pada konsentrasi 10 ppm dengan temperatur 70°C.

DAFTAR PUSTAKA

Alimah, S., 2006, *Fenomena kerak dalam desalinasi dengan multi stage flash distillation (MSF)*, Jurnal Pengembangan Energi Nuklir, Vol. 8, No.1.

Cowan, J.C., 1976, *Water formed scale deposit*, Gulf Publishing Co., 1-484, Houston, Texas.

Jamialahmadi, M., Muller-Steinhagen, M., 2007, *Heat exchanger fouling and cleaning in the dihydrate process for the production of phosphoric acid*, Chemical Engineering Research Design, DOI: 10.1205/cherd06050, pp :245-255, 2007

Kemmer, F.N., 1979, *The Nalco water hand book*, Nalco Chemical Co, McGraw Hill Book CO. New York.

Lindsley., 2000, *Davis. Power-Plant Control and Instrumentation The Control of Boiler and HRSG system*, The Institution of Electrical Engineers, London.

Mirna., 2007, *Mencegah pembentukan kalsium sulfat pada desalinasi air laut*, Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, Vol. 6, No.1.

Muryanto, S., Bayuseno, A.P., Sediono, W., Mangestiyono, W., Sutrisno, 2012, *Development of a versatile laboratory project for scale formation and control*, education for chemical engine.

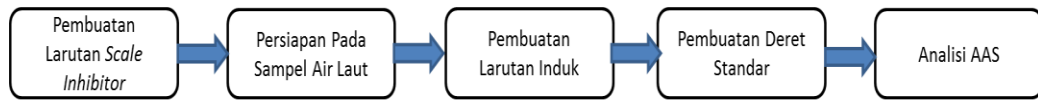
Nugroho, A., 2004, *Uraian umum tentang teknologi desalinasi*, Jurnal Pengembangan Energi Nuklir, Vol. 6, No. 3&4.

Sumijanto., 1999, *Karakterisasi temperatur terhadap pembentukan endapan pada desalinasi MSF*, Prosiding Presentasi Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir, Serpong, Indonesia.

Sunarya, Yayan., 2010, *Kimia Dasar 1 Berdasarkan Prinsip-Prinsip Kimia Terkini*, Yrama Widya, Bandung.

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN PROSEDUR



Gambar A.1 Diagram Alir Prosedur

1. Perhitungan Pembuatan Larutan *Scale inhibitor*

Dengan menggunakan asumsi sebesar 1000ppm yang dikarenakan untuk mempermudah dalam melakukan pembagian deret konsentrasi diantaranya 0ppm, 3ppm, 5ppm, 7ppm, 10ppm, 13ppm, dan 15ppm dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{konsentrasi} = \frac{\text{massa scale inhibitor}(mg)}{\text{volume larutan}(L)}$$

$$\text{konsentrasi} = \frac{503 \text{ mg}}{0,5 \text{ L}} = 1006 \frac{\text{mg}}{\text{L}} (1006 \text{ ppm})$$

2. Perhitungan Volume *scale inhibitor*

Untuk membuat pembagian deret konsentrasi diantaranya 0ppm, 3ppm, 5ppm, 7ppm, 10ppm, 13ppm, dan 15ppm dengan menggunakan larutan *scale inhibitor* 1006 ppm dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

Keterangan:

V1 = Volume awal

M1 = Konsentrasi awal

V2 = Volume larutan setelah pengenceran

M2 = Konsentrasi larutan setelah pengenceran

a. Sampel dengan konsentrasi penggunaan *scale inhibitor* 3ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 1006\text{ppm} = 200\text{mL} \times 3\text{ppm}$$

$$V1 = \frac{200\text{mL} \times 3\text{ppm}}{1006\text{ppm}} = \mathbf{0,596\text{mL}}$$

- b. Sampel dengan konsentrasi penggunaan *scale inhibitor* 5ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 1006\text{ppm} = 200\text{mL} \times 5\text{ppm}$$

$$V1 = \frac{200\text{mL} \times 5\text{ppm}}{1006\text{ppm}} = \mathbf{0,994\text{mL}}$$

- c. Sampel dengan konsentrasi penggunaan *scale inhibitor* 7ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 1006\text{ppm} = 200\text{mL} \times 7\text{ppm}$$

$$V1 = \frac{200\text{mL} \times 7\text{ppm}}{1006\text{ppm}} = \mathbf{1,391\text{mL}}$$

- d. Sampel dengan konsentrasi penggunaan *scale inhibitor* 10ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 1006\text{ppm} = 200\text{mL} \times 10\text{ppm}$$

$$V1 = \frac{200\text{mL} \times 10\text{ppm}}{1006\text{ppm}} = \mathbf{1,988\text{mL}}$$

- e. Sampel dengan konsentrasi penggunaan *scale inhibitor* 13ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 1006\text{ppm} = 200\text{mL} \times 13\text{ppm}$$

$$V1 = \frac{200\text{mL} \times 13\text{ppm}}{1006\text{ppm}} = \mathbf{2,584\text{mL}}$$

- f. Sampel dengan konsentrasi penggunaan *scale inhibitor* 15ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 1006\text{ppm} = 200\text{mL} \times 15\text{ppm}$$

$$V1 = \frac{200\text{mL} \times 15\text{ppm}}{1006\text{ppm}} = \mathbf{2,982\text{mL}}$$

3. Perhitungan Pembuatan Larutan Induk

Larutan induk dibuat dari larutan standar yang mengandung 100ppm ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+} sebanyak 25mL dengan menggunakan pengenceran 100mL maka didapat sebagai berikut:

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$25\text{mL} \times 100\text{ppm} = 100\text{mL} \times M2$$

$$M2 = \frac{25\text{mL} \times 100\text{ppm}}{100\text{mL}} = 25\text{ppm}$$

4. Perhitungan Pembuatan Deret Standar

Untuk membuat deret standar menggunakan larutan induk 100mL ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+} 25ppm sebagai bahan dasar membuat deret konsentrasi antara lain

2ppm, 4ppm, 6ppm, 10ppm, 15ppm dengan volume 50mL maka dapat dihitung sebagai berikut:

- a. Deret standar dengan konsentrasi 2ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 25ppm = 50mL \times 2ppm$$

$$V1 = \frac{50mL \times 2ppm}{25ppm} = \mathbf{4mL}$$

- b. Deret standar dengan konsentrasi 4ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 25ppm = 50mL \times 4ppm$$

$$V1 = \frac{50mL \times 4ppm}{25ppm} = \mathbf{8mL}$$

- c. Deret standar dengan konsentrasi 6ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 25ppm = 50mL \times 6ppm$$

$$V1 = \frac{50mL \times 6ppm}{25ppm} = \mathbf{12mL}$$

- d. Deret standar dengan konsentrasi 10ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 25ppm = 50mL \times 10ppm$$

