



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMILIHAN MATERIAL TAHAN KOROSI PADA
LINGKUNGAN CO₂ DAN H₂S UNTUK *FLOWLINE*, *PIPING*
DAN FASILITAS DI *CENTRAL PROCESSING PLANT*
MENGUNAKAN *SOFTWARE PREDICT 4.0* DAN *SOCRATES*
7.0**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik (ST.)**

**AGUNG NUR ROCHIM
040504004X**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
JULI 2009**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**PEMILIHAN MATERIAL TAHAN KOROSI PADA
LINGKUNGAN CO₂ DAN H₂S UNTUK *FLOWLINE*, *PIPING*
DAN FASILITAS DI *CENTRAL PROCESSING PLANT*
MENGUNAKAN *SOFTWARE PREDICT 4.0* DAN *SOCRATES***

7.0

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Logam Departemen Metalurgi Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 15 July 2009



Agung Nur Rochim

NPM 040504004X

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Agung Nur Rochim
NPM : 040504004X
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Judul Skripsi : Pemilihan Material Tahan Korosi Pada Lingkungan CO₂ dan H₂S Untuk *Flowline*, *Piping* dan Fasilitas di *Central Processing Plant* Menggunakan *Software Predict 4.0* dan *Socrates 7.0*.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir Andi Rustandi M.T. ()

Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Johnny Wahyuadi, DEA ()

Penguji 2 : Deni Ferdian, S.T. M.Sc ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 7 July 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Departemen Metalurgi Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir Andi Rustandi, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini
2. Andre Diaz, S.T dan Fadi Setiawan, S.T selaku pembimbing teknis yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membantu saya dalam penyusunan skripsi ini;
3. PT. X yang telah memberikan data-data yang diperlukan untuk penyusunan skripsi ini.
4. orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
5. keluarga besar DTMM khususnya mahasiswa angkatan 2005 yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 15 July 2009



Penulis

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agung Nur Rochim

NPM : 040504004X

Program Studi : Logam

Departemen : Teknik Metalurgi dan Material

Fakultas : Teknik Universitas Indonesia

Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PEMILIHAN MATERIAL TAHAN KOROSI PADA
LINGKUNGAN CO₂ DAN H₂S UNTUK *FLOWLINE*, *PIPING*
DAN FASILITAS DI *CENTRAL PROCESSING PLANT*
MENGUNAKAN *SOFTWARE PREDICT 4.0* DAN *SOCRATES***

7.0

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 15 July 2009

Yang menyatakan



Agung Nur Rochim

v

ABSTRAK

Agung Nur Rochim NPM 040504004X Departemen Metalurgi dan Material	Dosen Pembimbing Ir. Andi Rustandi, M.T.
PEMILIHAN MATERIAL TAHAN KOROSI PADA LINGKUNGAN CO₂ DAN H₂S UNTUK <i>FLOWLINE</i>, <i>PIPING</i> DAN FASILITAS DI <i>CENTRAL PROCESSING PLANT</i> MENGGUNAKAN <i>SOFTWARE PREDICT 4.0</i> DAN <i>SOCRATES 7.0</i>	
Abstrak Pemilihan material merupakan solusi yang paling jelas untuk permasalahan korosi. Untuk itu dilakukan penelitian tentang pemilihan material tahan korosi pada lingkungan CO ₂ dan H ₂ S untuk <i>flowline</i> , <i>piping</i> dan fasilitas di <i>Central Processing Plant</i> menggunakan <i>Software Predict 4.0</i> dan <i>Socrates 7.0</i> yang dibandingkan dengan Standar NACE MR-0175. Dari hasil penelitian, <i>Predict 4.0</i> memberikan gambaran penggunaan material Baja Karbon dengan batasan korosi 3-6 mm/20 tahun sedangkan <i>Socrates 7.0</i> memberikan pilihan material paduan tahan korosi berupa <i>Konvensional Austenitik SS (316 L)</i> , <i>Duplex SS (2205)</i> , <i>High Alloy Austenitik SS (254-SMO)</i> dan Paduan Ni 28 Cr. Kesesuaian hasil antara <i>Socrates 7.0</i> dengan NACE MR-0175 untuk semua nomor stream sekitar 17/32 atau 53 %.	
Kata kunci: Pemilihan material, Paduan tahan korosi, NACE MR-0175, <i>Predict 4.0</i> , <i>Socrates 7.0</i>	

ABSTRACT

Agung Nur Rochim NPM 040504004X Metalurgy and Material Department	Counsellor: Ir. Andi Rustandi, M.T.
MATERIAL SELECTION FOR CORROSION RESISTANT IN CO₂ AND H₂S ENVIRONMENT FOR FLOWLINE, PIPING AND FACILITY AT CENTRAL PROCESSING PLANT USING SOFTWARE PREDICT 4.0 AND SOCRATES 7.0	
Abstract Material Selection is real solution for corrosion problems. For that, a reaserch has been done about material selection for corrosion resistant in CO ₂ and H ₂ S environment for flowline, piping and facility at Central Processing Plant using Software Predict 4.0 and Socrates 7.0 and then compared with Standar NACE MR-0175. From reaserch result, Predict 4.0 describe carbon steel with corrosion allowance 3-6 mm/20 year while Socrates 7.0 offer corrosion resistant alloy such as Konvensional Austenitik SS (316 L), High Alloy Austenitik SS (254-SMO), Duplex SS (2205), and Nikel Alloy 28 Cr. Compatibilty between Socrates 7.0 with NACE MR-0175 is about 17/32 or 53 %.	
Keywords: Material selection, Corrosion resistant alloy, NACE MR-0175, Predict 4.0, Socrates 7.0	

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Teori Korosi.....	5
2.2. Komponen yang Menyebabkan Korosi Internal.....	6
2.2.1. Karbon Dioksida (CO ₂).....	6
2.2.2. Hidrogen Sulfida (H ₂ S).....	8
2.2.3. Oksigen (O ₂)	10
2.2.4. Klorida (Cl ⁻).....	11
2.3. Material Tahan Korosi dan Pemilihan Material.....	11
2.3.1. Group Baja Karbon	13
2.3.2. Group Baja Tahan Karat Martensitik dan Ferritik.....	14
2.3.3. Group Baja Tahan Karat <i>Duplex</i>	16
2.3.4. Group Baja Tahan Karat Austenitik	17
2.3.5. Group Paduan Nikel.....	20

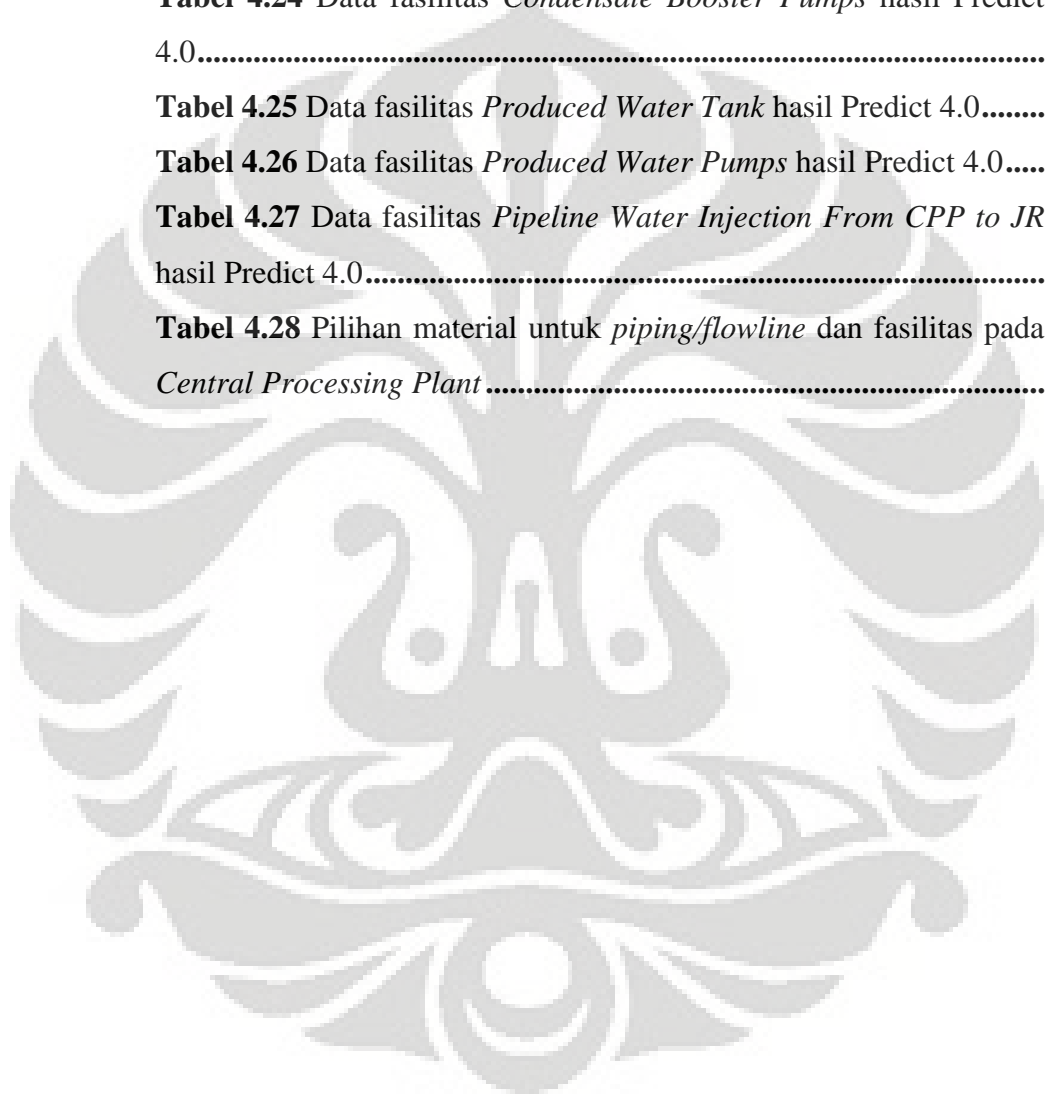
2.4 Software Korosi Untuk Pemilihan Material	21
2.4.1. Predict 4.0	21
2.4.1.1. Pengertian Predict 4.0	21
2.4.1.2. Gambaran Sistem Cara Kerja Predict 4.0	23
2.4.2. Socrates 7.0	26
2.4.2.1. Pengertian Socrates 7.0	26
2.4.2.2. Gambaran Sistem Cara Kerja Socrates 7.0	26
BAB 3 METODE PENELITIAN	30
3.1. Diagram Alir Penelitian	30
3.2. Software yang Digunakan	32
3.3. Prosedur Penelitian	32
3.3.1. Penyeleksian Data Awal yang Digunakan	32
3.3.2. Pencarian Informasi Tentang Software yang Digunakan....	34
3.3.3. Pemilihan dan Penggunaan Software Predict 4.0.....	34
3.3.4. Pemilihan dan Penggunaan Software Socrates 7.0	39
3.3.5. Analisa Data Hasil.....	44
3.3.6. Kesimpulan.....	44
BAB 4 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1. Faktor-Faktor Pemilihan Material.....	45
4.2. Hasil Simulasi Dari Software Predict 4.0 dan Socrates 7.0.....	47
4.2.1. <i>Wellhead</i>	48
4.2.2. <i>Production Separator</i>	50
4.2.3. <i>Gas Cooler</i>	51
4.2.4. <i>Feed Gas Knock-Out (KO) Drum</i>	52
4.2.5. <i>Sweetening Unit/Sweetening Header</i>	54
4.2.6. <i>Acid Gas KO Drum</i>	55
4.2.7. <i>Enrichment Absorber</i>	56
4.2.8. <i>Condensate Separator 3 Phase</i>	57
4.2.9. <i>1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber</i>	59
4.2.10. <i>1st Stage Recycle Compressor</i>	60
4.2.11. <i>Condensate Cooler</i>	61
4.2.12. <i>2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber</i>	62

4.2.13. <i>2nd Stage Recycle Compressor</i>	63
4.2.14. <i>Condensate Preheater</i>	64
4.2.15. <i>Condensate Heater</i>	65
4.2.16. <i>Condensate Flash Vessel</i>	66
4.2.17. <i>Condensate Flash Pumps</i>	67
4.2.18. <i>Recycle Compressor InterStage Cooler</i>	68
4.2.19. <i>Produced Water Heater</i>	69
4.2.20. <i>Produced Water Degasser</i>	70
4.2.21. <i>Produced Water Booster Pumps</i>	71
4.2.22. <i>Recycle Compressor After Cooler</i>	72
4.2.23. <i>Condensate Tanks</i>	72
4.2.24. <i>Condensate Booster Pumps</i>	73
4.2.25. <i>Produced Water Tank</i>	74
4.2.26. <i>Produced Water Pumps</i>	75
4.2.27. <i>Pipeline Water Injection From CPP to JR</i>	76
4.3. <i>Kesesuaian Hasil antara Socrates 7.0 dengan NACE MR-0175..</i>	77
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1. <i>Kesimpulan</i>	80
5.2. <i>Saran</i>	80
REFERENSI	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi tipikal kimia baja tahan karat Duplex	16
Tabel 2.2 Komposisi kimia paduan nikel.....	21
Tabel 2.3 Kondisi <i>acceptable</i> untuk paduan 825	21
Tabel 4.1 Data fasilitas <i>Wellhead</i> hasil Predict 4.0.....	49
Tabel 4.2 Data fasilitas <i>production separator</i> hasil Predict 4.0.....	50
Tabel 4.3 Data fasilitas <i>gas cooler</i> hasil Predict 4.0	52
Tabel 4.4 Data fasilitas <i>feed gas KO drum</i> hasil Predict 4.0.....	53
Tabel 4.5 Data fasilitas <i>Sweetening Unit/Sweetening Header</i> hasil Predict 4.0	55
Tabel 4.6 Data fasilitas <i>Acid Gas Knock-Out (KO) Drum</i> hasil Predict 4.0	56
Tabel 4.7 Data fasilitas <i>Enrichment Absorber</i> hasil Predict 4.0.....	57
Tabel 4.8 Data fasilitas <i>Condensate separator 3 Phase</i> hasil Predict 4.0.....	58
Tabel 4.9 Data fasilitas <i>1st stage cycle comp. suction scrubber</i> hasil Predict 4.0	59
Tabel 4.10 Data fasilitas <i>1st stage recycle compressor</i> hasil Predict 4.0.....	61
Tabel 4.11 Data fasilitas <i>Condensate Cooler</i> hasil Predict 4.0	62
Tabel 4.12 Data fasilitas <i>2nd stage cycle comp. suction scrubber</i> hasil Predict 4.0.....	63
Tabel 4.13 Data fasilitas <i>2nd stage recycle compressor</i> hasil Predict 4.0.....	64
Tabel 4.14 Data fasilitas <i>Condensate Preheater</i> hasil Predict 4.0	65
Tabel 4.15 Data fasilitas <i>Condensate Heater</i> hasil Predict 4.0	66
Tabel 4.16 Data fasilitas <i>Condensate Flash Vessel</i> hasil Predict 4.0....	67
Tabel 4.17 Data fasilitas <i>Condensate Flash Pumps</i> hasil Predict 4.0 ...	68
Tabel 4.18 Data fasilitas <i>Recycle Compressor InterStage</i> hasil Predict 4.0	68
Tabel 4.19 Data fasilitas <i>Produced Water Heater</i> hasil Predict 4.0.....	69

Tabel 4.20 Data fasilitas <i>Produced Water Degasser</i> hasil Predict 4.0..	70
Tabel 4.21 Data fasilitas <i>Produced Water Booster Pumps</i> hasil Predict 4.0	71
Tabel 4.22 Data fasilitas <i>Recycle Compressor After Cooler</i> hasil Predict 4.0	72
Tabel 4.23 Data fasilitas <i>Condensate Tanks</i> hasil Predict 4.0.....	73
Tabel 4.24 Data fasilitas <i>Condensate Booster Pumps</i> hasil Predict 4.0.....	74
Tabel 4.25 Data fasilitas <i>Produced Water Tank</i> hasil Predict 4.0.....	74
Tabel 4.26 Data fasilitas <i>Produced Water Pumps</i> hasil Predict 4.0.....	75
Tabel 4.27 Data fasilitas <i>Pipeline Water Injection From CPP to JR</i> hasil Predict 4.0.....	76
Tabel 4.28 Pilihan material untuk <i>piping/flowline</i> dan fasilitas pada <i>Central Processing Plant</i>	78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sel Korosi	5
Gambar 2.2 Lapisan Permukaan Baja pada Sistem H ₂ S/CO ₂	9
Gambar 2.3 Efek rasio H ₂ S : CO ₂ pada korosi	9
Gambar 2.4 Pengaruh kelarutan oksigen terhadap laju korosi	10
Gambar 2.5 Petunjuk pemilihan material pada lingkungan H ₂ S	11
Gambar 2.6 Jalur pemilihan material untuk aplikasi H ₂ S dan CO ₂	12
Gambar 2.7 Grafik Tekanan Parsial H ₂ S dengan temperatur dan material yang sesuai	13
Gambar 2.8 Batasan NACE MR0175 untuk SS Ferritik dan Martensitik	15
Gambar 2.9 Batasan NACE MR0175 untuk duplex dan superduplex SS	17
Gambar 2.10 Batasan tekanan parsial H ₂ S untuk baja tahan karat austenitik dengan pertimbangan kandungan ion klorida dalam lingkungan	18
Gambar 2.11 Batasan tekanan parsial H ₂ S untuk material Super-Austenitik SS	19
Gambar 2.12 Batasan aplikasi CRA paduan Nikel pada hubungan antara temperature dan kandungan CO ₂ & H ₂ S	20
Gambar 2.13 Flowchart sistem kerja dari Predict 4.0	23
Gambar 2.14 Sistem cara kerja Socrates 7.0	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 3.2 Contoh tahapan 1 penggunaan software Predict 4.0	36
Gambar 3.3 Contoh tahapan 2 penggunaan software Predict 4.0	37
Gambar 3.4 Contoh tahapan 3 penggunaan software Predict 4.0	38
Gambar 3.5 Contoh tahapan 4 penggunaan software Predict 4.0	38
Gambar 3.6 Contoh tahapan 1 penggunaan software Socrates 7.0	41
Gambar 3.7 Contoh tahapan 2 penggunaan software Socrates 7.0	42
Gambar 3.8 Contoh tahapan 3 penggunaan software Socrates 7.0	43
Gambar 3.9 Contoh tahapan 4 penggunaan software Socrates 7.0	43