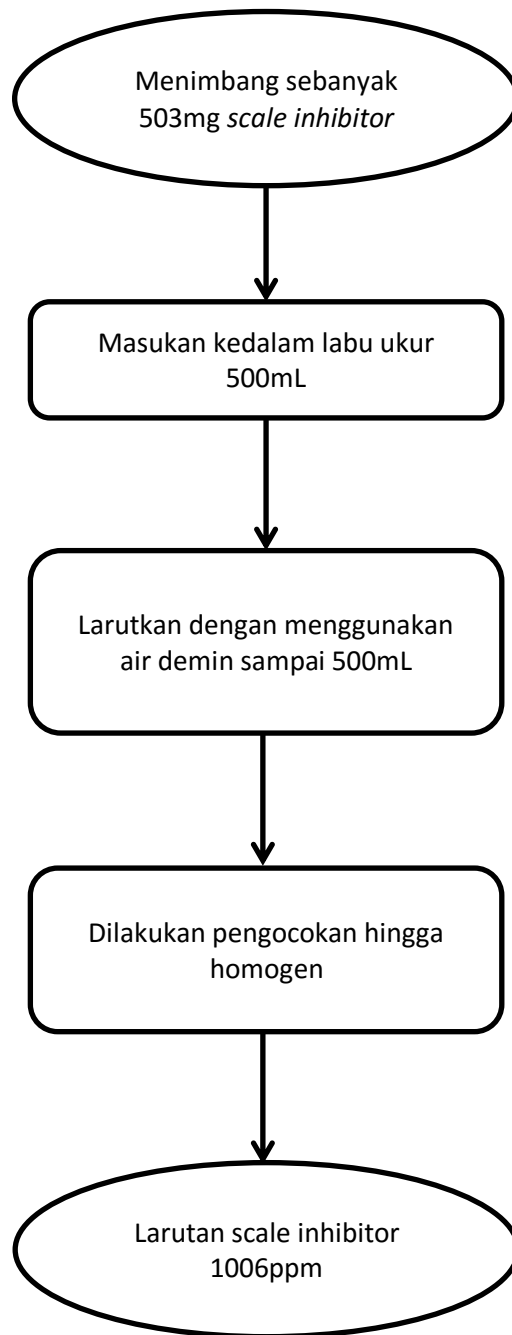
$$V1 = \frac{50mL \times 10ppm}{25ppm} = \mathbf{20mL}$$

- e. Deret standar dengan konsentrasi 15ppm

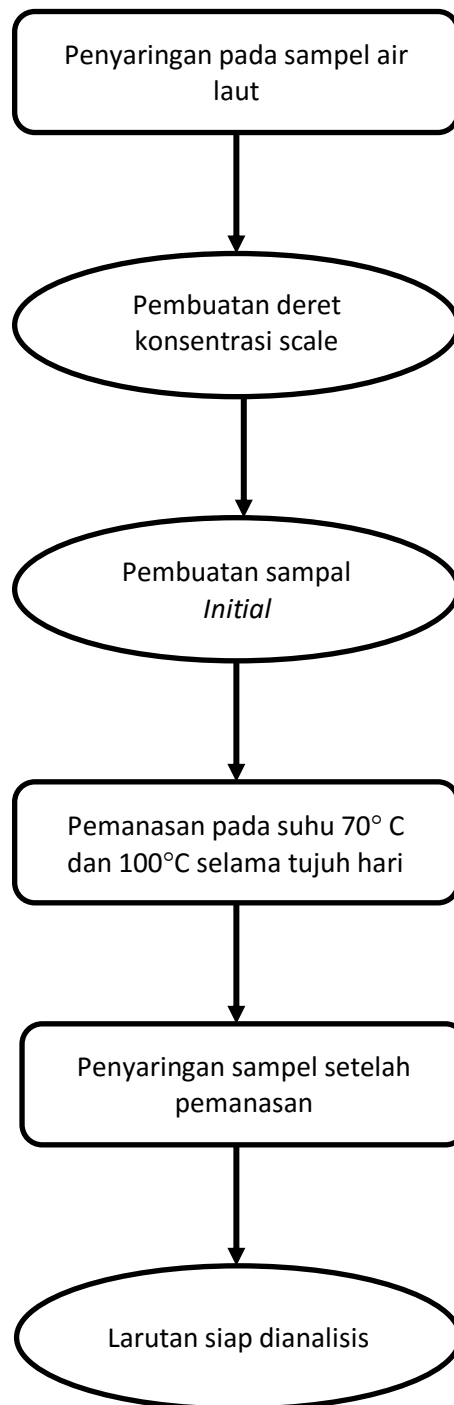
$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 25ppm = 50mL \times 15ppm$$

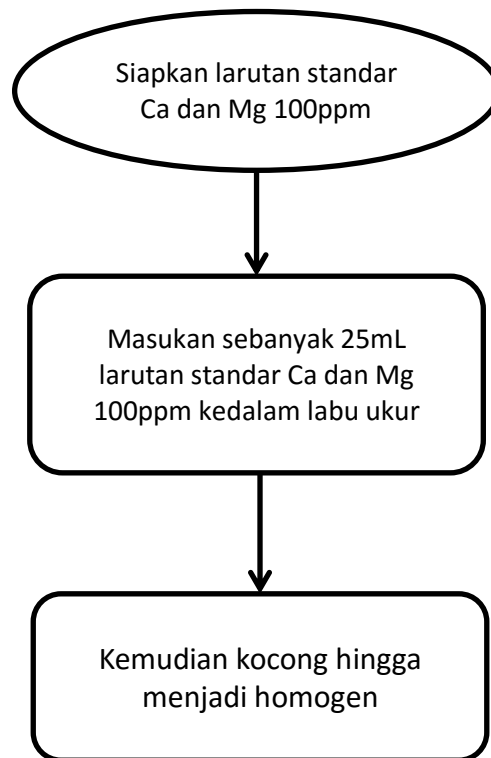
$$V1 = \frac{50mL \times 15ppm}{25ppm} = \mathbf{30mL}$$



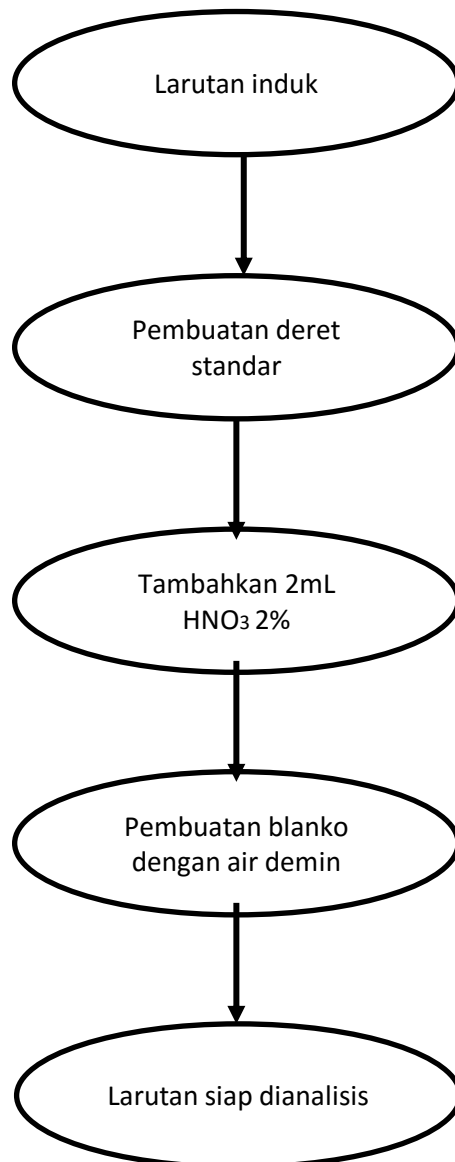
Gambar A-2 Pembuatan Larutan *Scale Inhibitor*



Gambar A-3Persiapan Sampel Air Laut



Gambar A-4 Pembuatan Larutan Induk



Gambar A-5 Pembuatan Larutan Induk

LAMPIRAN B
DATA ANALISIS AIR LAUT

CUSTOMER : PT. INDONESIA POWER UBP PRIOK

NALCO REPRESENTATIVE : EKO HADI SANTOSO

Sample Number : 234/WTR/15
Date sampled :
Date received : APR 23, 2015
Date completed : APR 28, 2015

WATER ANALYSIS REPORT

This sample was analyzed as received, the results being as follows:

PARAMETER	UNIT	TEST METHOD	RESULT
			SEA WATER
pH		APHA4500-H-B	7.18
Conductivity	umhos	APHA2510B	27660
P-Alkalinity	mg/L CaCO ₃	AP-59	0
M-Alkalinity	mg/L CaCO ₃	AP-59	144.6
Ca- Hardness	mg/L CaCO ₃	AP-59	542
Total Hardness	mg/L CaCO ₃	AP-59	3036
Silica	mg/L SiO ₂	AP-06	15.7
Iron	mg/L Fe	AP-16	0.05
Sodium	mg/L Na	APHA3111B	4797.2
Potassium	mg/L K	APHA3111B	156.75
Copper	mg/L Cu	APHA3111B	0.11
Manganese	mg/L Mn	APHA3111B	0.20
Nickel	mg/L Ni	APHA3111B	0.31
Lead	mg/L Pb	APHA3111B	0.35
Magnesium	mg/L Mg	APHA3111B	699.7
Sulfate	mg/L SO ₄	AP-08	480
Chloride	mg/L NaCl	AP-59	2720
Ammonia	mg/L N-NH ₃	AP-73	2.5
Nitrate	mg/L N-NO ₃	APHA 4500-NO ₃ E	1.3
Nitrite	mg/L N-NO ₂	APHA 4500- NO ₂ B	2
Fluoride	mg/L F	APHA 4500- FD	1.49
Turbidity	NTU	APHA2130B	44.6
Color	PCo	APHA 2120C	49
TDS	mg/L Solid	APHA 2540C	13553
TSS	mg/L Solid	8006	49
COD	mg/L O ₂	APHA 5220D	17
Chlorine Demand	mg/L Cl ₂	AP-34	3.3

LAMPIRAN C

PERHITUNGAN LSI

$$LSI = pH - pH_s$$

$$pH_s = (9,3 + A + B) - (C + D)$$

$$A = (\log [TDS] - 1) / 10$$

$$B = -13,12 \times \log [T (^{\circ}C) + 237] + 34,55$$

$$C = \log [Ca^{2+} (mg/L)] - 0,4$$

$$D = \log [Alkalinitas] (mg/L \text{ sebagai } CaCO_3)$$

Keterangan: pH = pH dalam keadaan setimbang dengan $CaCO_3$

9,3 = Konstanta

A = Nilai konversi TDS

B = Nilai konversi temperatur

C = Nilai konversi kesadahan Ca

D = Nilai konversi alkalinitas

Berdasarkan analisis kualitas air baku laut pada water intake PT Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Priok maka diperoleh data sebagai berikut:

Parameter	Keterangan
pH	7,18
TDS	13553 mg/L
Temperatur	100 $^{\circ}C$ (Temperatur pada <i>brine heater</i>)
Ca^{2+}	542 mg/L
Alkalinitas	144,6 mg/L

Dari data diatas, maka nilai LSI dapat ditentukan

$$A = (\log [13553] - 1) / 10 = 0,31$$

$$B = -13,12 \times \log (100 + 237) + 34,55 = 1,91$$

$$C = \log (542) - 0,4 = 2,33$$

$$D = \log (144,6) = 2,16$$

$$pH_s = (9,3 + 0,31 + 1,91) - (2,33 + 2,16)$$

$$= 6,85$$

$$LSI = pH - pH_s = 7,18 - 6,85 = 0,33 \text{ (positif)}$$

LAMPIRAN D
SAFETY DATA SHEET BELGARD EV2050



SAFETY DATA SHEET BELGARD EV2050

1 IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION AND COMPANY/UNDERTAKING

PRODUCT NAME BELGARD EV2050
CHEMICAL NAME Mixture of organic acids
SUPPLIER BWA Water Additives UK Ltd
Tenax Road, Trafford Park,
Manchester M17 1WT
United Kingdom
+44 (0)161 875 3875
+44 (0)161 875 3175
EMERGENCY TELEPHONE +44 (0)161 848 9797

2 COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Name	EC No.	CAS-No.	Content	Classification
CONFIDENTIAL INGREDIENT CONF0282			Confidential	Xi;R36.
CONFIDENTIAL INGREDIENT CONF0283			Confidential	Xi;R36. R52/53.
PHOSPHONIC ACID DERIVATIVE			Confidential	Xi;R41.

The Full Text for all R-Phrases are Displayed in Section 16

3 HAZARDS IDENTIFICATION

Irritating to eyes.

4 FIRST-AID MEASURES

INHALATION

Provide fresh air, warmth and rest, preferably in a comfortable upright sitting position.

Get medical attention if any discomfort continues.

INGESTION

DO NOT INDUCE VOMITING!

Rinse mouth thoroughly.

Get medical attention.

SKIN CONTACT

Immediately remove contaminated clothing.

Rinse immediately with plenty of water.

Continue to rinse for at least 15 minutes.

Get medical attention if irritation persists after washing.

EYE CONTACT

Rinse the eye with water immediately.

Continue to rinse for at least 15 minutes.

Contact physician if irritation persists.

5 FIRE-FIGHTING MEASURES

EXTINGUISHING MEDIA

Use: Water spray, fog or mist. Foam, carbon dioxide or dry powder.

BELGARD EV2050

Not a Skin Sensitiser

EYE CONTACT

Irritating to eyes.

12 ECOLOGICAL INFORMATION

EC 50, 48 Hrs, DAPHNIA, mg/l >1000

IC 50, 72 Hrs, ALGAE, mg/l >100

DEGRADABILITY

Not inherently biodegradable

Ecotoxicological data

Acute toxicity. LC50 96 hours fish > 1000 mg/l Juvenile Turbot OECD 203; Acute toxicity.
EC50 48 hours 471.5 mg/l Acartia Tonsa ISO 14669; Acute toxicity. EC50 48 hours algae
804.5 mg/l ISO 10253

13 DISPOSAL CONSIDERATIONS**DISPOSAL METHODS**

Absorb in vermiculite or dry sand, dispose in licensed special waste.

Liquid material should be incinerated. Material absorbed onto sand or earth should be disposed of as solid waste in accordance with local regulations. Empty packaging may contain product residues and due consideration should be given prior to disposal.