Gambar 4.1 Gambaran skematis untuk proses pengolahan minyak dan gas pada fasilitas pada <i>Central Processing Plant</i>	48
Gambar 4.2 Gambar PFD dari <i>Wellhead</i>	49
Gambar 4.3 Gambar PFD dari <i>Production Separator</i>	50
Gambar 4.4 Gambar PFD dari <i>Gas Cooler</i>	51
Gambar 4.5 Gambar PFD dari <i>Feed Gas Knock-Out (KO) Drum</i>	53
Gambar 4.6 Gambar PFD dari <i>Sweetening Unit/Sweetening Header</i> .	54
Gambar 4.7 Gambar PFD dari <i>Acid Gas Knock-Out (KO) Drum</i>	55
Gambar 4.8 Gambar PFD dari <i>Enrichment Absorber</i>	57
Gambar 4.9 Gambar PFD dari <i>Condensate separator 3 Phase</i>	58
Gambar 4.10 Gambar PFD dari <i>1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber</i>	59
Gambar 4.11 Gambar PFD dari <i>1st stage Recycle Compressor</i>	60
Gambar 4.12 Gambar PFD dari <i>Condensate Cooler</i>	61
Gambar 4.13 Gambar PFD dari <i>2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber</i>	62
Gambar 4.14 Gambar PFD dari <i>2nd stage Recycle Compressor</i>	64
Gambar 4.15 Gambar PFD dari <i>Condensate Preheater</i>	65
Gambar 4.16 Gambar PFD dari <i>Condensate Heater</i>	65
Gambar 4.17 Gambar PFD dari <i>Condensate Flash Vessel</i>	66
Gambar 4.18 Gambar PFD dari <i>Condensate Flash Pumps</i>	67
Gambar 4.19 Gambar PFD dari <i>Recycle Compressor InterStage Cooler</i>	68
Gambar 4.20 Gambar PFD dari <i>Produced Water Heater</i>	69
Gambar 4.21 Gambar PFD dari <i>Produced Water Degasser</i>	70
Gambar 4.22 Gambar PFD dari <i>Produced Water Booster Pumps</i>	71
Gambar 4.23 Gambar PFD dari <i>Recycle Compressor After Cooler</i>	72
Gambar 4.24 Gambar PFD dari <i>Condensate Tanks</i>	72
Gambar 4.25 Gambar PFD dari <i>Condensate Booster Pumps</i>	73
Gambar 4.26 Gambar PFD dari <i>Produced Water Tank</i>	74
Gambar 4.27 Gambar PFD dari <i>Produced Water Pumps</i>	75

Gambar 4.28 Gambar PFD dari *Pipeline Water Injection From CPP to JR* 76



DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil perhitungan *software* Predict 4.0 84
2. Hasil perhitungan *software* Socrates 7.0..... 104



BAB I PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Industri minyak dan gas di dunia pada umumnya maupun di Indonesia pada khususnya saat ini mengalami peningkatan yang cukup pesat. Hal ini diketahui dari cadangan gas bumi di Indonesia, terbukti dan potensial, mengalami kenaikan secara nyata. Tahun 2004, total cadangan gas adalah 182,5 *trillion cubic feet* (TCF), terdiri dari 94,78 TCF cadangan terbukti, dan 87,73 TCF potensial, dapat diproduksi dalam jangka waktu 64 tahun[1]. Untuk itu, PT X sebagai operator eksplorasi dan produksi gas berencana mengembangkan blok gas untuk disalurkan ke PT Y dan PT Z melalui jalur pipa milik PT W. Pengembangan blok gas ini mencakup perancangan fasilitas untuk *Central Processing Plant*. Hasil gas yang dieksplorasi dan diproduksi untuk stasiun A dapat mencapai 115 BBTU/D dengan kandungan CO₂ dan H₂S yang cukup tinggi. Sedangkan, hasil gas yang dieksplorasi dan diproduksi untuk stasiun B dapat mencapai 15 BBTU/D. Untuk itu, diperlukan pemilihan material yang tepat dan handal untuk semua fasilitas dan jalur pipa terutama di stasiun A yang menjadi fokus penelitian ini.

Dari tinjauan keteknikan, solusi yang jelas dan nyata untuk permasalahan korosi adalah penggunaan material yang lebih tahan korosi[2]. Pemilihan material yang tepat untuk semua fasilitas produksi maupun penunjang di industri minyak dan gas bumi merupakan salah satu metode untuk meningkatkan nilai pakai dari fasilitas tersebut. Pada banyak kasus korosi, pemilihan material merupakan metode pengontrolan korosi yang lebih ekonomis dibanding metoda lainnya[2]. Pada industri minyak dan gas bumi, dalam hubungannya dengan permasalahan korosi, pemilihan material ditujukan untuk meningkatkan ketahanan material tersebut terhadap korosi yang terjadi baik korosi internal maupun eksternal. Seperti yang diketahui, gas bumi yang diperoleh dari alam bersifat sangat korosif dan lingkungan tempat pengaliran dan pengolahan gas bumi juga bersifat korosif sehingga dengan pemilihan dan penggunaan material yang tepat maka ketahanan terhadap korosi akan semakin meningkat.

Dalam era globalisasi saat ini, penggunaan program-program untuk perancangan fasilitas dan jalur pipa serta pemilihan material tahan korosi sangat membantu pihak industri. Hal ini membuat proses pemilihan material untuk fasilitas dan jalur pipa untuk ketahanan korosi menjadi lebih mudah. Dalam penelitian ini digunakan program Predict 4.0 untuk mengetahui tingkat laju korosi dari material berbasis baja karbon dan Socrates 7.0 untuk pemilihan material yang terdapat dalam lingkungan H₂S. Hasil dari program tersebut kemudian dicocokkan kesesuaiannya mengacu pada STANDAR NACE MR-0175 “*Petroleum and natural gas industries-Materials for use in H₂S containing environments in oil and gas production*”[3].

1.2. RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang akan dijelaskan pada penelitian ini adalah proses pemilihan material tahan korosi pada lingkungan yang mengandung CO₂ dan H₂S di *central processing plant* dengan menggunakan software dari Intercorr.corp yaitu Predict 4.0 dan Socrates 7.0. Pemilihan material ini mencakup *flowline/piping* dan fasilitas pada industri pengolahan minyak dan gas bumi di *Central Processing Plant* yang tercakup dalam PFD dan HMB yang tersedia. Dengan menggunakan bantuan software Predict 4.0 dan Socrates 7.0, dapat dipilih material yang sesuai diaplikasikan untuk *flowline/piping* dan fasilitas pada *Central Processing Plant* dengan tingkat ekonomis yang baik.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui proses pemilihan material tahan korosi menggunakan *software* Predict 4.0 dan Socrates 7.0.
2. Untuk mengetahui kesesuaian hasil yang diperoleh tentang pemilihan material tahan korosi menggunakan *software* Predict 4.0 dan Socrates 7.0 dengan *Handbook Pipeline Rules of Thumb* dan STANDAR NACE MR-0175.

3. Untuk mengetahui gambaran atau pilihan material yang sesuai untuk diaplikasikan pada *flowline/piping* dan fasilitas pada *Central Processing Plant*.

1.4. BATASAN MASALAH

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah mempelajari tentang mekanisme pemilihan material tahan korosi dengan menggunakan software pemilihan material. Berikut ini merupakan ruang lingkup untuk batasan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Proses pemilihan material hanya menggunakan software *Predict 4.0* untuk mengetahui tingkat laju korosi pada material berbasis baja karbon dan *Socrates 7.0* untuk pilihan material yang sesuai untuk aplikasi yang disesuaikan hasilnya dengan Standar NACE MR-0175.
2. Pemilihan material hanya untuk fasilitas dan jalur pipa pada *Central Processing Plant*.
3. Data-data yang digunakan untuk pemilihan material pada *flowline/piping* dan fasilitas merupakan data-data yang terdapat pada *Heat and Material Balance (HMB)* dan *Process Flow Diagram (PFD)* yang tersedia.
4. Proses-proses yang terjadi dalam fasilitas pada *Central Processing Plant* tidak dibahas secara detail.

1.5. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang digunakan pada makalah ini adalah:

BAB I : PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan tentang teori korosi, komponen yang menyebabkan korosi *internal*, material tahan korosi dan pemilihan material, pembahasan *software Predict 4.0* dan *Socrates 7.0*.

BAB III : METODE PENELITIAN

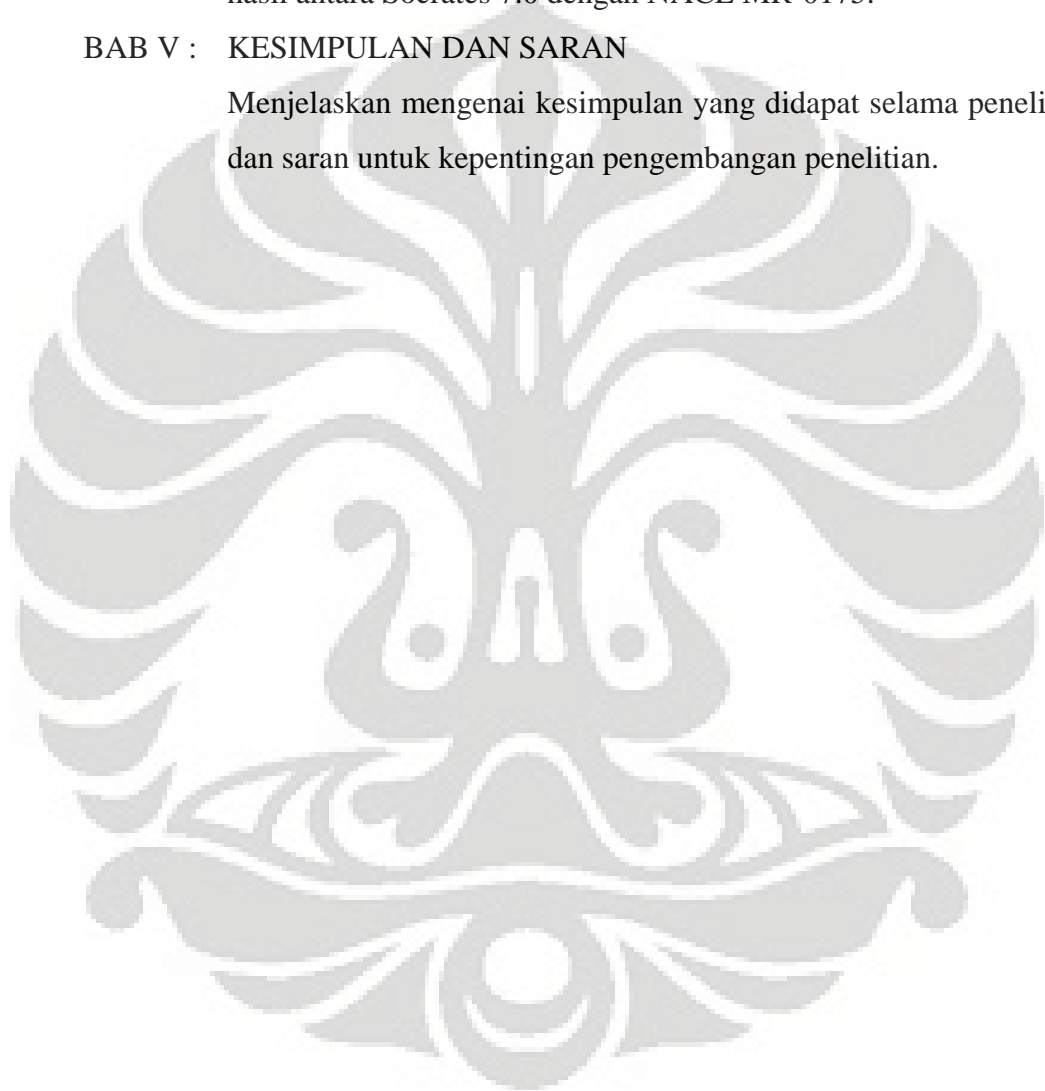
Menjelaskan tentang diagram alir penelitian, *software* yang digunakan untuk penelitian, dan prosedur penelitian.

BAB IV : ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan tentang hasil yang didapat selama penelitian dan menganalisisnya, terdiri dari faktor-faktor pemilihan material, hasil simulasi dari *software* Predict 4.0 dan Socrates 7.0 dan kesesuaian hasil antara Socrates 7.0 dengan NACE MR-0175.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan mengenai kesimpulan yang didapat selama penelitian dan saran untuk kepentingan pengembangan penelitian.



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

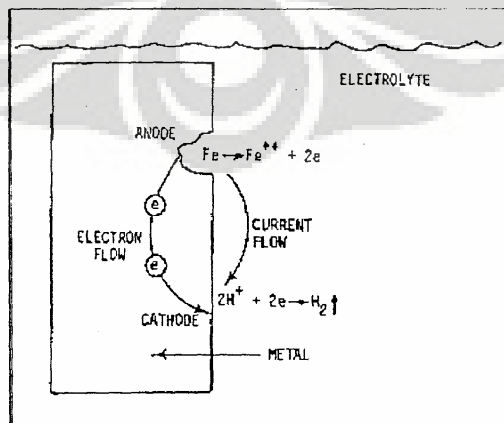
2.1. TEORI KOROSI

Secara umum, korosi berarti degradasi material karena reaksi dengan lingkungan[4]. Korosi merupakan suatu proses elektrokimia, dengan massa energi yang ada atau yang tersimpan di dalam logam pada waktu pemurnian sebagai sumber tegangan listrik. Korosi pada material-material logam akan terjadi bila ada larutan penghantar listrik (elektrolit).

Jika logam dimasukkan kedalam larutan elektrolit, maka ada bagian dari permukaan logam yang melepaskan elektron. Tempat atau bagian permukaan logam yang melepaskan tersebut merupakan anoda, sedangkan yang menerima elektron tersebut adalah katoda. Reaksi dari logam yang melepaskan elektron (2.1) dan yang menerima elektron (2.2 dan 2.3) adalah sebagai berikut:



Elektrolit merupakan media yang mendukung untuk teriadinya reaksi korosi pada suatu logam karena dapat menghantarkan arus listrik. Air merupakan elektrolit yang mempunyai konduktivitas listrik seperti kebanyakan larutan garam-garaman atau ion. Kombinasi dari anoda, katoda, elektrolit dan elektron konduktor disebut sebagai sel korosi (*corrosion cell*). Skema dan proses korosi dari besi (*Iron*) diperlihatkan pada gambar 2.1. dibawah ini.



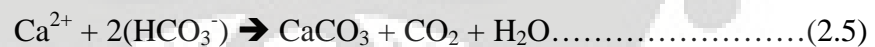
Gambar 2. 1 Skema Sel Korosi [5]

Elektron-elektron dari anoda akan berpindah menuju katoda yang merupakan *single point* pada permukaan logam. Tetapi pada kasus korosi lokal (*localized corrosion*), seperti *pitting*, proses ini terbatas pada daerah lokasi tertentu.

2.2. KOMPONEN YANG MENYEBABKAN KOROSI INTERNAL

2.2.1. Karbon Dioksida (CO₂)

Korosi karena pengaruh CO₂ terjadi dengan kehadiran air dan ketidakhadiran sulfida yang biasa disebut *sweet corrosion*[5]. Korosi CO₂ pada baja karbon merupakan proses elektrokimia yang meliputi pelarutan baja pada anoda dan evolusi hydrogen pada katoda[6]. Karbon dioksida merupakan gas yang sangat mudah terlarut dalam air, yang dapat meningkatkan korosifitas air secara drastis. Karbon dioksida menjadi asam lemah (H₂CO₃) pada air dengan reaksi yang relatif lambat. Bagaimanapun, laju korosi CO₂ jauh lebih besar dari efek asam karbonik itu sendiri. Korosi jenis ini sering muncul di lapangan minyak dan gas bumi. Faktor yang mempengaruhi timbulnya korosi jenis ini adalah peningkatan presentase CO₂, peningkatan tekanan dan komposisi air. Semakin tinggi tekanan maka semakin besar kelarutan CO₂ dalam air. Reaksi CO₂ dengan air menghasilkan asam karbonat yang kemudian akan bereaksi dengan ion Fe terlarut membentuk besi karbonat berupa endapan berwarna gelap (coklat pucat). Besi karbonat ini membentuk sel korosi dengan permukaan logam. Reaksinya sebagai berikut :



Tekanan parsial CO₂ dapat digunakan sebagai faktor identifikasi korosi dalam system, menghitungnya dengan cara mengalikan tekanan total dengan presentase CO₂ yang ada. Berikut batasan terjadi atau tidaknya korosi CO₂ berdasarkan tekanan parsial :

- a. Tekanan parsial CO₂ besar dari 30 psi menyebabkan korosi
- b. Tekanan parsial CO₂ 7-30 psi memungkinkan menyebabkan korosi
- c. Tekanan parsial CO₂ kecil dari 7 psi tidak menyebabkan korosi

Bentuk korosi yang timbul akibat CO₂ biasanya berupa lubang yang dalam dan tumbuh membentuk alur dengan dinding yang tajam. Laju korosi pada korosi CO₂ ditentukan oleh sifat lapisan produk korosi (FeCO₃) yang terbentuk pada permukaan logam. Jika lapisan terbentuk pada keadaan yang sesuai maka akan terbentuk lapisan protektif yang dapat menurunkan laju korosi. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan lapisan FeCO₃ antara lain:

- a. Temperatur

Pada temperatur tinggi (>100°C), pengendapan berlangsung dengan sangat cepat. Fe yang dilepas oleh reaksi korosi dengan cepat terendapkan kembali pada permukaan, membentuk lapisan protektif yang rapat melekat.

- b. pH

pH mempengaruhi tingkat kelarutan dari FeCO₃. Peningkatan pH menurunkan tingkat kelarutan FeCO₃ yang mendorong terjadinya pengendapan, lalu kemudian menurunkan laju korosi. Dari berbagai percobaan diperoleh bahwa lapisan protektif hanya dapat diperoleh pada pH diatas 5,5

- c. Kandungan Fe²⁺

Pembentukan FeCO₃ terjadi pada keadaan dimana konsentrasi dari Fe²⁺ melewati jangkauan kelarutan dari FeCO₃. Pembentukan FeCO₃ sendiri berasal dari hasil reaksi pada katoda yaitu HCO₃⁻ dan hasil dari anoda Fe²⁺. Konsentrasi ion Fe²⁺ yang dibawah kelarutan FeCO₃ tidak hanya mencegah pembentukan lapisan yang mengandung FeCO₃, namun juga dapat merusak lapisan yang sudah ada.

- d. Laju Aliran

Laju aliran mempunyai dua efek yang bertolak belakang. Di satu pihak adanya bantuan kecepatan aliran akan memberikan efek stirring pada laju pengendapan, sehingga mempercepat pengendapan. Di lain pihak, laju aliran yang terlalu tinggi akan menimbulkan kerusakan pada lapisan atau

film yang porous sehingga akan memungkinkan kontak antara struktur dengan fluida.

2.2.2. Hidrogen Sulfida (H₂S)

H₂S merupakan asam lemah ketika larut didalam air, dan bertindak sebagai katalis dalam penyerapan hidrogen pada baja yang kemudian menyebabkan *Sulfide Stress Cracking* pada baja berkekuatan tinggi[6]. Lingkungan dengan H₂S pada umumnya meyebabkan korosi seperti korosi merata, korosi sumuran, *sulfide stress cracking*, *hidrogen blistering*, dan *hidrogen embrittlement*. Oleh karena faktor tersebut, adanya gas H₂S sangat dihindari. Lingkungan dengan kandungan H₂S diatas 250 ppm dan pH dibawah 6.5 akan dikategorikan korosif.