14 TRANSPORT INFORMATION

UK ROAD CLASS	8		
PROPER SHIPPING NAME	CORROSIVE LIQUID, ACIDIC, ORGANIC, N.O.S., (contains polycarboxylic acids and a phosphonic acid)		
CLASSIFICATION CODE (ADR)	C3	<i>Rubm</i>	
UN NO. ROAD	3265	UK ROAD PACK GR.	III
ADR CLASS NO.	8	ADR CLASS	Class 8: Corrosive substances.
ADR PACK GROUP	III	HAZARD NO. (ADR)	80 Corrosive or slightly corrosive substance.
			2X
		HAZCHEM CODE	
UN NO. SEA	UN3265	IMDG CLASS	8
IMDG PACK GR.	III	EMS	F-A, S-B
MARINE POLLUTANT	No.		

15 REGULATORY INFORMATION**LABELLING**

Irritant

RISK PHRASES

R36 Irritating to eyes.

SAFETY PHRASES

S25 Avoid contact with eyes.

S26 In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.

16 OTHER INFORMATION

BELGARD EV2050**6 ACCIDENTAL RELEASE MEASURES****SPILL CLEAN UP METHODS**

Should be prevented from entering drains.

Absorb in vermiculite, dry sand or earth and place into containers.

Collect and reclaim or dispose in sealed containers in licensed waste.

Containers with collected spillage must be properly labelled with correct contents and hazard symbol.

7 HANDLING AND STORAGE**USAGE PRECAUTIONS**

Avoid spilling, skin and eye contact.

STORAGE PRECAUTIONS

Do NOT use container made of: Carbon steel. Store separated from: Alkalies. Reducing Agents. Keep containers tightly closed. Keep separate from food, feedstuffs, fertilisers and other sensitive material. Store at moderate temperatures in dry, well ventilated area. Protect from light, including direct sunrays.

8 EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION**INGREDIENT COMMENTS**

No exposure limits noted for ingredient(s).

ENGINEERING MEASURES

No particular ventilation requirements.

RESPIRATORY EQUIPMENT

Respiratory protection not required.

HAND PROTECTION

Selection of a suitable glove depends on work conditions and whether the product is present on its own or in combination with other substances.

Gloves should be replaced immediately if signs of degradation are observed.

It has been found that gloves made from rubber, neoprene or PVC provide short-term splash protection.

EYE PROTECTION

Wear approved safety goggles.

OTHER PROTECTION

Wear appropriate clothing to prevent repeated or prolonged skin contact.

HYGIENE MEASURES

No specific hygiene procedures noted, but good personal hygiene practices are always advisable, especially when working with chemicals.

9 PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

APPEARANCE	Liquid		
COLOUR	Amber		
ODOUR	Slight odour		
SOLUBILITY	Miscible with water.		
BOILING POINT (°C)	100 - 102	MELTING POINT (°C)	<-5
RELATIVE DENSITY	1.14 - 1.16 @ 20 °c	VAPOUR PRESSURE	17.5 mmHg @ 20 °c
pH-VALUE, CONC. SOLUTION	<2	VISCOSITY	9 - 15 cSt @ 25 °c
PARTITION COEFFICIENT (N-Octanol/Water)	<0		

10 STABILITY AND REACTIVITY**CONDITIONS TO AVOID**

Reacts with alkalis and generates heat.

11 TOXICOLOGICAL INFORMATION

TOXIC DOSE 1 - LD 50 2400 mg/kg (oral rat)

SKIN CONTACT

Non Irritant

BELGARD EV2050**GENERAL INFORMATION**

Belgard EV2050 is certified by NSF International for use as an antiscalant in seawater distillation plants. The maximum approved dose level is 10 mg/l in the feedwater.

Classified as corrosive class 8 for transportation on the basis of its effect on mild steel.

REVISION COMMENTS

New company name & new format

ISSUED BY

A.F.S

REVISION DATE 06/07/2006

REV. NO./REPL. SDS 1
GENERATED

RISK PHRASES IN FULL

R36	Irritating to eyes.
R41	Risk of serious damage to eyes.
R52/53	Harmful to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.

DISCLAIMER

For safety reasons it is IMPERATIVE that customers:-

1. Ensure that all those within their control who use the products are supplied with all relevant information contained within the Safety Data Sheet and Technical Bulletin concerning the applications for which the product is designed and any instructions and warnings contained therein.

2. Consult BWA Water Additives before using or supplying the product for any other applications. The information contained herein is based on the present state of our knowledge and is intended to describe our products from the point of view of safety requirements. It should not therefore be construed as guaranteeing specific properties.

LAMPIRAN E
DATA ANALISIS *ATOMIC ABSORBTION*
***SPECTROFOTOMETRY* (AAS)**

Methode: Mg Water base

Page 1

Date: 19/07/2016 8:16:37 AM

Sequence No.: 1

Sample ID : Blk

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 81

Date Collected: 19/07/2016 9:22:24 AM

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: Blk

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[0]	0.0033	0.0035	0.0104	0.0018	0.0032	9:23:14 AM	No

Auto-zero performed.

Sequence No.: 2

Sample ID : Std 1

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 74

Date Collected: 19/07/2016 9:28:37 AM

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: Std 1

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[2]	0.0609	0.0647	0.1918	0.0231	0.0667	9:29:21 AM	No

Standard number 1 applied. [2]

Sequence No.: 3

Sample ID : Std 2

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 74

Date Collected: 19/07/2016 9:34:25 AM

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: Std 2

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[4]	0.1168	0.1216	0.3679	0.0387	0.1274	9:35:37 AM	No

Standard number 2 applied. [4]

Sequence No.: 4

Sample ID : Std 3

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 74

Date Collected: 19/07/2016 9:40:38 AM

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: Std 3

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[6]	0.1829	0.1942	0.5761	0.0617	0.1986	9:41:43 AM	No

Standard number 3 applied. [6]

Sequence No.: 5

Sample ID : Std 4

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 74

Date Collected: 19/07/2016 9:46:54 AM

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: Std 4

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[10]	0.3166	0.3328	0.9973	0.1063	0.3428	9:47:58 AM	No

Standard number 4 applied. [10]

Methode: Mg Water base

Page 2

Date: 19/07/2016 8:16:37 AM

Sequence No.: 6

Autosampler Location : 74

Sample ID : Std 5

Date Collected: 19/07/2016 9:53:10 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: Std 5

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[15]	0.4672	0.4918	1.4714	0.1594	0.5062	9:54:03 AM	No

Standard number 5 applied. [15]

Calibration data for Mg 285.21

Equation: Linear, Calculated Intercept

ID	Mean Signal (Abs)	Entered Conc. mg/L	Calculated Conc. mg/L	Standard Deviation	%RSD
Blk	0.0033	0	0.16	--	--
Std 1	0.0609	2	2.00	--	--
Std 2	0.1168	4	3.79	--	--
Std 3	0.1829	6	5.90	--	--
Std 4	0.3166	10	10.17	--	--
Std 5	0.4672	15	14.98	--	--

Correlation Coef:0.999638 Slope: 0.03129 Intercept: -0.00168

Sequence No.: 7

Autosampler Location : 1

Sample ID : Initial(Simplo)

Date Collected: 19/07/2016 9:59:13 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: Initial(Simplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.99	6.99	0.2170	0.2283	0.6837	0.0730	0.2353	10:00:18 AM	No

Sequence No.: 8

Autosampler Location : 2

Sample ID : Initial(Duplo)

Date Collected: 19/07/2016 10:05:38 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: Initial(Duplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	7.05	7.05	0.2189	0.2294	0.6896	0.0738	0.2373	10:06:24 AM	No

Sequence No.: 9

Autosampler Location : 3

Sample ID : Oppm70(Simplo)

Date Collected: 19/07/2016 10:11:38 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: Oppm70(Simplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.77	6.77	0.2102	0.2217	0.6620	0.0712	0.2274	10:12:32 AM	No

Methode: Mg Water base

Page 3

Date: 19/07/2016 8:16:37 AM

Sequence No.: 10

Autosampler Location : 4

Sample ID : 0ppm70(Duplo)

Date Collected: 19/07/2016 10:17:49 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 0ppm70(Duplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.83	6.83	0.2120	0.2236	0.6679	0.0727	0.2298	10:18:47 AM	No

Sequence No.: 11

Autosampler Location : 5

Sample ID : 3ppm70(Simplo)

Date Collected: 19/07/2016 10:23:55 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 3ppm70(Simplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.80	6.80	0.2111	0.2217	0.6650	0.0714	0.2288	10:24:56 AM	No

Sequence No.: 12

Autosampler Location : 6

Sample ID : 3ppm70(Duplo)

Date Collected: 19/07/2016 10:30:14 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 3ppm70(Duplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.88	6.88	0.2136	0.2221	0.6729	0.0739	0.2315	10:31:04 AM	No

Sequence No.: 13

Autosampler Location : 7

Sample ID : 5ppm70(Simplo)

Date Collected: 19/07/2016 10:36:26 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 5ppm70(Simplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.94	6.94	0.2155	0.2311	0.6788	0.0724	0.2336	10:37:17 AM	No

Sequence No.: 14

Autosampler Location : 8

Sample ID : 5ppm70(Duplo)

Date Collected: 19/07/2016 10:42:31 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 5ppm70(Duplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	7.01	7.01	0.2180	0.2324	0.6867	0.0738	0.2363	10:43:26 AM	No

Sequence No.: 15

Autosampler Location : 9

Sample ID : 7ppm70(Simplo)

Date Collected: 19/07/2016 10:48:26 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 7ppm70(Simplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.98	6.98	0.2168	0.2320	0.6798	0.0726	0.2356	10:49:57 AM	No

Sequence No.: 16

Autosampler Location : 10

Sample ID : 7ppm70(Duplo)

Date Collected: 19/07/2016 10:54:31 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 7ppm70(Duplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	7.01	7.01	0.2177	0.2329	0.6867	0.0739	0.2372	10:55:36 AM	No

Sequence No.: 17

Autosampler Location : 11

Sample ID : 10ppm70(Simplo)

Date Collected: 19/07/2016 11:00:45 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 10ppm70(Simplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	7.06	7.06	0.2199	0.2338	0.6926	0.0740	0.2383	11:02:08 AM	No

Sequence No.: 18

Autosampler Location : 12

Sample ID : 10ppm70(Duplo)

Date Collected: 19/07/2016 11:06:52 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 10ppm70(Duplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.97	6.97	0.2162	0.2282	0.6817	0.0714	0.2346	11:07:59 AM	No

Sequence No.: 19

Autosampler Location : 13

Sample ID : 13ppm70(Simplo)

Date Collected: 19/07/2016 11:11:25 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 10ppm70(Simplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	7.00	7.00	0.2173	0.2313	0.6926	0.0729	0.2353	11:12:38 AM	No

Sequence No.: 20

Autosampler Location : 14

Sample ID : 13ppm70(Duplo)

Date Collected: 19/07/2016 11:17:52 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 13ppm70(Duplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.96	6.96	0.2160	0.2282	0.6817	0.0714	0.2346	11:19:04 AM	No

Methode: Mg Water base

Page 5

Date: 19/07/2016 8:16:37 AM

Sequence No.: 21

Autosampler Location : 15

Sample ID : 15ppm70(Simplo)

Date Collected: 19/07/2016 11:23:45 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 15ppm70(Simplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.90	6.90	0.2142	0.2213	0.6806	0.0690	0.2301	11:24:58 AM	No

Sequence No.: 22

Autosampler Location : 16

Sample ID : 15ppm70(Duplo)

Date Collected: 19/07/2016 11:29:52 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 15ppm70(Duplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.93	6.93	0.2152	0.2219	0.6812	0.0705	0.2308	11:31:04 AM	No

Sequence No.: 23

Autosampler Location : 17

Sample ID : 0ppm100(Simplo)

Date Collected: 19/07/2016 11:35:47 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 0ppm100(Simplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.80	6.80	0.2110	0.2217	0.6650	0.0714	0.2288	11:36:50 AM	No

Sequence No.: 24

Autosampler Location : 18

Sample ID : 0ppm100(Duplo)

Date Collected: 19/07/2016 11:41:52 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 0ppm100(Duplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.71	6.71	0.2083	0.2193	0.6561	0.0700	0.2258	11:42:59 AM	No

Sequence No.: 25

Autosampler Location : 19

Sample ID : 3ppm100(Simplo)

Date Collected: 19/07/2016 11:48:11 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 3ppm100(Simplo)

Analyte: Mg 285.21

Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.82	8.82	0.2117	0.2227	0.6669	0.0723	0.2295	11:49:27 AM	No

Sequence No.: 26

Autosampler Location : 20

Sample ID : 3ppm100(Duplo)

Date Collected: 19/07/2016 11:54:19 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 3ppm100(Duplo)				Analyte: Mg 285.21					
Repl #	SampleConc Ppm	StdConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.85	6.85	0.2127	0.2310	0.6699	0.0721	0.2305	11:55:14 AM	No

Sequence No.: 27
Sample ID : 5ppm100(Simplo)
Analyst:
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 21
Date Collected: 19/07/2016 12:00:32 PM
Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: 5ppm100(Simplo)				Analyte: Mg 285.21					
Repl #	SampleConc Ppm	StdConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.93	6.93	0.2152	0.2253	0.6778	0.0742	0.2332	12:01:58 PM	No

Sequence No.: 28
Sample ID : 5ppm100(Duplo)
Analyst:
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 22
Date Collected: 19/07/2016 12:06:40 PM
Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: 5ppm100(Duplo)				Analyte: Mg 285.21					
Repl #	SampleConc Ppm	StdConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.97	6.97	0.2164	0.2272	0.6817	0.0731	0.2346	12:07:54 PM	No

Sequence No.: 29
Sample ID : 7ppm100(Simplo)
Analyst:
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 23
Date Collected: 19/07/2016 12:12:48 PM
Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: 7ppm100(Simplo)				Analyte: Mg 285.21					
Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.97	6.97	0.2164	0.2272	0.6817	0.0729	0.2346	12:14:02 PM	No