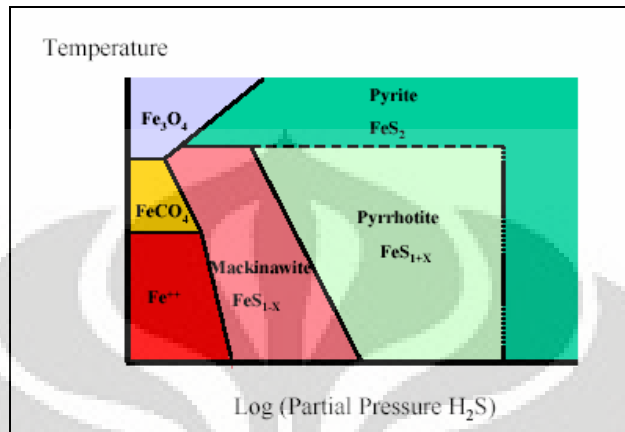
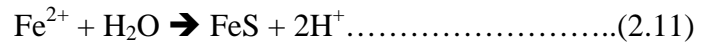
Dalam industri migas, H₂S merupakan gas bersifat korosif yang sering terdapat pada fluida yang dihasilkan. H₂S larut dalam air untuk membentuk asam yang lebih lemah dari asam karbonat, tetapi H₂S memiliki tingkat kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan CO₂, yang bisa meningkatkan kecepatan korosi.



Ion hidrogen bertanggungjawab atas lingkungan H₂S yang korosif, tetapi adsorpsi ion bisulfida pada permukaan baja untuk membentuk lapisan besi sulfida juga mengakibatkan *difusi* atom hidrogen ke dalam baja yang dapat menimbulkan *hydrogen damage* (proses cracking).

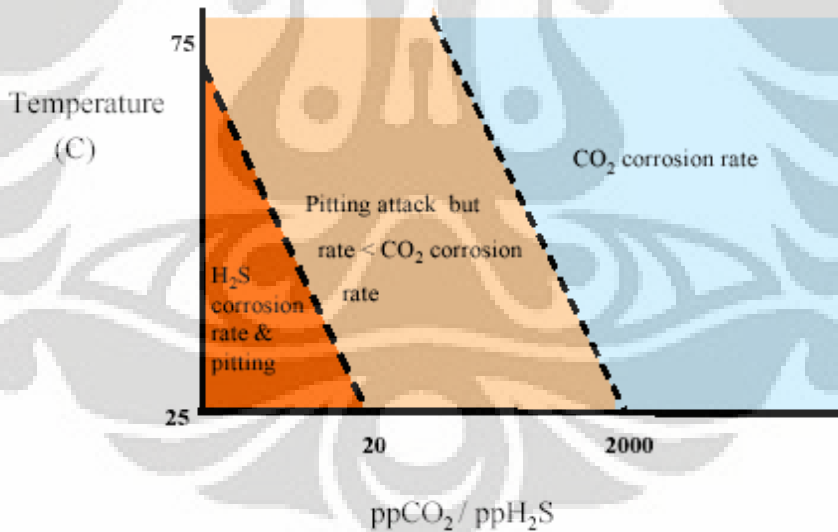
Pembentukan lapisan besi sulfida lebih mudah terjadi pada pH tinggi. Komposisi dan lapisan korosi besi sulfida bervariasi, walaupun lebih sering dinyatakan sebagai FeS. Lapisan besi sulfida melindungi permukaan baja dari korosi pada berbagai kondisi, tetapi derajat perlindungan tergantung pada konsentrasi relatif dari H₂S dan CO₂, tekanan total, temperatur dan umur lapisan. Dalam lingkungan campuran antara H₂S dan CO₂, dimana kadar H₂S relatif lebih tinggi (diatas 200 ppm pada fasa cair), dan terutama pada temperatur di atas sekitar 40°C, lapisan protektif berwarna hitam (*pyrrhotite*) terbentuk di bawah lapisan karbonat dan sulfida bebas berwarna abu-abu. Pada konsentrasi H₂S yang lebih rendah, proteksi berasal dari lapisan campuran besi karbonat dan besi sulfida yang kurang rapat, *porous* dan kurang protektif. Sedangkan pada konsentrasi H₂S yang lebih tinggi, ion sulfida bertindak seperti inhibitor korosi dengan membentuk

lapisan besi sulfida yang dapat menurunkan kecepatan korosi seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.2 dibawah ini. Reaksi korosinya adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 2 Lapisan Permukaan Baja pada Sistem H₂S/CO₂

Kerentanan terjadinya pitting tergantung pada lapisan yang terbentuk pada temperatur dan konsentrasi H₂S dan CO₂ tertentu seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2. 3 Efek rasio H₂S : CO₂ pada korosi

Berbagai bentuk dari *hydrogen damage* seperti:

- *Hydrogen embrittlement*
- *Hydrogen-induced cracking (HIC)*
- *Blistering (Pelepuhan)*
- *Sulfide stress cracking (SSC)*

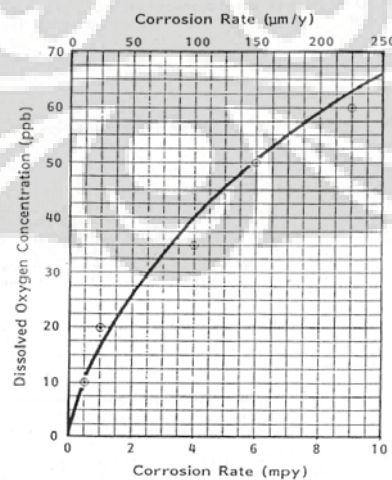
➤ *Stress orientated hydrogen induced cracking (SOHIC)*

Pada banyak larutan asam, hidrogen berbentuk sebagai gelembung-gelembung gas pada fluida. Pada *sour system*, atom hidrogen dapat menyebabkan *embrittlement* (perapuhan) ketika konsentrasi *interstitial* tinggi pada daerah bertegangan tinggi. Temperatur juga mempengaruhi terjadinya *sulfide stress cracking*, *hydrogen embrittlement* dan *HIC* pada baja dalam lingkungan H_2S . *Sulfide stress cracking* dan *hydrogen embrittlement* lebih sering terjadi pada temperatur di atas $65^{\circ}C$ ($150^{\circ}F$).

2.2.3. Oksigen (O_2)

Oksigen merupakan oksidator kuat sehingga akan meningkatkan potensial korosi logam dilingkungan air (fluida) yang mengandung oksigen terlarut[7]. Kelarutan oksigen sendiri dipengaruhi oleh temperature dari air atau pelarut. Semakin tinggi temperature air atau pelarut, maka makin rendah kelarutan oksigen. Selain itu, pada air yang mengandung garam, kandungan oksigen terlarut juga dipengaruhi oleh kadar garam terlarut. Pada air yang mengandung garam NaCl misalnya, kadar oksigen terlarut paling tinggi terdapat pada kadar NaCl 3.5 %. Oleh karena itu, air laut bersifat sangat korosif, dikarenakan kombinasi dari tingginya kadar oksigen terlarut dengan garam NaCl.

Laju korosi dapat meningkat dengan kenaikan kelarutan oksigen seperti terlihat pada gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2. 4 Pengaruh kelarutan oksigen terhadap laju korosi[5]

2.2.4. Klorida (Cl⁻)

Adanya ion Cl⁻ dalam suatu fluida atau pada lingkungan dapat mempercepat terjadinya korosi. Ion Cl⁻ dapat menjadi initial terjadinya korosi *pitting* (korosi sumuran) atau korosi *crevice* (korosi celah). Kehadiran ion Cl⁻ menyebabkan rusaknya lapisan pelindung (lapisan oksida) pada titik tertentu yang mengakibatkan hilangnya pertahanan material terhadap korosi.

2.3. MATERIAL TAHAN KOROSI dan PEMILIHAN MATERIAL

Lingkungan operasi di industri minyak dan gas bumi yang ekstrim dan kompleks dengan kandungan agen korosif seperti CO₂, H₂S dan ion klorida yang memiliki konsentrasi tinggi membuat terbatasnya penggunaan material - material dasar seperti baja karbon standar dan paduan rendah. Untuk itu pengaplikasian material - material yang superior pada lingkungan ekstrim tersebut menjadi tidak terelakkan. *Corrosion resistant alloys* (CRA) semakin banyak dipergunakan pada aplikasi migas, terlebih untuk menghadapi lingkungan yang bersifat *sour*. CRA merupakan kelompok bahan yang meliputi kelas baja tahan karat martensitik 13% Cr hingga pada keluarga paduan Nikel, termasuk baja tahan karat duplex dan austenitik. Petunjuk pemilihan material tahan korosi pada lingkungan H₂S ditunjukkan pada gambar 2.5 dibawah ini.

Table 1.3 Guidelines for H₂S limits for generic CRA classes.

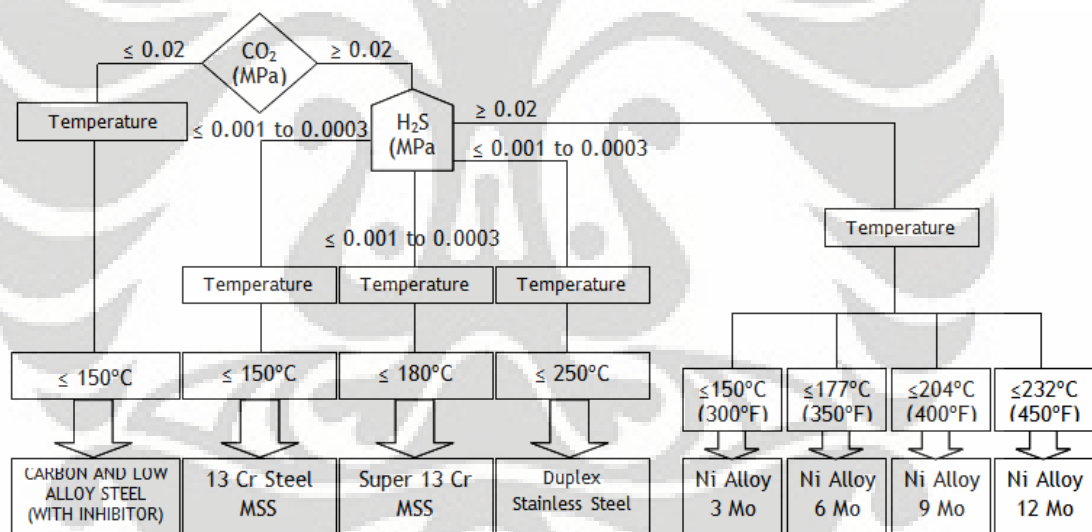
Material	Chloride concentration, max. (%)	Min. allowed in-situ pH	Temperature, max. (°C)	Partial pressure H ₂ S, max. (bar)
Martensitic stainless steels				
13 Cr	5	3.5	90	0.1
Austenitic stainless steels				
316	1	3.5	120	0.1
	5	3.5	120	0.01
	5	5	120	0.1
6Mo	5	3.5	150	1.0
	5	5	150	2.0
Duplex stainless steels				
22Cr	3	3.5	150	0.02
	1	3.5	150	0.1
25Cr	5	3.5	150	0.1
	5	4.5	150	0.4
Nickel alloys				
625		3.5		5
C276				>> 5
Titanium		3.5		>> 5
GENERAL NOTES				
1. The limits given assume complete oxygen free environments.				
2. If one of the listed parameters exceeds the given limit, the need for testing of the material according to ISO 15156-3 should be evaluated.				
3. The temperature limit may be increased based upon evaluation of specific field data and previous experience. Testing may be required.				

Gambar 2. 5 Petunjuk pemilihan material pada lingkungan H₂S[6]

Khusus dalam ketahanan terhadap lingkungan dengan kandungan H₂S yang tinggi, pertimbangan yang dilakukan sangat dipengaruhi oleh kerentanan terhadap *Stress Corrosion Cracking (SCC)* dan *Sulfide Stress Cracking (SSC)*. Jenis kerusakan akibat SCC tidak memberikan indikasi yang jelas seperti halnya dengan pembentukan karat oksida permukaan pada korosi merata. NACE MR0175 memberikan panduan mengenai pemilihan material pada kondisi *sour* (tekanan parsial H₂S lebih besar dari 0.05 psi dan kondisi tekanan proses lebih besar dari 60 psia)[3]. Pemilihan material pada kondisi ini didasarkan pada parameter - parameter berikut :

- Tekanan parsial H₂S
- Kandungan ion klorida
- Temperatur operasional

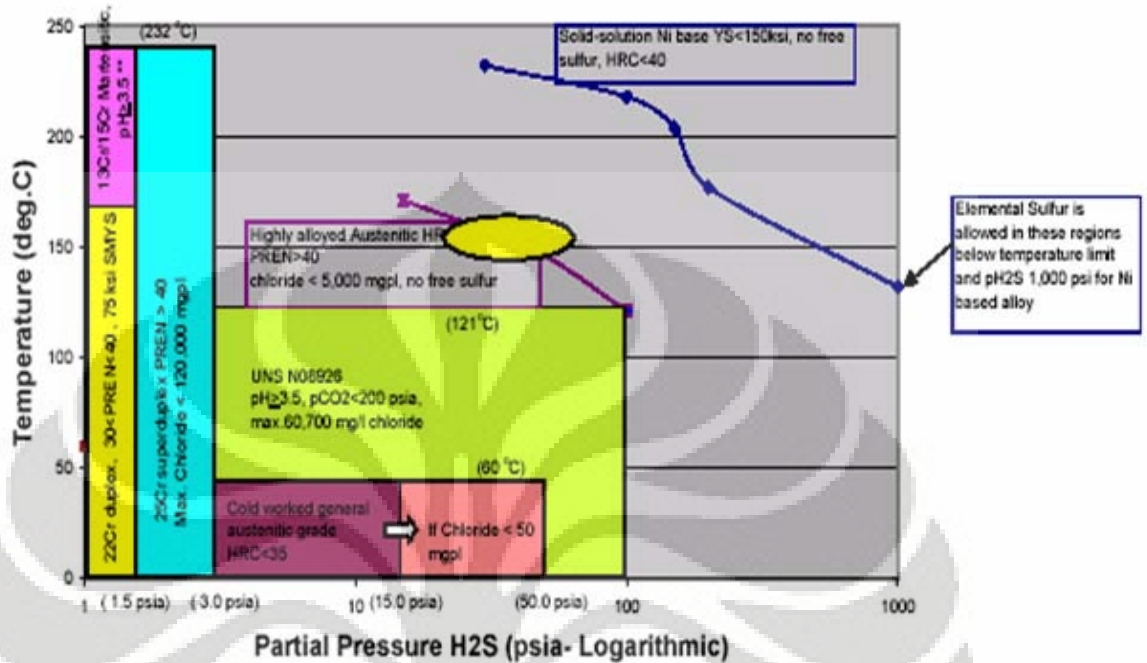
Gambar 2.6 dibawah ini meberikan gambaran petunjuk jalur pemilihan material pada lingkungan H₂S dan CO₂ yaitu:



Gambar 2. 6 Jalur pemilihan material untuk aplikasi H₂S dan CO₂

Ketahanan korosi material tertentu pada lingkungan tertentu tentunya merupakan aspek pertama dalam proses pemilihan material, namun beberapa faktor lainnya tetap harus dikedepankan karena secara langsung terkait dengan performa material tersebut di lapangan, seperti masalah fabrikasi, mulai dari rancang bangun hingga instalasi lapangan, proteksi terhadap fasilitas tersebut, baik internal maupun eksternal, serta tentunya masalah keselamatan, keamanan dan lingkungan tentunya. Namun seluruh faktor tersebut tentunya harus

dikompromikan dengan pendekatan ekonomis dan nilai ekonomis industri yang dijalankan. Gambar 2.7 dibawah ini memberikan gambaan aplikasi penggunaan material terhadap lingkungan H₂S dan temperature yaitu:



Gambar 2. 7 Grafik Tekanan Parsial H₂S dengan temperatur dan material yang sesuai.

2.3.1. Group Baja Karbon

Baja karbon merupakan material yang mengandung besi dan karbon dengan sedikit penambahan elemen unsur paduan seperti mangan dan silikon. Sifat mekanis baja karbon dapat ditingkatkan dengan penambahan paduan seperti 1 % chromium dapat meningkatkan *yield point* dari 0.2 % baja karbon dari sekitar 280 MN/m² hingga 390 MN/m² [8]. Walaupun tujuan utama dari penambahan paduan pada baja karbon adalah untuk meningkatkan sifat mekanis dari baja karbon, pada beberapa kasus penambahan sedikit paduan dapat juga meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Dimana pada kondisi tertentu seperti ketika terpapar diluar ruangan, *low alloy steel* terkorosi lebih lambat daripada baja karbon. Penambahan paduan seperti Cu dan Cr pada baja karbon mempengaruhi laju korosi dengan meningkatkan potensial permukaan menjadi nilai yang lebih positif sehingga meningkatkan pasifasi[9]. Menurut *Handbook Pipe Line Rule of*

Thumb, baja karbon dapat digunakan untuk *flowline/piping* dan fasilitas di industri migas dengan tingkat laju korosi dibawah 6 mm/20 tahun (12 Mpy/ 0.3 mmpy)[16].

2.3.2. Grup Baja Tahan Karat Martensitik dan Feritik.

Martensitic SS adalah kelompok SS yang memiliki kandungan chromium sebesar 12 - 20 % dan jumlah carbon antara 0.1 – 1 % tergantung dari grade yang akan dibuat serta mengandung unsur lain yang jumlahnya sedikit seperti aluminium, nickel, niobium, sulfur dan selenium[10]. Martensitic SS bersifat elektromagnetik, dapat dikeraskan dan memiliki sifat mekanis yang lebih baik dibanding sifat ketahanan korosinya. Martensitic SS biasanya digunakan pada aplikasi yang memerlukan ketahanan abrasive dan pemotongan seperti pada *pump impeller* dan pisau. Ketahanan korosi dari Martensitik SS lebih baik dari baja karbon tetapi lebih buruk dari Austenitik SS terutama pada temperature sekitar 800 °C. Batasan pada penggunaan baja martensitik adalah pada aplikasi yang melibatkan penyambungan. Pengembangan selanjutnya adalah baja martensitik *weldable* yang memiliki kandungan karbon yang rendah ($C < 0.02\%$) sehingga diperoleh nilai kekerasan yang rendah pada daerah *Heat Affected Zone* (HAZ) di daerah sambungan. Untuk mendapatkan tingkatan sifat ketahanan korosif yang berbeda, maka diperkenalkan 3 tipe yaitu grup *Lean grade* (12%Cr-2.5%Ni), grup *medium grade* (12%Cr-4.5%Ni-1.5%Mo) dan grup paduan tinggi (12%Cr; 6.5%Ni; 2.5%Mo). Peningkatan kandungan Mo memberikan ketahanan korosi terhadap CO₂. Selain itu, peningkatan kadar Ni membantu untuk mencegah pebentukan fase delta ferrite.

Feritik SS adalah kelompok SS yang memiliki kadar chromium antara 12 – 30 %, memiliki struktur BCC, bersifat magnetic, tidak dapat dikeraskan karena struktur kristalnya tidak berubah dengan pemanasan, memiliki keuletan dan mampu bentuk yang baik, dan memiliki kekuatan yang buruk pada temperatur tinggi[11]. Ketahanan korosi dari Ferritik SS dibawah Austenitik SS tetapi lebih tinggi dari Martensitik SS. Penggunaan Austenitik SS biasanya digunakan pada lingkungan yang tingkat korosinya sedang seperti pada industry otomotif dan untuk keperluan arsitek serta industri makanan dan kimia. Austenitik SS memiliki

ketahanan oksidasi yang baik pada air biasa tetapi rentan terhadap *pitting* pada air laut.