Sequence No.: 30
Sample ID : 7ppm100(Duplo)
Analyst:
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 24
Date Collected: 19/07/2016 12:18:59 PM
Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: 7ppm100(Duplo)				Analyte: Mg 285.21					
Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.99	6.99	0.2170	0.2285	0.6837	0.0741	0.2353	12:20:06 PM	No

Sequence No.: 31
Sample ID : 10ppm100(Simplo)
Analyst:
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 25
Date Collected: 19/07/2016 12:24:48 PM
Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: 10ppm100(Simplo)				Analyte: Mg 285.21					
Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored

Sequence No.: 32
Sample ID : 10ppm100(Duplo)
Analyst:
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Date Collected: 19/07/2016 12:31:09 PM
Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: 10ppm100(Duplo)					Analyte: Mg 285.21				
Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	7.00	7.00	0.2174	0.2301	0.6867	0.0749	0.2358	12:33:06 PM	No

Sequence No.: 33
Sample ID : 13ppm100(Simplo)
Analyst:
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 27
Date Collected: 19/07/2016 12:37:48 PM
Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: 13ppm100(Simplo)					Analyte: Mg 285.21				
Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.96	6.96	0.2160	0.2274	0.6817	0.0728	0.2346	12:38:22 PM	No

Sequence No.: 34
Sample ID : 13ppm100(Duplo)
Analyst:
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 28
Date Collected: 19/07/2016 12:43:59 PM
Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: 13ppm100(Duplo)					Analyte: Mg 285.21				
Repl #	SampleConc Ppm	StdConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.98	6.98	0.2167	0.2278	0.6827	0.0731	0.2347	12:45:06 PM	No

Sequence No.: 35
Sample ID : 15ppm100(Simplo)
Analyst:
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 29
Date Collected: 19/07/2016 12:50:02 PM
Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: 15ppm100(Simplo)					Analyte: Mg 285.21				
Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.90	6.90	0.2141	0.2212	0.6804	0.0688	0.2329	12:51:32 PM	No

Sequence No.: 36
Sample ID : 15ppm100(Duplo)
Analyst:
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 30
Date Collected: 19/07/2016 12:56:59 PM
Data Type: Reprocessed on 19/07/2016 8:27:26 AM

Replicate Data: 15ppm100(Duplo)					Analyte: Mg 285.21				
Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	6.90	6.90	0.2142	0.2214	0.6807	0.0692	0.2308	12:58:06 PM	No

Sequence No.: 1

Sample ID : Blk

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 81

Date Collected: 18/07/2016 9:38:08 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: Blk

Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	BlndCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[0]	0.0003	0.0089	0.0075	-0.0296	0.0063	9:39:46 AM	No

Auto-zero performed.

Sequence No.: 2

Sample ID : Std 1

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 74

Date Collected: 18/07/2016 9:44:25 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: Std 1

Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	BlndCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[2]	0.0573	0.0904	0.0821	-0.0647	0.0046	9:45:13 AM	No

Standard number 1 applied. [2]

Sequence No.: 3

Sample ID : Std 2

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 74

Date Collected: 18/07/2016 9:50:14 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: Std 2

Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	BlndCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[4]	0.1123	0.1493	0.1299	-0.0558	0.0038	9:51:38 AM	No

Standard number 2 applied. [4]

Sequence No.: 4

Sample ID : Std 3

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 74

Date Collected: 18/07/2016 9:56:04 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: Std 3

Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	BlndCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[6]	0.1663	0.2528	0.2397	-0.0885	0.0021	9:57:08 AM	No

Standard number 3 applied. [6]

Sequence No.: 5

Sample ID : Std 4

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 74

Date Collected: 18/07/2016 10:02:34 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: Std 4

Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	BlndCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[10]	0.2971	0.4494	0.4401	-0.0670	0.0021	10:03:16 AM	No

Standard number 4 applied. [10]

Methode: Ca Water base

Page 2

Date: 18/07/2016 8:40:21 AM

Sequence No.: 6

Sample ID : Std 5

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 74

Date Collected: 18/07/2016 10:08:27 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: Std 5

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1		[15]	0.4478	0.6211	0.5909	-0.0834	0.0012	10:09:42 AM	No

Standard number 5 applied. [15]

Clibration data for Ca 422.67

Equation: Linear, Calculated Intercept

ID	Mean Signal (Abs)	Entered Conc. mg/L	Calculated Conc. mg/L	Standard Deviation	%RSD
Blk	0.0003	0	0.17	--	--
Std 1	0.0573	2	2.07	--	--
Std 2	0.1123	4	3.90	--	--
Std 3	0.1663	6	5.70	--	--
Std 4	0.2971	10	10.07	--	--
Std 5	0.4478	15	15.09	--	--

Correlation Coef:0.999533 Slope: 0.02999 Intercept: -0.00471

Sequence No.: 7

Sample ID : Initial(Simplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 1

Date Collected: 18/07/2016 10:14:17 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: Initial(Simplo)

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.42	5.42	0.1579	0.2210	0.1769	-0.0785	0.0026	10:15:56 AM	No

Sequence No.: 8

Sample ID : Initial(Duplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 2

Date Collected: 18/07/2016 10:21:21 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: Initial(Duplo)

Repl #	SampleConc ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.38	5.38	0.1566	0.2173	0.1754	-0.0627	0.0032	10:22:08 AM	No

Sequence No.: 9

Sample ID : Oppm70(Simplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 3

Date Collected: 18/07/2016 10:27:33 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: Oppm70(Simplo)

Repl #	SampleConc Ppm	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.29	5.29	0.1540	0.2174	0.1725	-0.0801	0.0041	10:28:17 AM	No

Methode: Ca Water base

Page 3

Date: 18/07/2016 8:40:21 AM

Sequence No.: 10

Autosampler Location : 4

Sample ID : 0ppm70(Duplo)

Date Collected: 18/07/2016 10:33:13 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 0ppm70(Duplo)

Analyte: Ca 422.67

Repl #	Sample Conc Ppm	Std Conc mg/L	Blk Corr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.22	5.22	0.1519	0.2127	0.1702	-0.0522	0.0028	10:34:23 AM	No

Sequence No.: 11

Autosampler Location : 5

Sample ID : 3ppm70(Simplo)

Date Collected: 18/07/2016 10:39:05 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 3ppm70(Simplo)

Analyte: Ca 422.67

Repl #	Sample Conc Ppm	Std Conc mg/L	Blk Corr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.33	5.33	0.1551	0.2170	0.1738	-0.0871	0.0022	10:40:48 AM	No

Sequence No.: 12

Autosampler Location : 6

Sample ID : 3ppm70(Duplo)

Date Collected: 18/07/2016 10:45:48 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 3ppm70(Duplo)

Analyte: Ca 422.67

Repl #	Sample Conc Ppm	Std Conc mg/L	Blk Corr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.30	5.30	0.1542	0.2167	0.1727	-0.0883	0.0034	10:46:57 AM	No

Sequence No.: 13

Autosampler Location : 7

Sample ID : 5ppm70(Simplo)

Date Collected: 18/07/2016 10:52:25 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 5ppm70(Simplo)