Pada aplikasi dengan melibatkan *corrodant* H₂S, baja tahan karat jenis ini cenderung rentan terhadap SCC karena kekerasannya yang relatif tinggi, potensial untuk mengakomodir terjadinya retakan pada baja tersebut. Seperti halnya dengan oksigen, kandungan H₂S dalam lingkungan mempercepat terjadinya korosi sumuran pada permukaan baja tahan karat yang terpapar ke lingkungan. Nilai ambang batas maksimum kandungan H₂S yang diperbolehkan menurut NACE MR-0175 sebesar 1.5 psi[3]. Gambar 2.8 berikut merupakan batasan penggunaan baja tahan karat ferritik dan martensitik pada Lingkungan “*Sour*” sesuai dengan referensi dan NACE MR0175 yaitu :

Table A.17 — Environmental and materials limits for ferritic stainless steels used for any equipment or components

Materials type	Temperature max. °C (°F)	Partial pressure H ₂ S, P _{H₂S} max. kPa (psi)	Chloride conc. max. mg/l	pH	Sulfur-resistant?	Remarks
Ferritic stainless steels from materials type described in A.5	See remarks	10 (1,5)	See remarks	≥ 3,5	NDS*	Any combinations of temperature and chloride concentration occurring in production environments are acceptable
These materials shall be in the annealed condition and shall have a maximum hardness of 22 HRC.						
* No data submitted to ascertain whether these materials are acceptable for service in the presence of elemental sulfur in the environment.						

Table A.18 — Environmental and materials limits for martensitic stainless steels used for any equipment or components

Individual alloy UNS Number	Temperature max. °C (°F)	Partial pressure H ₂ S, P _{H₂S} max. kPa (psi)	Chloride conc. max. mg/l	pH	Sulfur-resistant?	Remarks
S41000, S42000, J91150, J91151, J91540, S42400	See remarks	10 (1,5)	See remarks	≥ 3,5	NDS*	Any combinations of temperature and chloride concentration occurring in production environments are acceptable
S41425	See remarks	10 (1,5)	See remarks	≥ 3,5	No	
These materials shall also comply with the following.						
a) Cast or wrought alloys UNS S41000, J91150 (CA15), and J91151 (CA15M) shall have a maximum hardness of 22 HRC and shall be						
1) austenitized and quenched or air-cooled,						
2) tempered at 621°C (1150°F) minimum, then cooled to ambient temperature, and						
3) tempered at 621°C (1150°F) minimum, but lower than the first tempering temperature, then cooled to ambient temperature.						
b) Low-carbon, martensitic stainless steels, either cast J91540 (CA6NM) or wrought S42400, shall have a maximum hardness of 23 HRC and shall be						
1) austenitized at 1 010 °C (1 850 °F) minimum, then air- or oil-quenched to ambient temperature,						
2) tempered at 649 °C to 691 °C (1 200 °F to 1 275 °F), then air-cooled to ambient temperature, and						
3) tempered at 593 °C to 621 °C (1 100 °F to 1 150 °F), then air-cooled to ambient temperature.						
c) Cast or wrought alloy UNS S42000 shall have a maximum hardness of 22 HRC and shall be in the quenched and tempered heat-treatment condition						
d) Wrought low-carbon UNS S41425 martensitic stainless steel in the austenitized, quenched, and tempered condition shall have a maximum hardness of 28 HRC.						
* No data submitted to ascertain whether these materials are acceptable for service in the presence of elemental sulfur in the environment.						

Gambar 2. 8 Batasan NACE MR0175 untuk SS Ferritik dan Martensitik [3]

2.3.3. Grup Baja Tahan Karat Duplex

Baja tahan karat duplex mulai banyak digunakan pada beberapa tahun belakangan ini untuk berbagai fasilitas migas. Pengembangan Duplex SS disebabkan permasalahan kemampuan kerja panas yang berhubungan dengan pengelasan dan proses produksi. Sejak ditemukannya teknologi *Argon Oxygen Decarburization* (AOD) dan *vacuum melting* serta proses *refining* memungkinkan dibuatnya Duplex SS dengan pengontrolan komposisi karbon untuk mengurangi karbon. Perbedaan dari jenis SS lainnya adalah Duplex SS memiliki kandungan chromium dan molybdenum yang tinggi untuk mencegah kemungkinan terjadinya SCC, korosi *pitting* dan korosi *crevice*. Untuk meningkatkan kekuatan, keuletan dan ketangguhan saat pengelasan ditambahkan 0.1 – 0.25 % N dan 2 – 3 % Cu. Duplex SS yang mengandung N disebut Duplex SS generasi kedua. Beberapa jenis Duplex SS mengandung 0.5 – 1% W dan 1 – 2% Cu untuk meningkatkan ketahanan terhadap lingkungan sulfur dan korosi celah[10]

Kombinasi dari sifat mekanis dengan ketahanan korosi yang sama baiknya menghasilkan material yang tangguh untuk mengatasi berbagai kebutuhan dalam dunia migas. Tiga kelas utama dalam grup duplex yaitu *lean grade* (23Cr-4Ni), *medium grade* (22Cr-5Ni) dan *superduplex* (25Cr-7Ni) seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2. 1 Komposisi tipikal kimia baja tahan karat Duplex

Grade	UNS	C	Cr	Ni	Mo	W	Cu	N	PRE _{NW}
Lean Duplex	S32101	0.03	21.5	1.5	0.3	-	-	0.22	25
	S32304	0.02	23	4	0.3	-	0.3	0.10	25
Standard Duplex	S31803	0.02	22	5.5	3.0	-	-	0.17	35
	S32205		22.5	5.8	3.2	-	-	0.17	36
Superduplex	S32750	0.02	25	7	4.0	-	0.5	0.27	43
	S32760	0.03	25	7	3.5	0.6	0.5	0.25	42

Kandungan Cr yang tinggi dan disertai dengan unsur Mo menghasilkan material yang sangat tahan terhadap korosi CO₂. Baja tahan karat duplex dapat digunakan hingga temperatur 232°C dengan tekanan parsial CO₂ mencapai 100 bar dan kandungan klorida yang cukup tinggi hingga mencapai 200 g/l, dengan catatan tanpa disertai adanya kandungan oksigen dan H₂S.

Adanya kandungan H₂S dalam lingkungan kerja baja tahan karat duplex memiliki potensial untuk menimbulkan retakan. Ketika lapisan pasif berpotensi

untuk gagal ketika kontak dengan lingkungan dan menghasilkan celah sumuran, maka retakan pada baja tahan karat duplex sulit untuk dihindari. Pada aplikasi lapangan, sesuai dengan referensi dari NACE MR0175, baja tahan karat duplex memiliki batasan tekanan parsial H₂S sebesar 1.5 untuk *Duplex SS S32205* dan 3 psi untuk *Duplex SS S32750* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9 dibawah ini.

Table A.24 — Environmental and materials limits for duplex stainless steels used for any equipment or component

Materials type/individual alloy UNS Number	Temperature max. °C (°F)	Partial pressure H ₂ S, P _{H₂S} max. kPa (psi)	Chloride conc. max. mg/l	pH	Sulfur-resistant?	Remarks
30 ≤ F _{PREN} ≤ 40, Mo ≥ 1,5 %	232 (450)	10 (1,5)	See remarks	See remarks	NDS*	Any combinations of chloride concentration and in situ pH occurring in production environments are acceptable
S31803 (HIP)	232 (450)	10 (1,5)	See remarks	See remarks	No	
40 < F _{PREN} ≤ 45	232 (450)	20 (3)	See remarks	See remarks	NDS*	
Wrought and cast duplex stainless steels shall — be solution-annealed and liquid-quenched, — have a ferrite content (volume fraction) of between 35 % and 65 %, and — not have undergone ageing heat-treatments. Hot isostatic pressure-produced (HIP) [18] duplex stainless steel UNS S31803 (30 ≤ F _{PREN} ≤ 40, Mo ≥ 1,5 %) shall have a maximum hardness of 25 HRC and shall — be in the solution-annealed and water-quenched condition, — have a ferrite content (volume fraction) of between 35 % and 65 %, and — not have undergone ageing heat-treatments.						
NOTE Higher values of F _{PREN} provide higher corrosion resistance, however they also lead to increased risk of sigma- and alpha-prime phase formation, in the materials' ferrite phase, during manufacture, depending on product thickness and achievable quench rate. The ranges of F _{PREN} quoted are typical of those found to minimize the problem of sigma- and alpha-prime phase formation.						
* NO data submitted to ascertain whether these materials are acceptable for service in the presence of elemental sulfur in the environment.						

Gambar 2. 9 Batasan NACE MR0175 untuk duplex dan superduplex SS[3].

2.3.4. Grup Baja Tahan Karat Austenitik

Austenitik SS adalah kelompok SS yang mengandung unsur Cr sebanyak 18 % dan Ni sebesar 8 % yaitu SS AISI 302 atau 304. Karena ketahanan korosi yang tinggi pada berbagai range tertentu dan lingkungan yang agresif, ketahanan panas, keuletan dan ketangguhan, *Austenitik SS* biasanya digunakan untuk peralatan industri proses kimia. Jenis *Austenitik SS* terdiri dari jenis AISI 300 dan 200, dimana mengandung 15 – 26 % Cr dan 6 – 22 % Ni serta penambahan sedikit elemen paduan seperti mangan dan lainnya. Pengontrolan kadar karbon dilakukan dengan pengurangan kadar karbon untuk menghindari terbentuknya presipitasi dari kromium karbida. Penambahan paduan Nikel dapat meningkatkan densitas, koefisien ekspansi thermal, ketahanan korosi dan harga[12]. Ketahanan korosi

yang cukup baik dan kemudahan dalam segi fabrikasi membuat paduan baja tahan karat austenitik merupakan grup yang paling banyak diaplikasikan dalam berbagai industri.

Tipe dasar dari baja tahan karat austenitik adalah seri AISI 302 dengan kandungan C sekitar 0.15% masih rentan terhadap korosi intergranular ketika dihadapkan pada lingkungan korosif. Tipe 316, dengan penambahan paduan Mo merupakan jenis yang paling banyak digunakan. Dengan kandungan C yang lebih rendah pada varian dengan marka L seperti 316L, akan menghasilkan baja tahan karat austenitik yang lebih tahan terhadap korosi *intergranular*. Penambahan Mo dimaksudkan untuk meningkatkan kestabilan lapisan pasif dan temperatur kritis *pitting*.

Dalam hubungan dengan kondisi “*sour*”, baja tahan karat austenitik memiliki batas aman yang tinggi untuk rentang kandungan H₂S yang relatif tinggi. Tetapi memiliki keterbatasan rentang aplikasi jika terdapat ion klorida dengan jumlah diatas 50 ppm dan batasan temperature sekitar 66°C, seperti yang ditunjukkan pada cuplikan NACE MR-0175 pada gambar 2.10 dibawah ini.

Table A.2 — Environmental and materials limits for austenitic stainless steels used for any equipment or components

Materials type/ Individual alloy UNS Number	Temperature max. °C (°F)	Partial pressure H ₂ S, P _{H₂S} max. kPa (psi)	Chloride conc. max. mg/l	pH	Sulfur- resistant?	Remarks
Austenitic stainless steel from materials type described in A.2	60 (140)	100 (15)	See remarks	See remarks	No	Any combinations of chloride concentration and in situ pH occurring in production environments are acceptable.
	60 (140)	350 (50)	50	See remarks	NDS*	In situ pH values occurring in production environments are acceptable.
S20910	66 (150)	100 (15)	See remarks	See remarks	No	Any combinations of chloride concentration and in situ pH occurring in production environments are acceptable.
<p>These materials shall also</p> <ul style="list-style-type: none"> be in the solution-annealed and quenched, or annealed and thermally-stabilized heat-treatment condition, be free of cold work intended to enhance their mechanical properties, and have a maximum hardness of 22 HRC. <p>However, S20910 is acceptable in the annealed or hot-rolled (hot/cold-worked) condition at a maximum hardness of 35 HRC.</p> <p>A limit on the martensite content of these austenitic stainless steels should be considered.</p>						
<p>* No data submitted (NDS) to ascertain whether these materials are acceptable for service in the presence of elemental sulfur in the environment.</p>						

Gambar 2. 10 Batasan tekanan parsial H₂S untuk baja tahan karat austenitik dengan pertimbangan kandungan ion klorida dalam lingkungan[3].

Baja tahan karat super-austenitik (*High Alloy Austenitik SS*) dengan ketahanan korosi yang telah ditingkatkan merupakan pilihan material untuk menghadapi berbagai masalah korosi yang dihadapi di dunia migas. Kebanyakan material ini digunakan untuk aplikasi *flowline* atau *pressure vessels*. Selain itu, super-austenitik SS dan paduan Ni digunakan juga sebagai material *cladding*. Perkembangan terbaru dari baja tahan karat super-austenitik yaitu penambahan nitrogen untuk meningkatkan sifat mekanis.

Dalam hubungan dengan kondisi “*sour*”, baja tahan karat super-austenitik memiliki batas aman yang tinggi untuk rentang kandungan H₂S yang relatif tinggi (15 – 100 psi) dan rentang temperature yang tinggi (60-121°C) serta rentang kandungan klorida yang tinggi (5000 -90.000 mg/l). Batasan aplikasi material ini sesuai NACE MR-0175 ditunjukkan pada gambar 2.11 dibawah ini.

Table A.8 — Environmental and materials limits for highly-alloyed austenitic stainless steels used for any equipment or components

Materials types/ Individual alloy UNS Number	Temperature max. °C (°F)	Partial pressure H ₂ S, P _{H₂S} max. kPa (psi)	Chloride conc. max. mg/l	pH	Sulfur-resistant?	Remarks
Materials type 3a and 3b	60 (140)	100 (15)	See remarks	See remarks	No	Any combinations of chloride concentration and in situ pH occurring in production environments are acceptable.
Materials type 3a	60 (140)	350(50)	< 50	See remarks	No	The in situ pH values occurring in production environments are acceptable.
Materials type 3b	121 (250)	700 (100)	5 000	See remarks	No	
	149 (300)	310 (45)	5 000	See remarks	No	
	171 (340)	100 (15)	5 000	See remarks	No	
N08926	121 (250)	700 (100)	60 700	≈ 3,5, see also remarks	No	pH estimated from laboratory test conditions. UNS N08926 is material type 3b tested to higher limits of chloride concentration than apply for the materials type as a whole.
J95370	150 (302)	700	90 000	See remarks	No	The in situ pH values occurring in production environments are acceptable.
J93254	See remarks	See remarks	See remarks	See remarks	No	Any combinations of temperature, P _{H₂S} , chloride concentration and in situ pH occurring in production environments are acceptable.
These materials shall also comply with the following. — Materials type 3a shall be highly-alloyed austenitic stainless steel with (Ni + 2Mo) > 30 (where Mo has a minimum value of 2 %). — Materials type 3b shall be highly-alloyed austenitic stainless steel with F _{PREN} > 40. — Materials types 3a and 3b (including N08926) shall be in the solution-annealed condition. — Cast UNS J93254 (CK3MoUN, cast 254SMO) in accordance with ASTM A 351, A 743 or A 744 shall be in the cast, solution heat-treated condition and shall have a maximum hardness of 100 HRB. — Cast J95370 shall be in the solution heat-treated and water-quenched condition and shall have a maximum hardness of 94 HRB.						

Gambar 2. 11 Batasan tekanan parsial H₂S untuk material Super-Austenitik SS[3]

2.3.5. Paduan Nikel

Paduan nikel terutama dari kelas paduan Nikel-Chrom-Molybdenum-Tembaga seperti antara lain *Alloy 28Cr* (N08028), *Alloy 2550* (NO6975), *Incoloy 825* (N08825) dan *Alloy 625* (N06625) merupakan bahan dengan ketahanan yang superior terhadap asam berbagai varian temperatur dan kondisi[13]. Kandungan nikel sebagai basis utama jenis paduan ini, selain dengan adanya Cr dan Mo, akan menghasilkan lapisan pasif yang sangat stabil dalam paparan lingkungan korosif H₂S dan ion klorida hingga temperatur yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan jenis material yang dibahas sebelumnya. Batasan penggunaan material ini sesuai NACE MR-0175 dijelaskan pada gambar 2.12 dibawah ini.

Materials types	Temperature max. °C (°F)	Partial pressure H ₂ S, PH ₂ S max. kPa (psi)	Chloride conc. max. mg/l	pH	Sulfur-resistant?	Remarks
Cold-worked alloys of types 4c, 4d and 4e	232 (450)	200 (30)	See remarks	See remarks	No	Any combinations of chloride concentration and <i>in situ</i> pH occurring in production environments are acceptable.
	218 (425)	700 (100)	See remarks	See remarks	No	
	204 (400)	1,000 (150)	See remarks	See remarks	No	
	177 (350)	1,400 (200)	See remarks	See remarks	No	
	132 (270)	See remarks	See remarks	See remarks	Yes	Any combinations of hydrogen sulfide, chloride concentration and <i>in situ</i> pH in production environments are acceptable.
Cold-worked alloys of types 4d and 4e	218 (425)	2,000 (300)	See remarks	See remarks	No	Any combinations of chloride concentration and <i>in situ</i> pH occurring in production environments are acceptable.
	149 (300)	See remarks	See remarks	See remarks	Yes	Any combinations of hydrogen sulfide, chloride concentration and <i>in situ</i> pH in production environments are acceptable.
Cold-worked alloys of type 4e	232 (450)	7,000 (1,000)	See remarks	See remarks	Yes	Any combinations of chloride concentration, <i>in-situ</i> pH occurring in production environments are acceptable.
	204 (400)	See remarks	See remarks	See remarks	Yes	Any combinations of hydrogen sulfide, chloride concentration and <i>in situ</i> pH in production environments are acceptable.
Wrought or cast solid-solution nickel-based products in these applications shall be in the annealed and cold-worked condition and shall meet all of the following.						
a) The maximum hardness value for alloys in these applications shall be 40 HRC; and						
b) The maximum yield strength of the alloys achieved by cold work shall be						
— Type 4c: 1,034 MPa (150 ksi);						
— Type 4d: 1,034 MPa (150 ksi);						
— Type 4e: 1,240 MPa (180 ksi);						
c) UNS 10276 (Type 4e) when used at a minimum temperature of 121°C (250°F) shall have a maximum hardness of 45 HRC						
NOTE The limits of application of the materials types 4c, 4d and 4e in this table overlap.						

Gambar 2. 12 Batasan aplikasi CRA paduan Nikel pada hubungan antara temperature dan kandungan CO₂ & H₂S[3]

Gambaran komposisi kimia dari berbagai jenis paduan nikel ditunjukkan pada tabel 2.2 dan kondisi *acceptable* untuk aplikasi material paduan nikel ditunjukkan pada tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2. 2 Komposisi kimia paduan nikel

Generic Name	UNS Number	Nominal Composition (wt%)											
		Fe	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti	Al	Nb	W	Co	Other	C
CW, >30% Ni, >3% Mo													
28	N08028	Bal.	27	31	3.5	1.0	0.3	—	—	—	—	—	0.02
825	N08825	Bal.	22	42	3.0	2.0	1.0	—	—	—	—	—	0.03
G-3	N06985	19	22	45	7	2.0	—	—	0.8	1.5	2	—	0.01
2550	N06975	15	25	51	6.5	1.0	1.0	—	—	—	—	—	0.01
625	N06625	3	22	62	9	—	0.2	0.2	3.5	—	—	—	0.03
C-276	N10276	6	16	56	16	—	—	—	—	4	2	0.35 V	0.01
PH													
X-750	N07750	7	16	72	—	—	2.5	0.8	1	—	—	—	0.03
925	N09925	32	22	42	3.0	2.0	2.0	0.3	—	—	—	—	0.02
718	N07718	19	19	52	3.0	—	0.5	0.5	5	—	—	0.1 Ta	0.02
PH625	N07725	9	21	57	8	—	1.5	0.3	3.5	—	—	—	0.01
PH625	N07716	5	21	61	8	—	1.3	0.2	3.5	—	—	—	0.01

Tabel 2. 3 Kondisi *acceptable* untuk paduan nikel

Reference→	[2]	[3]	[3]	[3]	[5]	[7]
Cl (ppm)	151750	NRE*	NRE	NRE	100 000	150 000
pH	—	—	—	—	3.5	3.5
Temp. (°C)	200	175	220	230	205	205
H ₂ S (MPa)	6.0	1.4	0.7	0.2	0.69	0.69
CO ₂ (MPa)	—	NRE	NRE	NRE	2.76	2.76
S°	—	0	0	0	0	0

Kontribusi utama dari unsur paduan Cr, Ni dan Mo adalah dalam hal pembentuk sekaligus penstabil lapisan pasif (mencegah *depassivation*) pada permukaan material saat menghadapi lingkungan yang mengandung ion klorida dan H₂S. Jika dilakukan perbandingan dengan varian duplex, rentang operasi yang dimiliki paduan nikel relatif lebih lebar dan mencakup area yang lebih ekstrim. Menurut batasan NACE MR0175, baja tahan karat 22Cr mempunyai ambang batas maksimal paparan gas H₂S sebesar 1.5 psi, sementara untuk 28 Cr nilai ini berada pada minimal 30 psi, bergantung pada temperatur dan sifat mekanik.

2.4. SOFTWARE KOROSI UNTUK PEMILIHAN MATERIAL

2.4.1. Predict 4.0

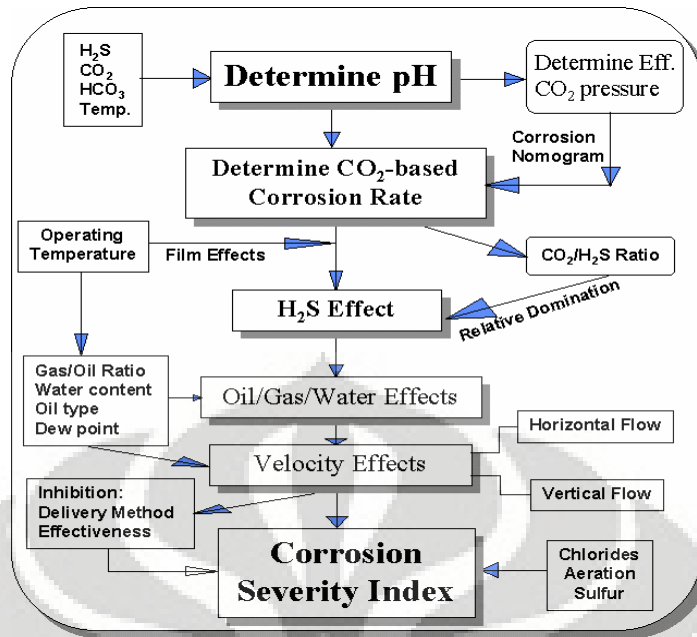
2.4.1.1 Pengertian Predict 4.0

Predict 4.0 merupakan sebuah software generasi terbaru yang digunakan untuk membantu mengatasi permasalahan yang signifikan dalam evaluasi korosi seperti perkiraan dan prediksi dari tingkat laju korosi dari baja karbon yang terekspos pada lingkungan korosif [14]. Predict 4.0, produk untuk penelitian dan permodelan untuk korosi, juga merupakan alat aplikasi yang baik untuk menyediakan akses terhadap pengetahuan yang komprehensif untuk pengambilan keputusan terhadap permasalahan korosi. Software ini mudah digunakan dan memiliki hasil grafik yang terintegrasi terhadap pengaruh parameter lingkungan yang kompleks untuk menyediakan perkiraan tingkat laju korosi yang berdasar pada data literature yang luas, hasil pengujian dan pengalaman di lapangan.

Predict 4.0 merupakan revisi yang komprehensif dari versi predict sebelumnya. Revisi yang dilakukan mencakup revisi modul prediksi korosi dengan peningkatan kemampuan prediksi yang lebih akurat untuk pH, *scale* pada korosi, penentuan yang lebih baik dan modul permodelan aliran. Predict 4.0 termasuk akses untuk data lab, memiliki peralatan baru seperti analisa sensitivitas multipoint dan pengamatan lapangan yang dapat memberikan solusi prediksi korosi yang lebih akurat.

2.4.1.2. Gambaran Sistem Cara Kerja Predict 4.0

Sistem cara kerja dari software Predict 4.0 ditunjukkan pada gambar 2.13 di bawah ini sebagai flowchart yang menggambarkan struktur hirarkis yang memberikan alasan cara kerja dari Predict 4.0 yaitu [15] :



Gambar 2. 13 Flowchart sistem kerja dari Predict 4.0 [15]

Berdasarkan data spesifikasi untuk parameter yang berbeda, Predict 4.0 akan menampilkan hasil sebagai berikut :

- Sistem pH untuk prediksi laju tingkat korosi yang disebut *corrosion index* (dalam satuan mpy atau mmpy).
- Rekomendasi teks dalam kolom hasil yang memberikan indikasi apakah prediksi laju tingkat korosi sesuai dengan spesifikasi yang diperbolehkan (*specified allowance*) untuk sistem.
- Grafik batang *corrosion index* yang merepresentasikan laju tingkat korosi.
- Grafik batang perilaku fasa air yang menggambarkan kondensasi jika ada.
- Perhitungan temperatur *dew point*, cairan air, dan distribusi fasa uap dan cairan.

Predict 4.0 dapat digunakan untuk data tertentu untuk berbagai parameter dan melihat pengaruh dari parameter laju tingkat korosi dalam sistem secara instan. Predict 4.0 bekerja dengan dimulai pada kumpulan nilai tertentu sesuai data yang digunakan dan menghitung laju tingkat korosi berdasarkan data yang ada untuk menampilkan hasil nilai yang diperoleh. Jenis data/hasil yang dapat dikonsultasikan meliputi 5 tahap berikut yaitu:

- Spesifikasi dari pH sesuai data

Pada permulaan, predict 4.0 dapat menentukan laju tingkat korosi hanya jika lingkungan operasi bersifat asam atau teraerasi. Jika lingkungan

operasi tidak mengandung gas asam atau terdapat sesuatu yang cukup menjaga untuk menghasilkan pH lebih dari 7, maka Predict 4.0 akan memprediksi tingkat laju korosi pada lingkungan operasi tersebut nol atau sangat rendah kecuali dibawah lingkungan yang teraerasi. Jadi, tahapan pertama dalam memasukkan data ke Predict 4.0 pada lingkungan yang mengandung gas asam (H_2S dan CO_2) adalah menentukan tekanan parsial dari kandungan bikarbonat dan acetat yang terdapat pada lingkungan.

b. Rasio temperature dan *Gas-Water*

Temperatur memiliki pengaruh yang signifikan terhadap laju tingkat korosi dimana terdapatnya presipitat sebagai produk korosi dan *scaling* dipengaruhi oleh temperatur. Laju tingkat korosi seiring dengan meningkatnya temperatur, dalam lingkungan yang dominan kandungan CO_2 , *scaling* $FeCO_3$ pada temperatur tinggi dapat menghasilkan proteksi yang signifikan terhadap korosi lainnya. Jika rasio gas terhadap minyak mengindikasikan kondisi dimana gas mendominasi (berlawanan dengan sistem dimana minyak mendominasi), Predict 4.0 menggunakan rasio air terhadap gas dan titik dew point digunakan untuk menentukan ketersediaan dari media *aqueous* untuk mengukur korosi. Jadi, bergantung pada nilai rasio gas terhadap minyak yang dimasukkan, Predict 4.0 akan memberikan spesifikasi pada parameter yang berhubungan dengan air. Jika rasio gas terhadap minyak kurang dari 5000 scf/bbl (yang mengindikasikan minyak dalam sumur), Predict 4.0 menggunakan *persistence* water cut dan minyak untuk menentukan pengaruh *wetness* (pembasahan).

c. Kandungan klorida, oksigen dan sulfur

Klorida dan sulfur dapat menghasilkan korosi yang sangat merugikan jika dalam proses pengolahan minyak dan gas terdapat kehadiran gas asam. Dalam aturannya, H_2S atau CO_2 tidak terlalu kritical dan sangat signifikan karena parameter ini dapat meningkatkan laju tingkat korosi secara signifikan dalam lingkungan korosi sedang. Kehadiran dari oksigen yang mencapai 20 ppb dalam lingkungan asam sedang dapat memicu tingkat

laju korosi yang signifikan khususnya dengan kandungan klorida yang tinggi dan tingkat laju aliran yang tinggi pada temperatur tinggi.

d. Kecepatan dan tipe aliran

Parameter aliran sangat berpengaruh dalam menentukan dan mengontrol pengaruh korosi. Korosi erosi dapat diproteksi dengan lapisan film sebagai fungsi dari kecepatan aliran. Kecepatan berpengaruh sangat signifikan terhadap transport massa pada lapisan penghalang korosi dan juga berpengaruh terhadap kemampuan sistem untuk menghasilkan *scale* yang protektif. Pemilihan inhibitor yang cocok untuk aliran vertical atau horizontal dapat meningkatkan batas aman korosi dan menentukan mitigasi korosi secara luas. Dalam beberapa kasus, inhibisi tidak dapat menyediakan proteksi korosi karena kecepatan aliran yang tinggi atau konsentrasi klorida yang tinggi.

e. Analisa sensitivitas multipoint

Ketika sedang menjalankan analisa korosifity, perlu dimengerti pengaruh dari parameter tertentu atau kumpulan parameter. Penggunaan analisa sensitifitas multipoint dapat digunakan untuk mempelajari pengaruh dari jumlah parameter pada prediksi tingkat laju korosi atau perhitungan pH. Ketika analisa tertentu dilakukan, dapat membuat pengertian untuk memeriksa pengaruh dari perubahan tingkat laju produksi dan bagaimana perubahan dapat mempengaruhi laju tingkat korosi. Dalam kasus *flowline*, analisa ini dibutuhkan untuk melihat pengaruh dari diameter pipa terhadap karakteristik aliran dan prediksi laju tingkat korosi.

f. Profil korosi

Hal ini sangat penting untuk melakukan analisa korosi sepanjang pipa dimana banyak faktor yang mempengaruhi perubahan temperatur/tekanan terjadi disepanjang pipa. Perubahan ini akan mempengaruhi beberapa parameter termasuk perilaku fasa air dimana akan mempengaruhi tingkat laju korosi. Dalam beberapa kasus, dapat memperlihatkan tingkat laju korosi yang tinggi pada beberapa titik *downstream* tertentu karena kondensasi dari air. Predict 4.0 dapat meningkatkan aturan perhitungan untuk prediksi air dari gas alam dan perhitungan *dew point* yang

memberikan prediksi akurat untuk air kondensasi serta tingkat laju korosi. Pandangan sekilas pada profil korosi menginformasikan pemakaian Predict 4.0 pada beberapa titik masalah pada sistem pipa dimana terdapat kemungkinan tinggi dari air kondensasi dan tingkat laju korosi yang tinggi.

2.4.2. Socrates 7.0

2.4.2.1. Pengertian Socrates 7.0

Socrates 7.0 merupakan software atau alat bantu yang banyak digunakan oleh industri lebih dari 10 tahun terakhir ini untuk melakukan pemilihan material terhadap fasilitas yang dimiliki terutama untuk permasalahan korosi pada lingkungan CO₂ dan H₂S [16]. Socrates 7.0 merupakan penyempurnaan dari jenis software Socrates sebelumnya dimana telah diperbaharui dengan data laboratorium dan lapangan, fitur, kegunaan dan tampilan yang baru. Sistem yang lebih canggih untuk pemilihan paduan tahan korosi melalui persyaratan lingkungan adalah fasa kedua dari program 3 fasa pada pemilihan material untuk *sour oil* dan pelayanan produksi gas. Socrates 7.0 menyediakan akses untuk penentuan pemilihan material dan desain logis dari daerah/kawasan *expert* serta menyatukan keahlian dari kumpulan berbeda dari perusahaan minyak dan gas, perusahaan manufaktur untuk fasilitas dan peralatan industry minyak dan gas, dan *supplier* material dalam pemilihan paduan tahan korosi.

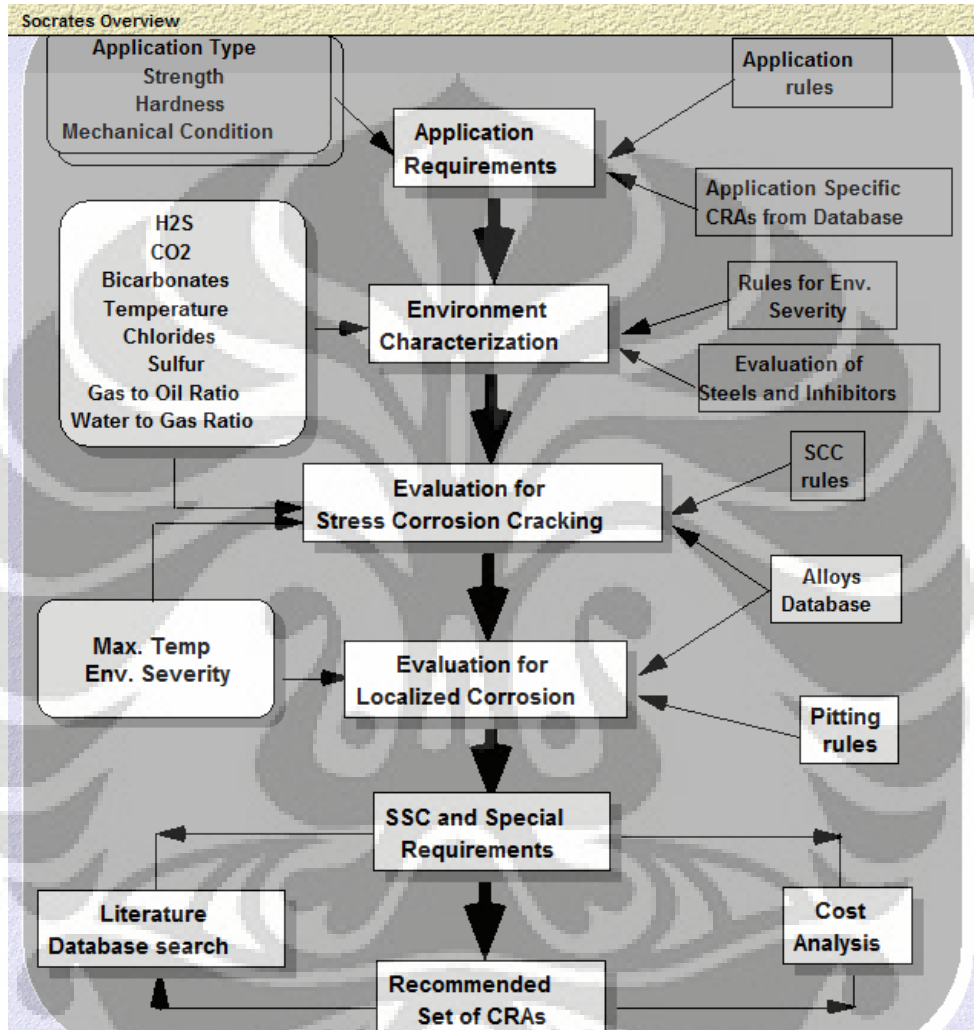
2.4.2.2. Gambaran Sistem Cara Kerja Socrates 7.0

Socrates 7.0 melakukan pemilihan paduan tahan korosi melalui evaluasi material yang terdiri dari 5 tahap yaitu [16]:

- a. Evaluasi paduan tahan korosi berdasarkan parameter kekuatan mekanis, perlakuan panas/pengerjaan dingin dan batasan kekerasan.
- b. Pemilihan material berdasarkan karakterisasi dari lingkungan yaitu pH, H₂S, klorida, sulfur, rasio gas terhadap minyak dan rasio air terhadap gas.
- c. Evaluasi paduan tahan korosi untuk ketahanan terhadap *stress corrosion cracking (SCC)*, *hydrogen embrittlement cracking (HEC)* dan *sulfide stress cracking (SSC)*.
- d. Evaluasi paduan tahan korosi untuk ketahanan terhadap korosi *pitting*

e. Pemilihan material berdasarkan keterbatasan untuk aplikasi.

Socrates 7.0 akan melakukan pemilihan material dengan pengaplikasian batasan-batasan dari perbedaan tingkat hirarki yang telah dijelaskan sebelumnya. Sistem cara kerja dari Socrates 7.0 ditunjukkan oleh flowchart pada gambar 2.14 dibawah ini :



Gambar 2. 14 Sistem cara kerja Socrates 7.0[16]

Pada level 1, kumpulan awal dari material yang dapat diaplikasikan dibutuhkan dengan menentukan aplikasi dimana paduan tahan korosi dipilih. Jika aplikasi penggunaan tidak diketahui, maka semua kelas dari material yang diketahui menjadi bagian dari pilihan material yang dapat digunakan. Kelas-kelas material tersebut meliputi kelas material :

a. *Stainless Steels* → *Conventional austenitic, high alloy austenitic, martensitic, precipitation hardened, duplex and ferritic.*

- b. *Precipitation hardened* dan *solid solution nickel-base alloys, nickel copper alloys*.
- c. *Cobalt-base, titanium dan zirconium alloys*.

Pada level 2, lingkungan dikarakterisasikan dalam kaitan dengan kerusakan yang disebabkan oleh korosi secara umum menggunakan beberapa parameter lingkungan seperti :

- a. Tekanan parsial H₂S and CO₂
- b. Kandungan Bicarbonates
- c. pH
- d. Temperatur operasi minimum dan maksimum
- e. Kandungan klorida dan sulfur
- f. Rasio air terhadap gas/*water cut* dan rasio gas terhadap oli

Parameter yang digunakan dalam evaluasi pemilihan material berdasarkan pada lingkungan operasi secara bersamaan. Index kekejaman lingkungan (*environmental severity index*), berdasarkan pada parameter lingkungan, diukur untuk menggambarkan pengaruh sinergis dari perbedaan parameter operasi yang ditemukan. Index kekejaman lingkungan ditentukan berdasarkan pada pH, kandungan klorida, dan tekanan parsial H₂S dari lingkungan. Socrates 7.0 menentukan pH berdasarkan pada tekanan parsial gas asam, kandungan bikarbonat dan temperatur.

Pada level 3, pemilihan material dievaluasi untuk kerentanan terhadap *stress corrosion cracking* (SCC). Faktor-faktor yang dievaluasi meliputi :

- a. Tekanan parsial H₂S
- b. pH
- c. Kandungan klorida
- d. Temperatur operasi maksimum
- e. Komposisi material meliputi kandungan nickel, chromium, molybdenum, tungsten dan columbium

Pada level 4, pemilihan material dievaluasi untuk kerentanan terhadap korosi *pitting*. Index *pitting* minimum yang diperlukan (*Required Minimum Pitting Index* {RMPI}) dihitung berdasarkan temperatur maksimum dan index

kekejaman lingkungan yang telah ditentukan pada level 2. Lebih lanjut, index *pitting* dihitung untuk setiap material dengan rumus berikut :

$$Pitting\ Index = Cr + 3.3Mo + 11N + 1.5(W + Cb)$$

Dimana Cr, Mo, N, W, dan Cb menggambarkan kandungan dari Chromium, Molybdenum, Nitrogen, Tungsten dan Columbium dari paduan. Semua paduan yang memiliki index pitting lebih besar atau sama dengan RMPI menjadi pilihan material yang dapat digunakan.