Analyte: Ca 422.67

Repl #	Sample Conc Ppm	Std Conc mg/L	Blk Corr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.34	5.34	0.1554	0.2175	0.1740	-0.0552	0.0029	10:53:02 AM	No

Sequence No.: 14

Autosampler Location : 8

Sample ID : 5ppm70(Duplo)

Date Collected: 18/07/2016 10:58:22 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 5ppm70(Duplo)

Analyte: Ca 422.67

Repl #	Sample Conc Ppm	Std Conc mg/L	Blk Corr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.31	5.31	0.1546	0.2144	0.1731	-0.0632	0.0038	10:59:14 AM	No

Sequence No.: 15

Autosampler Location : 9

Sample ID : 7ppm70(Simplo)

Date Collected: 18/07/2016 11:04:24 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 7ppm70(Simplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.35	5.35	0.1557	0.2149	0.1745	-0.0635	0.0028	11:05:19 AM	No

Sequence No.: 16

Autosampler Location : 10

Sample ID : 7ppm70(Duplo)

Date Collected: 18/07/2016 11:10:32 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 7ppm70(Duplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.34	5.34	0.1554	0.2153	0.1745	-0.0639	0.0028	11:11:27 AM	No

Sequence No.: 17

Autosampler Location : 11

Sample ID : 10ppm70(Simplo)

Date Collected: 18/07/2016 11:16:14 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 10ppm70(Simplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.39	5.39	0.1571	0.2204	0.1759	-0.0663	0.0030	11:17:26 AM	No

Sequence No.: 18

Autosampler Location : 12

Sample ID : 10ppm70(Duplo)

Date Collected: 18/07/2016 11:22:29 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 10ppm70(Duplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.39	5.39	0.1569	0.2206	0.1756	-0.0660	0.0027	11:23:38 AM	No

Sequence No.: 19

Autosampler Location : 13

Sample ID : 13ppm70(Simplo)

Date Collected: 18/07/2016 11:28:47 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 13ppm70(Simplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.30	5.30	0.1545	0.2142	0.1727	-0.0632	0.0027	11:29:50 AM	No

Sequence No.: 20

Autosampler Location : 14

Sample ID : 13ppm70(Duplo)

Date Collected: 18/07/2016 11:35:12 AM

Analyst:

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Replicate Data: 13ppm70(Duplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.30	5.30	0.1542	0.2140	0.1730	-0.0630	0.0030	11:36:37 AM	No

Methode: Ca Water base

Page 5

Date: 18/07/2016 8:40:21 AM

Sequence No.: 21

Sample ID : 15ppm70(Simplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 15

Date Collected: 18/07/2016 11:41:02 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 15ppm70(Simplo)

Repl #	Sample Conc ppm	Std Conc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Analyte: Ca 422.67 Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.29	5.29	0.1539	0.2138	0.1719	-0.0627	0.0025	11:42:33 AM	No

Sequence No.: 22

Sample ID : 15ppm70(Duplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 16

Date Collected: 18/07/2016 11:47:39 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 15ppm70(Duplo)

Repl #	Sample Conc Ppm	Std Conc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Analyte: Ca 422.67 Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.25	5.25	0.1525	0.2139	0.1727	-0.0629	0.0037	11:49:05 AM	No

Sequence No.: 23

Sample ID : 0ppm100(Simplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 17

Date Collected: 18/07/2016 11:54:14 AM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 0ppm100(Simplo)

Repl #	Sample Conc Ppm	Std Conc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Analyte: Ca 422.67 Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.25	5.25	0.1526	0.2130	0.1709	-0.0622	0.0021	11:55:26 AM	No

Sequence No.: 24

Sample ID : 0ppm100(Duplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 18

Date Collected: 18/07/2016 12:00:29 PM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 0ppm100(Duplo)

Repl #	Sample Conc Ppm	Std Conc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Analyte: Ca 422.67 Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.18	5.18	0.1507	0.2119	0.1688	-0.0826	0.0025	12:01:38 PM	No

Sequence No.: 25

Sample ID : 3ppm100(Simplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 19

Date Collected: 18/07/2016 12:06:47 PM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 3ppm100(Simplo)

Repl #	Sample Conc Ppm	Std Conc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Analyte: Ca 422.67 Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.25	5.25	0.1528	0.2143	0.1712	-0.0805	0.0042	12:07:50 PM	No

Sequence No.: 26

Sample ID : 3ppm100(Duplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 20

Date Collected: 18/07/2016 12:13:12 PM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 3ppm100(Duplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.27	5.27	0.1534	0.2146	0.1718	-0.0611	0.0026	12:14:08 PM	No

Sequence No.: 27

Sample ID : 5ppm100(Simplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 21

Date Collected: 18/07/2016 12:19:18 PM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 5ppm100(Simplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.29	5.29	0.1535	0.2169	0.1725	-0.0690	0.0023	12:20:36 PM	No

Sequence No.: 28

Sample ID : 5ppm100(Duplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 22

Date Collected: 18/07/2016 12:35:31 PM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 5ppm100(Duplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.31	5.31	0.1545	0.2172	0.1730	-0.0772	0.0025	12:37:02 PM	No

Sequence No.: 29

Sample ID : 7ppm100(Simplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 23

Date Collected: 18/07/2016 12:41:52 PM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 7ppm100(Simplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.32	5.32	0.1546	0.2174	0.1745	-0.0725	0.0028	12:43:05 PM	No

Sequence No.: 30

Sample ID : 7ppm100(Duplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 24

Date Collected: 18/07/2016 12:48:14 PM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 7ppm100(Duplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.34	5.34	0.1555	0.2176	0.1752	-0.0641	0.0031	12:49:35 PM	No

Sequence No.: 31

Sample ID : 10ppm100(Simplo)

Analyst:

Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer

Autosampler Location : 25

Date Collected: 18/07/2016 12:54:22 PM

Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM

Replicate Data: 10ppm100(Simplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored

Methode: Ca Water base					Page 7		Date: 18/07/2016 8:40:21 AM		
1	5.35	5.35	0.1558	0.2178	0.1755	-0.0735	0.0029	12:55:38 PM	No
Sequence No.: 32					Autosampler Location : 26				
Sample ID : 10ppm100(Duplo)					Date Collected: 18/07/2016 13:00:40 PM				
Analyst:					Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM				
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer									
Replicate Data: 10ppm100(Duplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.37	5.37	0.1564	0.2188	0.1762	-0.0646	0.0034	13:02:03 PM	No
Sequence No.: 33					Autosampler Location : 27				
Sample ID : 13ppm100(Simplo)					Date Collected: 18/07/2016 13:07:02 PM				
Analyst:					Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM				
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer									
Replicate Data: 13ppm100(Simplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.30	5.30	0.	0.2152	0.1727	-0.0770	0.0027	13:08:18 PM	No
Sequence No.: 34					Autosampler Location : 28				
Sample ID : 13ppm100(Duplo)					Date Collected: 18/07/2016 13:13:09 PM				
Analyst:					Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM				
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer									
Replicate Data: 13ppm100(Duplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.28	5.28	0.1535	0.2150	0.1722	-0.0750	0.0030	13:14:37 PM	No
Sequence No.: 35					Autosampler Location : 29				
Sample ID : 15ppm100(Simplo)					Date Collected: 18/07/2016 13:19:02 PM				
Analyst:					Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM				
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer									
Replicate Data: 15ppm100(Simplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.27	5.27	0.1234	0.2144	0.1719	-0.0745	0.0025	13:20:33 PM	No
Sequence No.: 36					Autosampler Location : 30				
Sample ID : 15ppm100(Duplo)					Date Collected: 18/07/2016 13:25:19 PM				
Analyst:					Data Type: Reprocessed on 18/07/2016 8:50:39 AM				
Logged In Analyst (Original) : PerkinElmer									
Replicate Data: 15ppm100(Duplo)					Analyte: Ca 422.67				
Repl #	SampleConc Ppm	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	5.25	5.25	0.1525	0.2138	0.1712	-0.0629	0.0037	13:26:25 PM	No