Pada level 5, semua paduan yang dapat diaplikasikan sesuai evaluasi dari level 4 dievaluasi kualifikasinya berdasarkan keperluan *sulfide stress cracking*. Socrates 7.0 memiliki lebih dari 115 paduan tahan korosi yang biasa digunakan dan faktor metalurgi yang disimpan dalam file database dBase. Database material pada Socrates 7.0 juga dapat dimodifikasi sesuai keperluan material yang digunakan tanpa mengubah sistem yang digunakan.

Socrates 7.0 juga menyediakan saran untuk penggunaan baja dalam lingkungan produksi yang diberikan. Socrates 7.0 mengevaluasi baja untuk ketahanan terhadap SCC dan rekomendasi kelayakan dari baja atau baja yang diinhibisi untuk alternative penggunaan paduan tahan korosi. Socrates 7.0 juga menyediakan perbandingan biaya untuk perbandingan penggunaan baja, baja yang diinhibisi atau paduan tahan korosi menggunakan modul analisa biaya dan database biaya material.

BAB 3

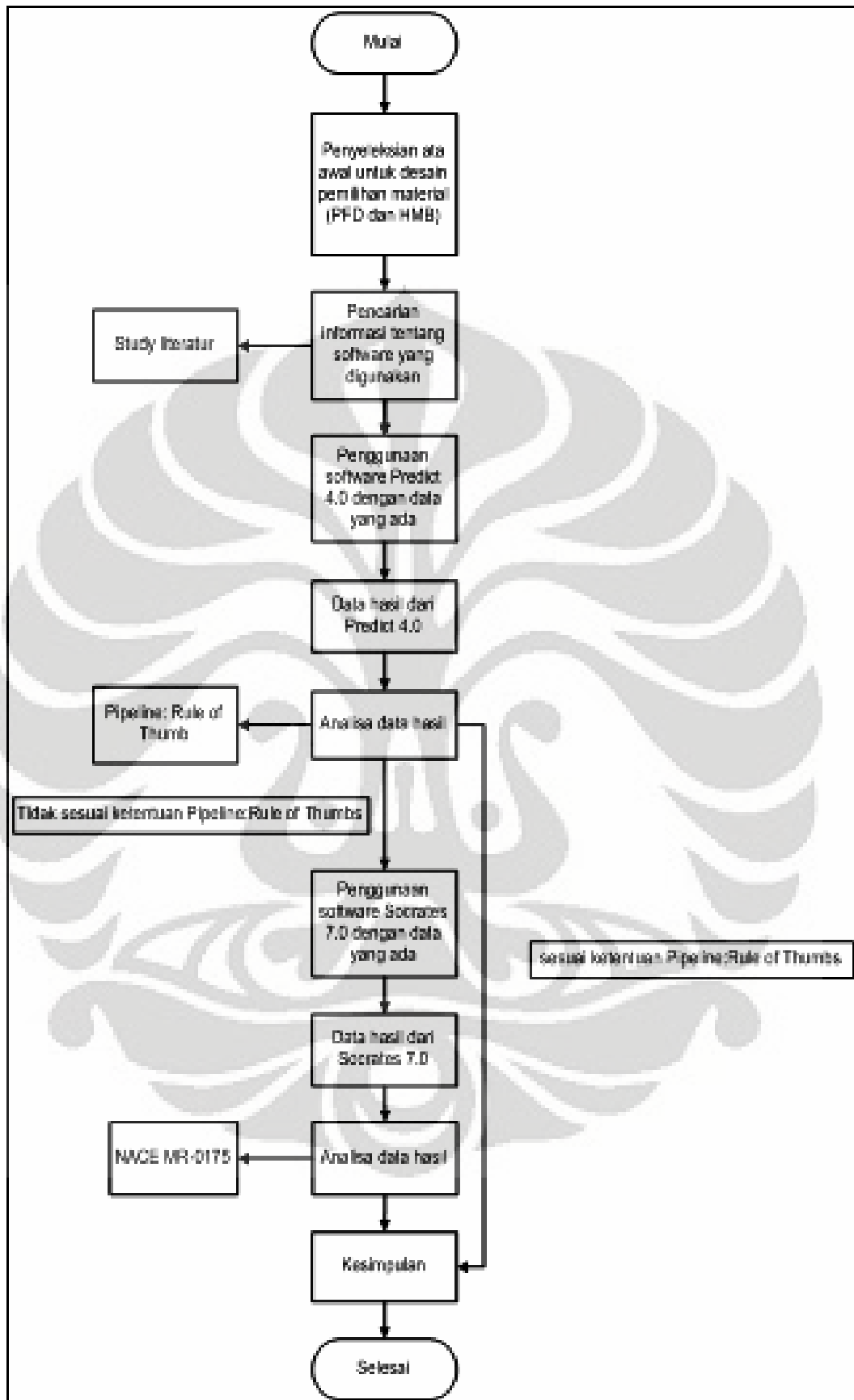
METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Untuk membuat desain pemilihan material untuk fasilitas dan jalur pipa di *Central Processing Plant* ini, dilakukan dengan menggunakan *software* Predict 4.0 untuk mengevaluasi korosi yang terjadi seperti perkiraan dan prediksi mengenai tingkat laju korosi pada baja karbon yang terekspos dalam lingkungan korosif [14] dan *software* Socrates 7.0 untuk mengetahui jenis pilihan material untuk aplikasi di perusahaan minyak dan gas [17]. Penggunaan *software* ini digunakan untuk membantu dan mempermudah dalam pemilihan material, walaupun setelah didapatkan hasil untuk pilihan material harus dilakukan analisa kesesuaiannya dengan literatur yang ada, dalam hal ini menggunakan *Handbook Pipeline: Rule of Thumbs* [18] dan NACE MR-0175.

Hal yang pertama dilakukan dalam pelaksanaan penelitian mengenai pemilihan material ini adalah pengumpulan data-data utama maupun pendukung mengenai fasilitas dan jalur pipa pada *Central Processing Plant*. Dari data-data yang diperoleh ini kemudian diolah terlebih dahulu di *microsoft office excel*. Setelah itu, dilakukan pemilihan terhadap *software* yang sesuai untuk pengolahan data dan dipilih Predict 4.0 dan Socrates 7.0. Data-data yang sudah diperoleh sebelumnya dimasukkan ke *software* yang telah dipilih sebelumnya yaitu Predict 4.0 dan Socrates 7.0. Setelah data-data tersebut dijalankan dengan *software*, diperoleh hasil berupa pilihan material yang sesuai dengan kondisi lingkungan (*applicable*).

Hasil yang diperoleh dari *software* yang digunakan biasanya memberikan banyak pilihan material yang akan digunakan. Untuk itu, perlu dilakukan analisa hasil pemilihan material menggunakan literatur supaya diperoleh pilihan material yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan ekonomis. Gambar 3.1 dibawah ini memberikan gambaran metodologi penelitian yang dilakukan terhadap penelitian ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Software yang digunakan

1. Predict 4.0
Telah dijelaskan pada BAB 2 Tinjauan Pustaka
2. Socrates 7.0
Telah dijelaskan pada BAB 2 Tinjauan Pustaka

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Penyeleksian Data Awal yang Akan Digunakan

Data awal yang digunakan merupakan data dari :

1. *Process Flow Diagram (PFD)* dari *Wellheads, Production* dan *Test Manifold* untuk fasilitas dan jalur pipa dari *Central Processing Plant* dengan nomor gambar :

- a. DN ARS-R-PF-38-001
- b. DN ARS-R-PF-39-001
- c. DN ARS-R-PF-36-001
- d. DN ARS-R-PF-37-001
- e. DN ARS-R-PF-37-002
- f. DN ARS-R-PF-20-001
- g. DN ARS-R-PF-31-001
- h. DN ARS-R-PF-32-001
- i. DN ARS-R-PF-35-001
- j. DN ARS-R-PF-35-001
- k. DN ARS-R-PF-35-002
- l. DN ARS-R-PF-35-003
- m. DN ARS-R-PF-35-004
- n. DN ARS-R-PF-35-005

Dari PFD tersebut diperoleh data mengenai nomor *stream* yang merupakan gambaran dari *flowline* atau *fasilitas* yang digunakan pada proses pengolahan minyak dan gas bumi. Pemilihan material didasarkan pada nomor *stream* yang masuk dan keluar dari fasilitas yang terdapat pada PFD yang tersedia, setelah itu dicocokkan pada HMB.

2. *Heat Material Balance (HMB)* merupakan suatu tabel yang berisi :

- a. data-data mengenai kandungan komposisi dari minyak dan gas bumi yang melewati fasilitas dan jalur pipa pada proses produksi minyak dan gas bumi.

Dari data ini, diambil data mengenai komposisi gas-gas yang berpotensi menghasilkan korosi seperti CO_2 , H_2S , acetate, Cl^- , O_2 , HNO_3 , SO_4 , dll untuk dimasukkan ke software.

- b. *vapour fraction*, temperatur, tekanan, laju aliran standar, berat molekul, massa jenis, berat aliran, kapasitas panas, dll dari campuran minyak dan gas bumi yang melewati fasilitas dan jalur pipa pada proses produksi minyak dan gas bumi.

Dari data ini, diambil data mengenai temperatur (F) dan tekanan (psia) untuk dimasukkan ke software.

- c. Berat aliran, besar aliran gas standar, besar aliran gas actual, berat molekul, berat densitas, berat kapasitas panas dan viskositas dari uap (*vapour*) yang melewati fasilitas dan jalur pipa pada proses produksi minyak dan gas bumi

Dari data ini, diambil data mengenai besar aliran gas standar (MMSCFD) untuk dimasukkan ke software.

- d. Berat aliran, volume *liquid* standar, volume *liquid* actual, berat molekul, berat densitas, berat kapasitas panas dan viskositas dari minyak (*HC liquid*) yang melewati fasilitas dan jalur pipa pada proses produksi minyak dan gas bumi.

Dari data ini, diambil data mengenai volume *liquid* standar (bpd) untuk dimasukkan ke software.

- e. Berat aliran, volume *liquid* standar, volume *liquid* actual, berat molekul, berat densitas, berat kapasitas panas dan viskositas dari air (*aqueous*) yang melewati fasilitas dan jalur pipa pada proses produksi minyak dan gas bumi

Dari data ini, diambil data mengenai volume *liquid* standar (bpd) untuk dimasukkan ke software.

Dari data tersebut, dapat dihitung tekanan parsial dari CO_2 dan H_2S dengan cara :

$$p\text{CO}_2 = (\text{komposisi CO}_2 \times \text{tekanan total})/100$$

$$p\text{H}_2\text{S} = (\text{komposisi H}_2\text{S} \times \text{tekanan total})/100$$

Sumur minyak dan gas ini merupakan jenis sumur 3 fasa yaitu sumur yang mengeluarkan minyak, gas, dan air dalam satu sumur. Sehingga data yang terdapat pada HMB meliputi minyak (*liquid*), gas (*vapour*) dan air (*aqueous*).

3.3.2. Pencarian Informasi Tentang Software yang Akan Digunakan

Penggunaan software untuk menunjang kegiatan di dunia industri saat ini cukup banyak ragam dan fungsinya. Untuk software mengenai permasalahan korosi, banyak pihak ketiga yang membuat software untuk permasalahan korosi diantaranya *InterCorr International, Inc.* Software yang dibuat oleh pihak ketiga ini merupakan software yang dapat diunduh secara gratis tetapi dalam bentuk *trial (locked)* selama 7 hari sehingga untuk mendapatkan software yang sudah *unlocked* diharuskan untuk membeli software tersebut. Perbedaannya hanya pada lama penggunaan dari software tersebut.

Setelah dilakukan study literatur dan pencarian terhadap software yang sesuai, dipilih software Predict 4.0 untuk mengevaluasi korosi yang terjadi seperti perkiraan dan prediksi mengenai tingkat laju korosi pada baja karbon yang terekspos dalam lingkungan korosif dan software Socrates 7.0 untuk mengetahui jenis pilihan material untuk aplikasi di perusahaan minyak dan gas yang lebih cenderung berada di lingkungan yang memiliki kandungan H₂S cukup tinggi. Software ini dipilih karena lebih cocok menggambarkan tingkat laju korosi dan pemilihan material pada lingkungan yang kandungan CO₂ dan H₂S cukup tinggi serta *user-friendly* dimana banyak orang yang menggunakan software ini.

3.3.3. Pemilihan dan Penggunaan Software Predict 4.0

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian 3.3.2, pemilihan software Predict 4.0 digunakan untuk mengevaluasi tingkat laju korosi pada baja karbon yang terekspos pada lingkungan korosif. Sehingga hasil yang diperoleh dari Predict 4.0 ini dapat memberikan gambaran apakah material baja karbon dapat digunakan untuk aplikasi *flowline* dan fasilitas *Central Processing Plant* atau tidak. Jika kehadiran unsur-unsur pengkorosif, temperature, dan tekanan cukup banyak dan

tinggi, maka dihasilkan tingkat laju korosi yang sangat tinggi dimana baja karbon tidak dapat diaplikasikan. Penggunaan baja karbon dapat digunakan atau tidak mengacu pada *Handbook: Pipeline rule of Thumbs*.

Penggunaan Software Predict 4.0 ini memerlukan data-data yang dapat diperoleh dari PVD dan HMB. Data-data yang diperlukan untuk dimasukkan ke software Predict 4.0 yaitu:

- a. Komposisi CO₂ (% mole)
- b. Komposisi H₂S (% mole)
- c. Kandungan anion yang terdapat dalam minyak dan gas bumi seperti klorida (Cl), Asetat (CH₃COO), Bicarbonat (HCO₃), Carbonate (CO₃), Format (HCOO), Sulfat (SO₄), Sulfida (S), Hidroksida (OH) dalam satuan ppm
- d. Kandungan kation dalam minyak dan gas bumi seperti Natrium (Na), Kalsium (Ca), Besi (Fe), Magnesium (Mg), Kalium (K), Barium (Ba) dalam satuan ppm
- e. Jenis aliran (*horizontal/vertical*)
- f. Jenis oli (*highly persistent/mildly persistent/not persistent*)
- g. Metode inhibitor (*no treatment/pigging/continuous inhibition*)
- h. Efisiensi inhibitor (*excellent/good/superior/fair/poor/none*)
- i. pH
- j. Waktu pakai (tahun)
- k. Fraksi Uap/Gas
- l. Temperatur (F)
- m. Tekanan total (psia)
- n. Laju alir gas standar (MMSCFD)
- o. volume *aqueous* actual (bpd)
- p. volume *liquid* actual (bpd)
- q. tubing id (in)

Dari data tersebut, kemudian dihitung tekanan parsial dari CO₂ dan H₂S dengan cara :

$$p\text{CO}_2 = (\text{komposisi CO}_2 \times \text{tekanan total})/100$$

$$p\text{H}_2\text{S} = (\text{komposisi H}_2\text{S} \times \text{tekanan total})/100$$

Setelah data-data diatas diperoleh, data-data tersebut dimasukkan kedalam software Predict 4.0 dengan tahapan sebagai berikut:

1. Memasukkan data temperatur, tekanan, waktu pakai, jenis aliran, jenis oli, metode inhibitor, efisiensi inhibitor, pH, dan *allowance*.

The screenshot shows the Predict 4.0 software interface. The main window is titled "101 - Predict" and contains a menu bar (File, Edit, View, Analysis, Help) and a toolbar with icons for New, Open, Save, Excel, Word, English, Metric, MPS, Data, Convert, Flow, Profile, and Cost. The input fields are organized as follows:

- Temperature: 216 °F
- Pressure: 995.7 psia
- Fluid Velocity: 0 ft/s
- Gas to Oil: 0 scf/bbl
- Water to Gas: 0.001 bb/MMscf
- Water Cut: 0.001 percent
- Type of Flow: Horizontal Vertical
- Oil Type: Not Persistent
- H₂S: 0 psia
- CO₂: 0 psia
- Ionic Strength: 0 M
- Sulfur:
- Acetate: 0 ppm
- HCO₃: 0 ppm
- Cl⁻: 0 ppm
- Oxygen: 0 ppb
- Service Life: 20 yrs
- Allowance: 0 mils
- Measured pH: 7
- Method of Inhibition: No Treatment
- Inhibition Efficiency: None (<25%)
- Use Measured pH:
- Glycol Injection:

Results section:

The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

System Water: [Empty field]

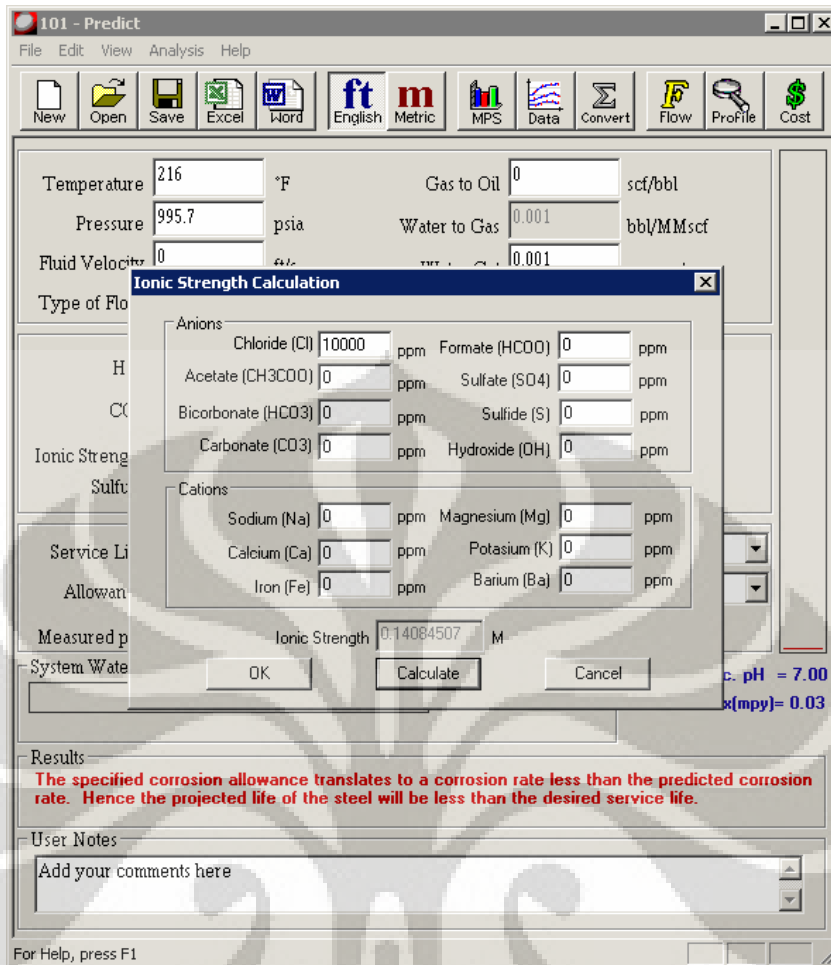
Calc. pH = 7.00
Cor.Index[mpy]= 0.03

User Notes: Add your comments here

For Help, press F1

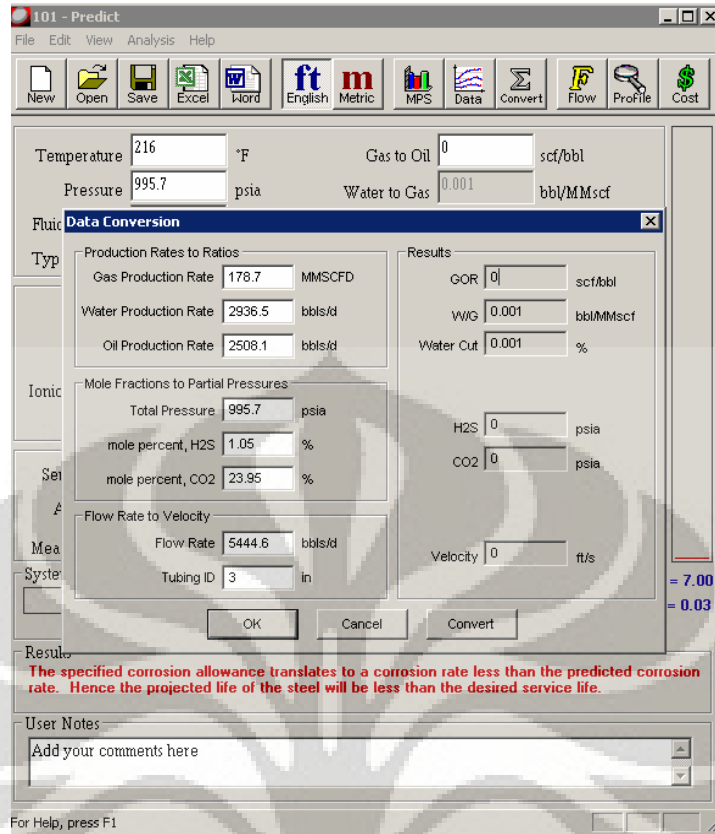
Gambar 3. 2 Contoh tahapan 1 penggunaan software Predict 4.0

2. Hitung *ionic strength* dengan memasukkan kandungan anion yang terdapat dalam minyak dan gas bumi seperti klorida (Cl), Asetat (CH₃COO), Bicarbonat (HCO₃), Carbonate (CO₃), Format (HCOO), Sulfat (SO₄), Sulfida (S), Hidroksida (OH) dalam satuan ppm dan memasukkan kandungan kation dalam minyak dan gas bumi seperti Natrium (Na), Kalsium (Ca), Besi (Fe), Magnesium (Mg), Kalium (K), Barium (Ba) dalam satuan ppm. Setelah itu, tekan calculate lalu tekan ok



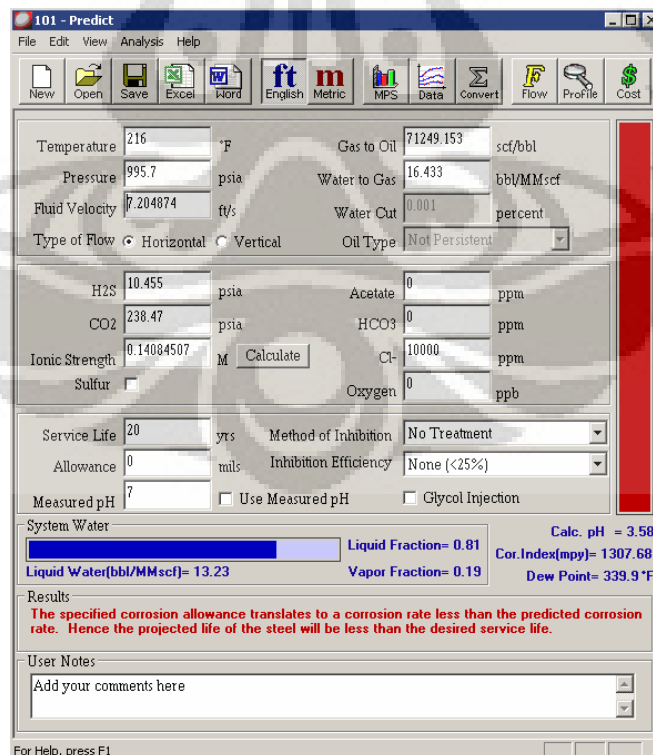
Gambar 3.3 Contoh tahapan 2 penggunaan software Predict 4.0

3. Tekan *convert* untuk memasukkan *data conversion* meliputi data laju alir gas standar, volume *aqueous* actual, volume *liquid* actual, tekanan total, komposisi CO₂, komposisi H₂S dan *tubing id*. Setelah itu, tekan *convert* lalu tekan ok



Gambar 3. 4 Contoh tahapan 3 penggunaan software Predict 4.0

4. Diperoleh hasil dari perhitungan menggunakan Predict 4.0



Gambar 3. 5 Contoh tahapan 4 penggunaan software Predict 4.0

3.3.4. Pemilihan dan Penggunaan Software Socrates 7.0

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian 3.3.2, pemilihan software Socrates 7.0 untuk mengetahui jenis pilihan material untuk aplikasi di perusahaan minyak dan gas yang lebih cenderung berada di lingkungan yang memiliki kandungan H₂S cukup tinggi. Sehingga hasil yang diperoleh dari software Socrates 7.0 merupakan gambaran pilihan material yang cocok untuk diaplikasikan pada lingkungan dengan kandungan H₂S cukup tinggi. Hasil yang diperoleh dari *Software Socrates 7.0* ini kemudian disesuaikan dengan literatur untuk aplikasi pada lingkungan H₂S yaitu Standar NACE MR-0175. Pada penelitian ini, penggunaan software Socrates 7.0 digunakan jika material yang telah dimasukkan data-datanya pada software Predict 4.0 tidak memenuhi ketentuan dari standar *Pipeline:Rule of Thumbs*.

Penggunaan Software Socrates 7.0 ini memerlukan data-data yang dapat diperoleh dari PVD dan HMB. Data-data yang diperlukan untuk dimasukkan ke software Socrates 7.0 yaitu:

- a. Aplikasi penggunaan (*flowline/liners/tubing/wellheads/subsurface equipment/specialty equipment*)
- b. Kekerasan material (HRC)
- c. *Yield strength* (ksi)
- d. Kondisi mekanis (*cast/wrought, quenched, and tempered/cold worked/wrought and annealed/wrought and aged/cold worked and aged*)
- e. Kondisi Pengelasan
- f. Temperatur Operasi
- g. Aeration/Sulfur
- h. pH
- i. Kandungan anion yang terdapat dalam minyak dan gas bumi seperti klorida (Cl), Asetat (CH₃COO), Bicarbonat (HCO₃), Carbonate (CO₃), Format (HCOO), Sulfat (SO₄), Sulfida (S), Hidroksida (OH) dalam satuan ppm

- j. Kandungan kation dalam minyak dan gas bumi seperti Natrium (Na), Kalsium (Ca), Besi (Fe), Magnesium (Mg), Kalium (K), Barium (Ba) dalam satuan ppm
- k. Laju alir gas standar (MMSCFD)
- l. volume *aqueous* actual (bpd)
- m. volume *liquid* actual (bpd)
- n. Tekanan total (psia)
- o. Komposisi CO₂ (% mole)
- p. Komposisi H₂S (% mole)
- q. tubing id (in)

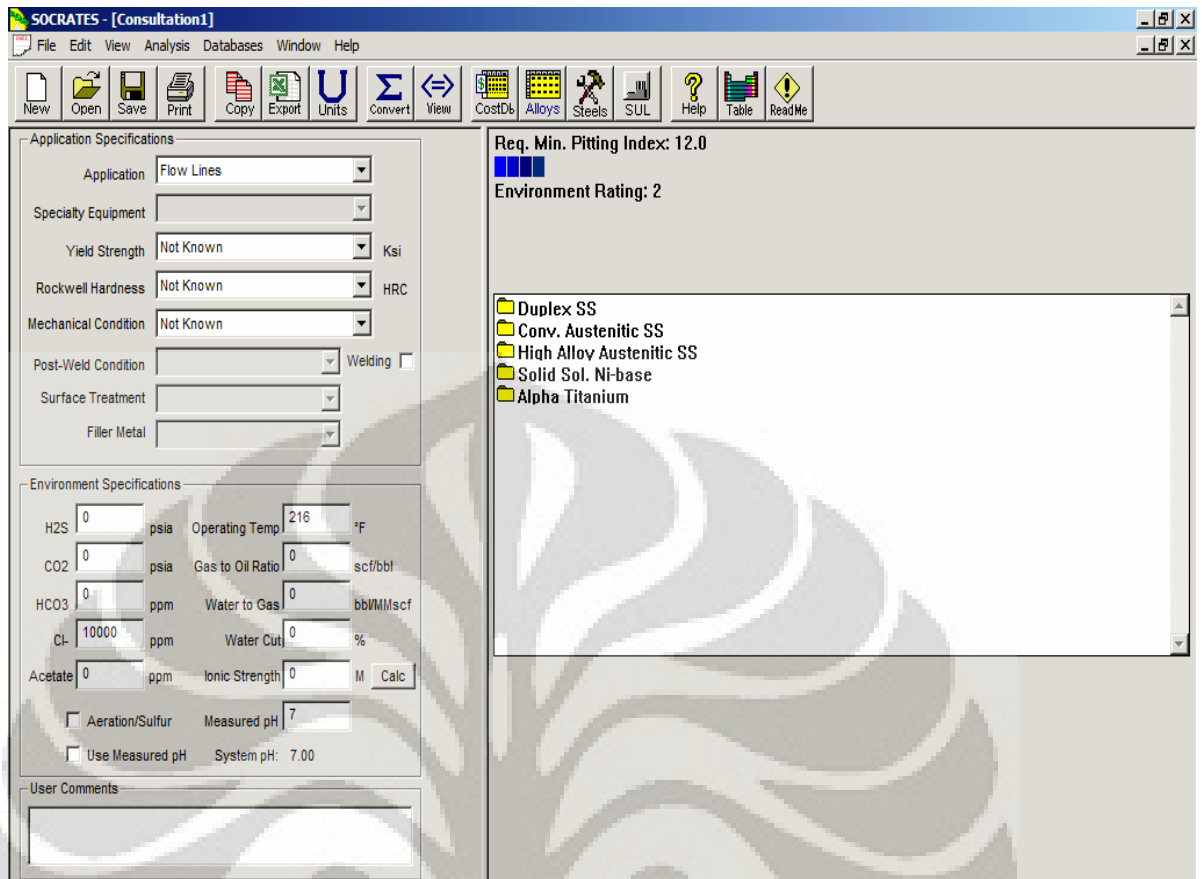
Dari data tersebut, kemudian dihitung tekanan parsial dari CO₂ dan H₂S dengan cara :

$$p_{\text{CO}_2} = (\text{komposisi CO}_2 \times \text{tekanan total})/100$$

$$p_{\text{H}_2\text{S}} = (\text{komposisi H}_2\text{S} \times \text{tekanan total})/100$$

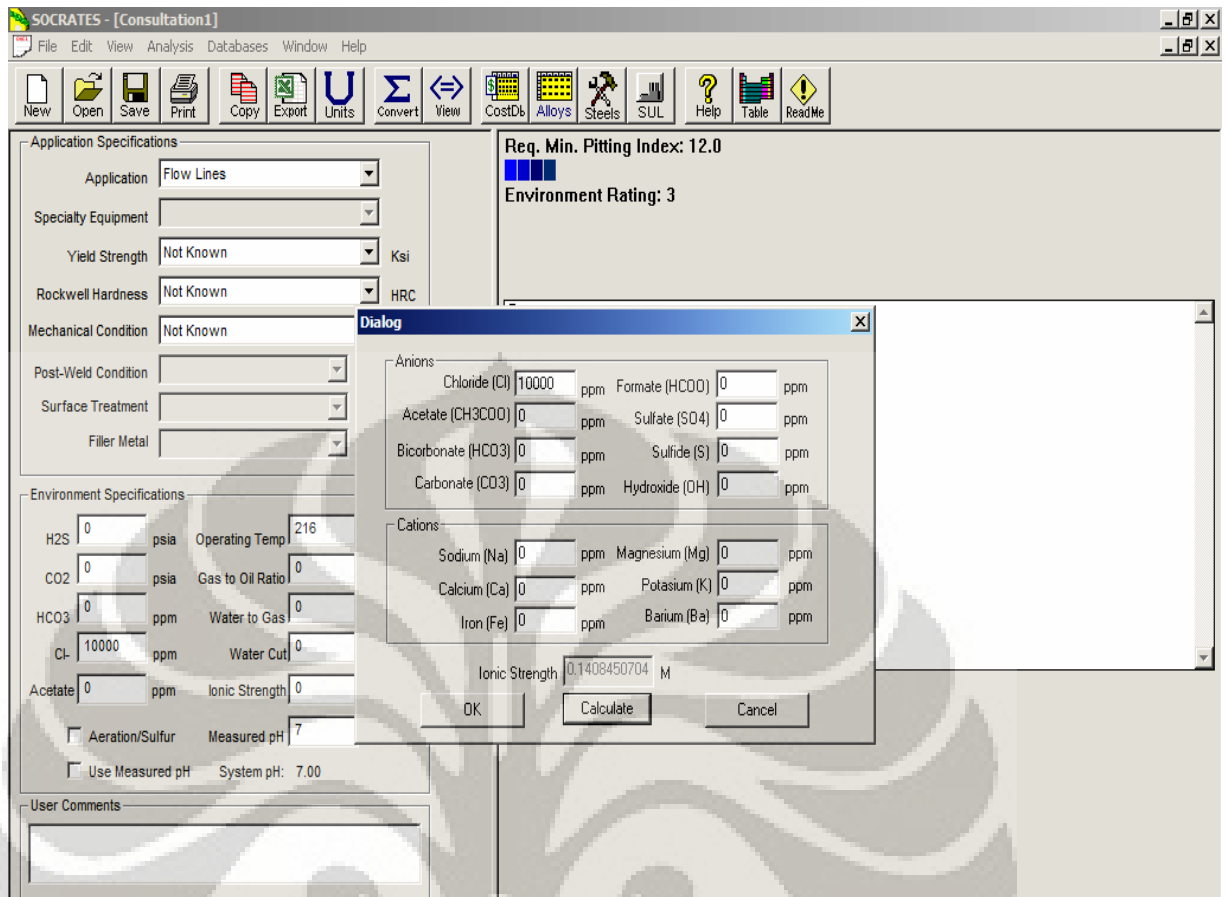
Setelah data-data diatas diperoleh, data-data tersebut dimasukkan kedalam software Socrates 7.0 dengan tahapan sebagai berikut :

1. Memasukkan data aplikasi penggunaan, besar *yield strength*, kekerasan, kondisi mekanis, kondisi pengelasan (jika dilakukan pengelasan), temperatur operasi, kadar Cl⁻, dan pH.



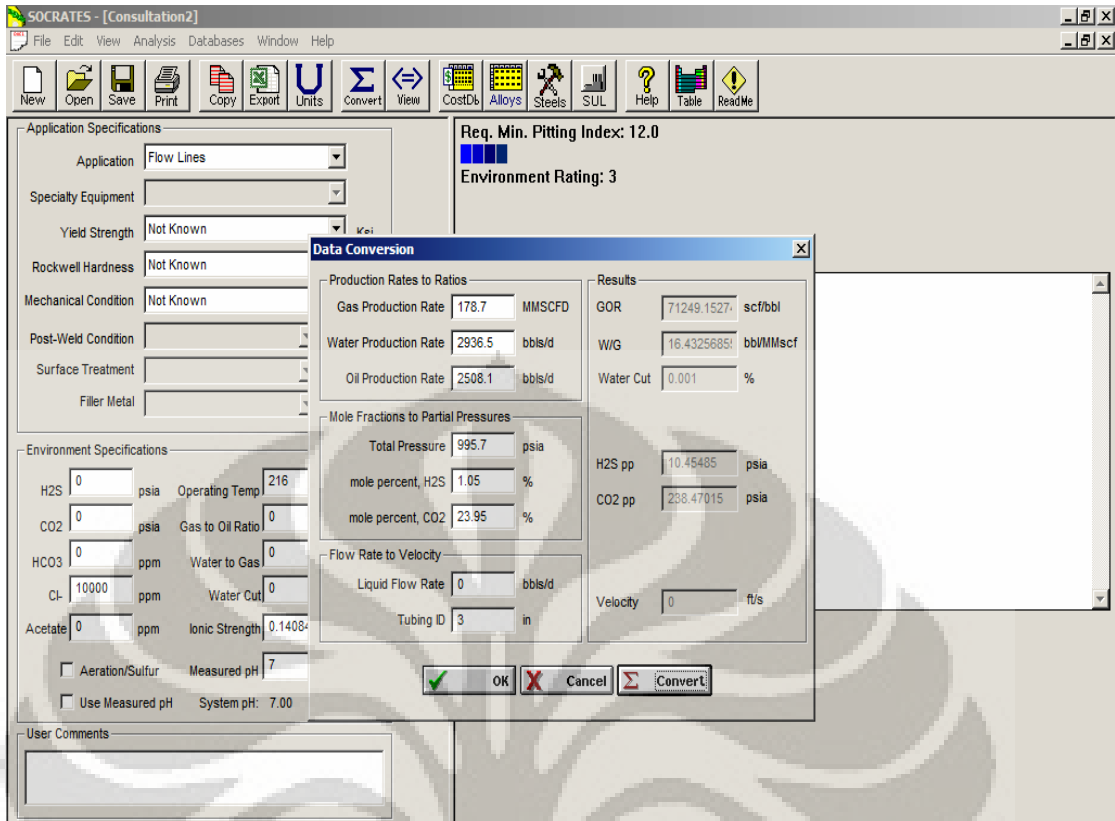
Gambar 3. 6 Contoh tahapan 1 penggunaan software Socrates 7.0

2. Menghitung *ionic strength* dengan memasukkan kandungan anion yang terdapat dalam minyak dan gas bumi seperti klorida (Cl), Asetat (CH_3COO), Bicarbonat (HCO_3), Carbonate (CO_3), Format (HCOO), Sulfat (SO_4), Sulfida (S), Hidroksida (OH) dalam satuan ppm dan memasukkan kandungan kation dalam minyak dan gas bumi seperti Natrium (Na), Kalsium (Ca), Besi (Fe), Magnesium (Mg), Kalium (K), Barium (Ba) dalam satuan ppm. Setelah itu, tekan calculate lalu tekan ok