LAMPIRAN F

PERHITUNGAN PENGUJIAN HIPOTESIS

1. Pengaruh Penggunaan *scale inhibitor*

Pengaruh pada penggunaan *scale inhibitor* dengan menggunakan klaim bahwa rata-rata konsentrasi ion Ca^{2+} adalah 525,5 ppm sehingga dapat ditarik sebuah asumsi sebagai berikut:

$$H_0: \mu = 525,5$$

$$H_1: \mu > \mu$$

Digunakan selang keyakinan 95%, karena $n = 6$ tanpa informasi σ dan distribusi populasi, digunakan distribusi t dengan statistik uji,

No	X	$X - \bar{X}$
1	531,5	-0,92
2	532,5	0,08
3	534,5	2,02
4	539	6,58
5	530	-2,42
6	527	-5,42
Mean	532,42	
STDEV	4,09	

$$\begin{aligned} t_0 &= \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}} \\ &= \frac{532,42 - 525,5}{4,09/\sqrt{6}} \\ &= \frac{6,92}{1,67} = 4,14 \end{aligned}$$

2. Pengaruh temperatur

Pengaruh temperatur penggunaan *scale inhibitor* dengan menggunakan klaim bahwa terdapat pengaruh temperatur pada penggunaan *scale inhibitor* untuk menghambat proses pembentukan kerak ditarik sebuah asumsi sebagai berikut:

$$H_0: \mu = \text{berpengaruh}$$

$$H_1: \mu \neq \mu$$

No	X	Y	$X - \bar{X}$	$Y - \bar{Y}$	$(X - \bar{X})^2$	$(Y - \bar{Y})^2$
1	525,5	521,5	-5,93	-7,29	35,15	53,08
2	531,5	526	0,07	-2,79	0,01	7,76
3	532,5	530	1,07	1,21	1,15	1,47
4	534,5	533	3,07	4,21	9,43	17,76
5	539	536	7,57	7,21	57,33	52,05
6	530	529	-1,43	0,21	2,04	0,05
7	527	526	4,43	-2,79	19,61	7,76
Jumlah	3720	3701,5			124,71	139,93
Mean	531,43	528,79				
STDEV	4,56	4,83				

$$\begin{aligned}
 s_{x,y} &= \sqrt{\frac{(n_x - 1)s_x^2 + (n_y - 1)s_y^2}{(n_x + n_y - 2)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(7 - 1)4,56^2 + (7 - 1)4,83^2}{(7 + 7 - 2)}} \\
 &= \sqrt{\frac{124,71 + 139,93}{12}} \\
 s_{x,y} &= 4,70
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_0 &= \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{s_{x,y} \left(\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right)}} \\
 &= \frac{531,43 - 528,79}{\sqrt{4,70 \left(\frac{1}{7} + \frac{1}{7} \right)}} \\
 &= \frac{2,64}{\sqrt{1,34}} \\
 &= \frac{2,64}{1,16} \\
 t_0 &= 2,28
 \end{aligned}$$

TABLE A-3 *t* Distribution: Critical *t* Values

Degrees of Freedom	Area in One Tail				
	0.005	0.01	0.025	0.05	0.10
Degrees of Freedom	Area in Two Tails				
	0.01	0.02	0.05	0.10	0.20
1	63.657	31.821	12.706	6.314	3.078
2	9.925	6.965	4.303	2.920	1.886
3	5.841	4.541	3.182	2.353	1.638
4	4.604	3.747	2.776	2.132	1.533
5	4.032	3.365	2.571	2.015	1.476
6	3.707	3.143	2.447	1.943	1.440
7	3.499	2.998	2.365	1.895	1.415
8	3.355	2.896	2.306	1.860	1.397
9	3.250	2.821	2.262	1.833	1.383
10	3.169	2.764	2.228	1.812	1.372
11	3.106	2.718	2.201	1.796	1.363
12	3.055	2.681	2.179	1.782	1.356
13	3.012	2.650	2.160	1.771	1.350
14	2.977	2.624	2.145	1.761	1.345
15	2.947	2.602	2.131	1.753	1.341
16	2.921	2.583	2.120	1.746	1.337
17	2.898	2.567	2.110	1.740	1.333
18	2.878	2.552	2.101	1.734	1.330
19	2.861	2.539	2.093	1.729	1.328
20	2.845	2.528	2.086	1.725	1.325
21	2.831	2.518	2.080	1.721	1.323
22	2.819	2.508	2.074	1.717	1.321
23	2.807	2.500	2.069	1.714	1.319
24	2.797	2.492	2.064	1.711	1.318
25	2.787	2.485	2.060	1.708	1.316
26	2.779	2.479	2.056	1.706	1.315
27	2.771	2.473	2.052	1.703	1.314
28	2.763	2.467	2.048	1.701	1.313
29	2.756	2.462	2.045	1.699	1.311
30	2.750	2.457	2.042	1.697	1.310
31	2.744	2.453	2.040	1.696	1.309
32	2.738	2.449	2.037	1.694	1.309
34	2.728	2.441	2.032	1.691	1.307
36	2.719	2.434	2.028	1.688	1.306
38	2.712	2.429	2.024	1.686	1.304
40	2.704	2.423	2.021	1.684	1.303
45	2.690	2.412	2.014	1.679	1.301
50	2.678	2.403	2.009	1.676	1.299
55	2.668	2.396	2.004	1.673	1.297
60	2.660	2.390	2.000	1.671	1.296
65	2.654	2.385	1.997	1.669	1.295
70	2.648	2.381	1.994	1.667	1.294
75	2.643	2.377	1.992	1.665	1.293
80	2.639	2.374	1.990	1.664	1.292
90	2.632	2.368	1.987	1.662	1.291
100	2.626	2.364	1.984	1.660	1.290
200	2.601	2.345	1.972	1.653	1.286
300	2.592	2.339	1.968	1.650	1.284
400	2.588	2.336	1.966	1.649	1.284
500	2.586	2.334	1.965	1.648	1.283
750	2.582	2.331	1.963	1.647	1.283
1000	2.581	2.330	1.962	1.646	1.282
2000	2.578	2.328	1.961	1.646	1.282
Large	2.576	2.326	1.960	1.645	1.282