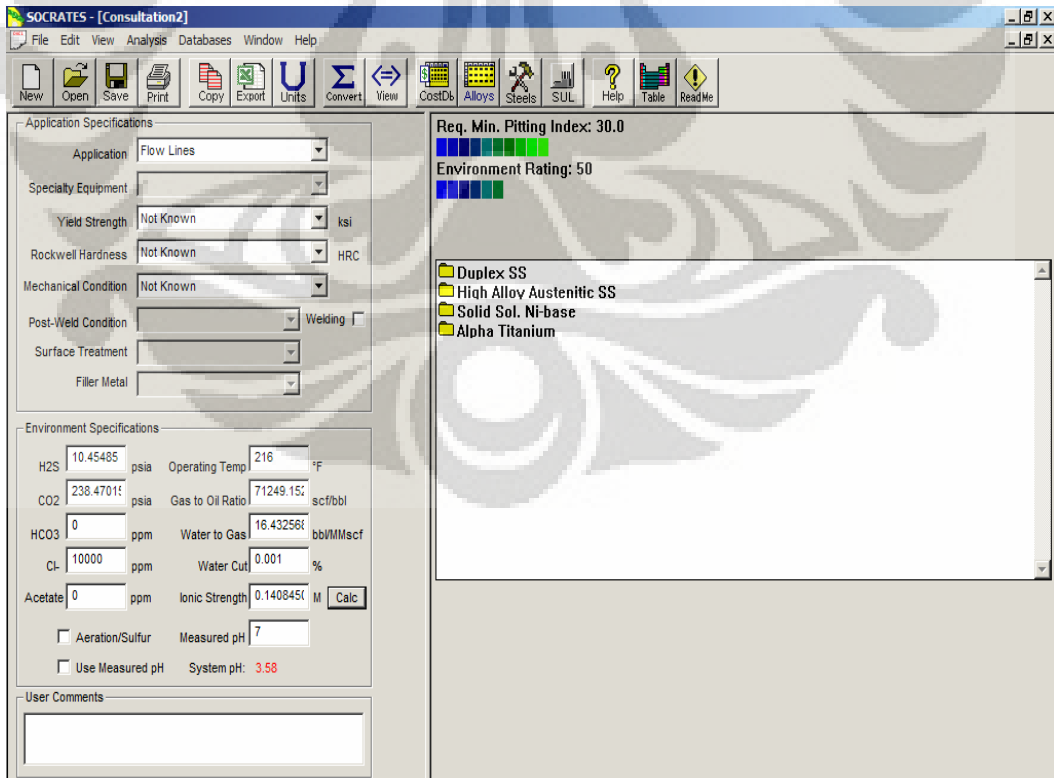
Gambar 3. 7 Contoh tahapan 2 penggunaan software Socrates 7.0

3. Tekan *convert* untuk memasukkan *data conversion* meliputi data laju alir gas standar, volume *aqueous* actual, volume *liquid* actual, tekanan total, komposisi CO₂, komposisi H₂S dan *tubing id*. Setelah itu, tekan *convert* lalu tekan ok



Gambar 3. 8 Contoh tahapan 3 penggunaan software Socrates 7.0

4. Diperoleh hasil dari perhitungan menggunakan Socrates 7.0



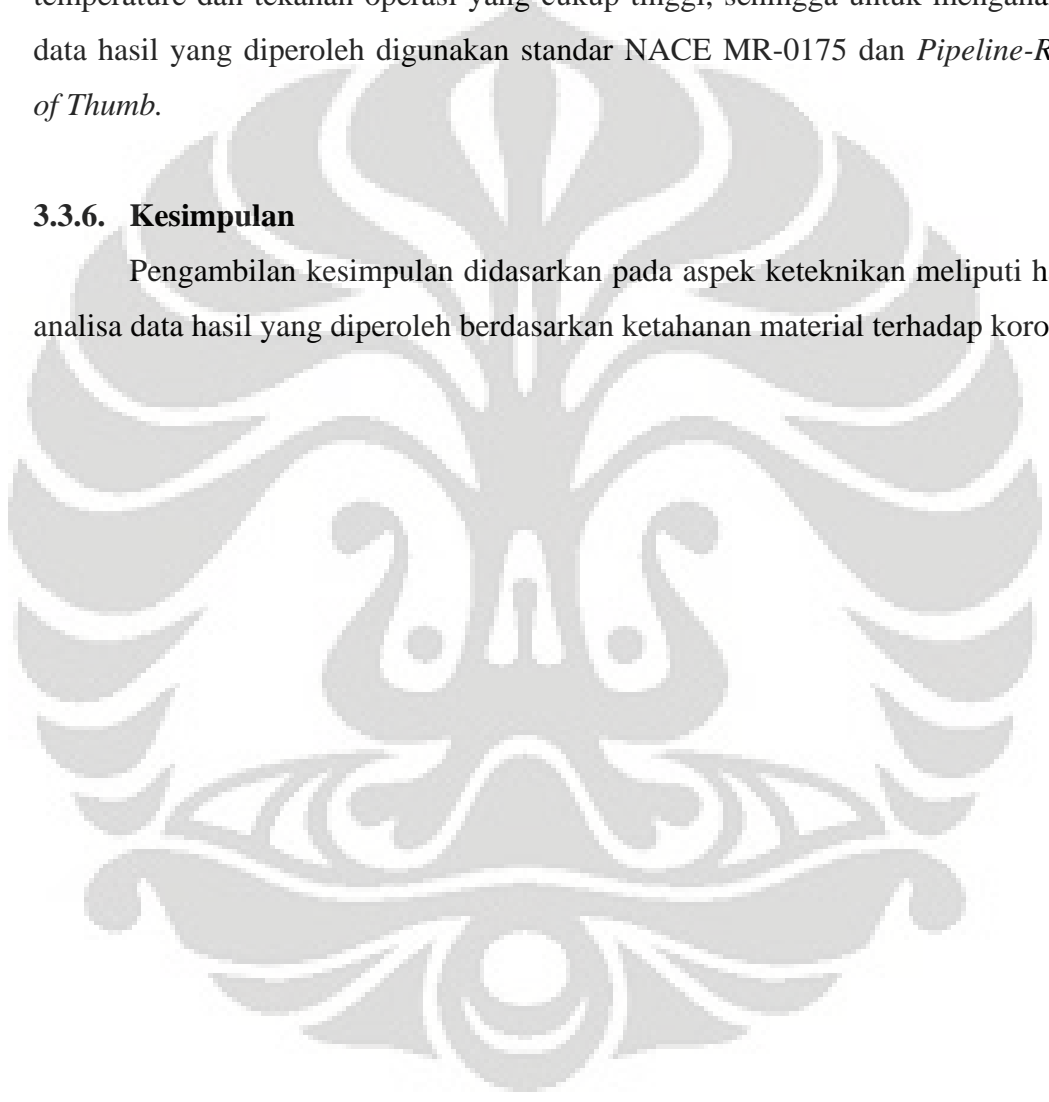
Gambar 3. 9 Contoh tahapan 4 penggunaan software Socrates 7.0

3.3.5. Analisa Data Hasil

Setelah dilakukan simulasi penghitungan tingkat laju korosi dengan *software* Predict 4.0 dan pemilihan material dengan *software* Socrates 7.0, diperoleh hasil berupa beberapa pilihan material yang cocok untuk diaplikasikan pada kondisi yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini, korosi yang terjadi lebih disebabkan karena pengaruh CO₂ dan H₂S yang kandungannya cukup tinggi serta temperature dan tekanan operasi yang cukup tinggi, sehingga untuk menganalisa data hasil yang diperoleh digunakan standar NACE MR-0175 dan *Pipeline-Rule of Thumb*.

3.3.6. Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan didasarkan pada aspek keteknikan meliputi hasil analisa data hasil yang diperoleh berdasarkan ketahanan material terhadap korosi.



BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. FAKTOR-FAKTOR PEMILIHAN MATERIAL

Dari data-data umum yang diperoleh dari *design basis* untuk *Central Processing Plant* diketahui bahwa kandungan fluida yang keluar dari sumur A pada umumnya mengandung CO₂ sekitar 27.5 mole % dan H₂S sekitar 1.2 mole %[19]. Dengan kandungan CO₂ dan H₂S tersebut maka pemilihan material untuk *flowline*, *piping* dan fasilitas dirancang berada pada kondisi *sour system*. Untuk kondisi *sour system*, digunakan STANDAR NACE MR-0175 “*Petroleum and natural gas industries-Materials for use in H₂S containing environments in oil and gas production*” untuk pemilihan material[3].

Proses pemilihan material untuk *Central Processing plant* ini dipengaruhi oleh factor-faktor berikut :

1. Laju tingkat korosi

Hasil keluaran dari Predict 4.0 merupakan gambaran mengenai tingkat laju korosi pada material berbasis baja karbon. Dari hasil keluaran tersebut, laju tingkat korosi diukur dalam satuan mpy atau mmpy yang selanjutnya dikonversi ke mm/ masa waktu pakai dimana untuk desain waktu pakai untuk fasilitas pada *Central Processing plant* ini selama 20 tahun sehingga laju tingkat korosi di konversi dengan cara mmpy dibagi masa waktu pakai dan diperoleh hasil ketebalan korosi pada fasilitas selama 20 tahun sebesar mm/20 year.

Dari data hasil mengenai laju tingkat korosi tersebut dapat dipilih material baja karbon dengan *corrosion allowance* 3 cm untuk laju tingkat korosi dari hasil Predict 4.0 dibawah 3 mm/20 year atau 6 cm untuk laju tingkat korosi dibawah 6 mm/20 year sesuai dengan ketentuan dari *Handbook Pipe Line Rule of Thumbs*[18]. Jika dari laju tingkat korosi pada Predict 4.0 sudah memenuhi ketentuan *Handbook Pipe Line Rule of Thumbs* maka tidak diperlukan lagi pemilihan material dengan menggunakan *software* Socrates 7.0. Karena Socrates 7.0 digunakan untuk melakukan pemilihan

material paduan tahan korosi dimulai dari *Stainless Steel* hingga paduan titanium.

2. Tekanan parsial H₂S

Pada lingkungan *sour system*, keberadaan H₂S lebih mendominasi pengaruh yang dihasilkan dibanding keberadaan CO₂ walaupun jumlah CO₂ lebih banyak daripada H₂S. Sesuai STANDAR NACE MR-0175 “*Petroleum and natural gas industries-Materials for use in H₂S containing environments in oil and gas production*”[3], jika tekanan parsial H₂S diatas 0.05 psi dan tekanan total diatas 60 psi maka untuk keperluan fabrikasi dan konstruksi material yang dipilih harus mengikuti ketentuan dari NACE MR-0175 tersebut.

Setelah faktor laju tingkat korosi tidak memenuhi ketentuan *Handbook Pipe Line Rule of Thumbs*[18], maka digunakan *software* Socrates 7.0 untuk pemilihan material paduan tahan korosi. Untuk material yang digunakan pada *flowline* atau *piping*, Socrates 7.0 memberikan pilihan mulai dari *Conventional austenitic SS* hingga paduan Titanium[17]. Penggunaan Socrates 7.0 dipilih karena Socrates 7.0 merupakan *software* yang berbasis pada NACE-MR0175 dan cocok digunakan untuk lingkungan yang memiliki kandungan H₂S.

3. Temperatur

Faktor temperatur mempengaruhi jenis pemilihan material untuk SS pada penelitian ini. Untuk tingkat laju korosi diatas 6 mm/20 tahun, tekanan parsial H₂S diatas 0.05 psi dan tekanan total diatas 60 psi tetapi temperatur pada *flowline/piping* dan fasilitas dibawah 65 °C maka dapat digunakan *Conventional austenitic SS* karena pada temperatur diatas 65 °C (150 F), *Sulfide Stress Cracking (SSC)* dan *Hydrogen Embrittlement* lebih mudah terjadi pada material SS dalam lingkungan H₂S. Sedangkan untuk temperatur pada *flowline/piping* dan fasilitas diatas 65 °C harus menggunakan minimal *Duplex SS*.

Untuk batasan pemilihan material pada material yang digunakan dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Baja Karbon

Berdasarkan *Handbook Pipeline Rule of Thumbs*, Baja karbon dapat diaplikasikan jika tingkat laju korosi dari hasil perhitungan Predict 4.0 < 6 mm/20 tahun.

2. Austenitik SS

Menurut *STANDAR NACE MR-0175*, penggunaan *Austenitik SS* untuk *flowline/piping* dan peralatan jika temperatur operasi maksimum 60-65 °C dan tekanan parsial H₂S dibawah 15 psi.

3. Duplex SS

Menurut *STANDAR NACE MR-0175*, penggunaan *Duplex SS* untuk *flowline/piping* dan peralatan jika temperatur operasi maksimum 232 °C dan tekanan parsial H₂S dibawah 1.5 psi (untuk *Super Duplex SS*, tekanan parsial H₂S maksimum sebesar 3 psi)

4. High Alloy Austenitik SS

Menurut *STANDAR NACE MR-0175*, penggunaan *High Alloy Austenitik SS* untuk *flowline/piping* dan peralatan temperatur operasi maksimum 121 °C, kandungan klorida maksimum 5000 mg/l dan tekanan parsial H₂S dibawah 100 psi.

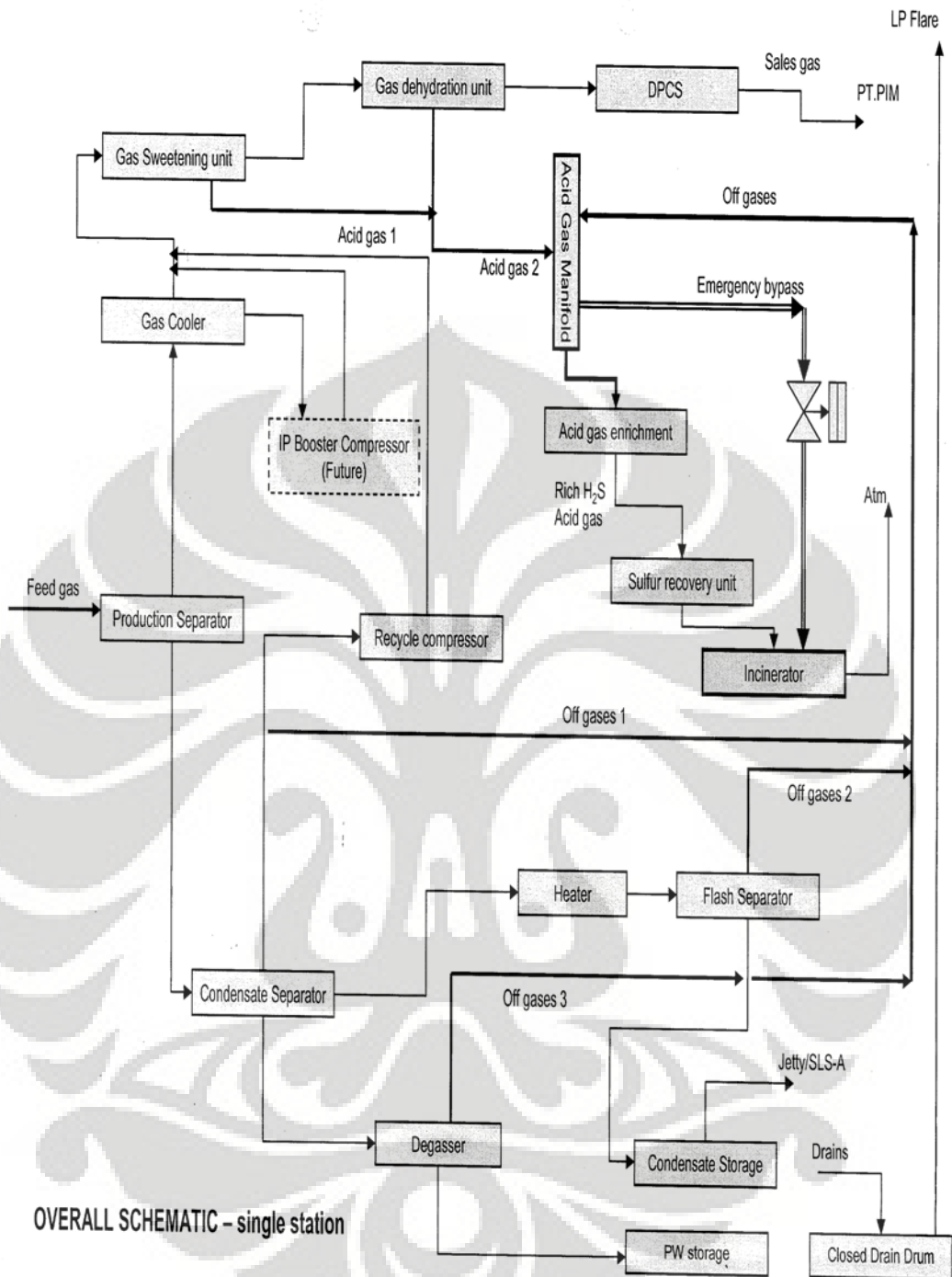
5. Paduan Ni

Menurut *STANDAR NACE MR-0175*, penggunaan paduan Nikel untuk *flowline/piping* dan peralatan jika temperatur operasi maksimum 232 °C dan tekanan parsial H₂S dibawah 30 psi.

4.2. HASIL SIMULASI DARI SOFTWARE PREDICT 4.0 DAN SOCRATES

7.0

Secara umum, gambaran proses pengolahan minyak dan gas pada *Central Processing Plant* dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini:

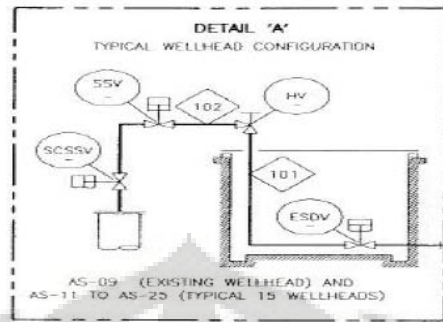


Gambar 4. 1 Gambaran skematis untuk proses pengolahan minyak dan gas pada fasilitas pada *Central Processing Plant*[19]

4.2.1. Wellhead

Wellhead memiliki dua fungsi penting, yaitu sebagai penyangga casing string dan sebagai tempat terpasangnya alat pengontrol aliran. *Wellhead* dipasang pada setiap akhir dari casing dan tubing string di permukaan sumur. Di dalam

kelompok *wellhead*, termasuk pula *casing head*, *casing head spool*, *tubing head spool*, dan *christmas tree*[20].



Gambar 4. 2 Gambar PFD dari *Wellhead* [21]

Pada *Wellhead* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 101 dan 102 yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-20-001, yang merupakan *flowline* keluaran dari sumur minyak dan gas. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 1 Data *Wellhead* hasil Predict 4.0

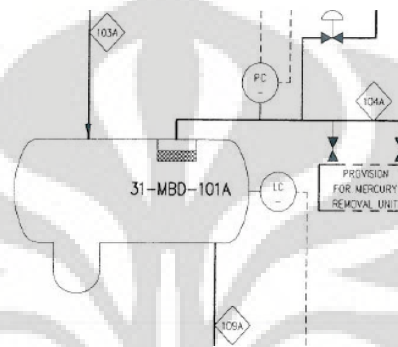
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO ₂	pH ₂ S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bopd
101(out)	0.889	216	102.2	995.7	178.7	2508.1	2936.5	238.47015	10.45485	1307.68	32.692	653.84
102 (out)	0.884	200	93.33	944.7	177.6	2662.3	3043.8	226.25565	9.91935	945.97	23.64925	472.985

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *Wellhead* tergolong sangat korosif. Hal ini terlihat dari laju tingkat korosi, pH₂S, dan temperatur pada ke-2 nomor stream tersebut yang cukup tinggi. Dilihat dari tingkat laju korosinya yang tinggi, maka diperlukan simulasi pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan untuk *flowline* adalah *High Alloy Austenitik SS* dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi. Hasil ini sesuai antara hasil dari NACE MR-0175 dan Socrates 7.0.

Pemilihan material untuk fasilitas *Wellhead* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan dan keluaran *flowline* pada *Wellhead* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa *High Alloy Austenitik 254-SMO (S31254)-NACE*.

4.2.2. Production Separator (31-MBD-101A/B)

Production Separator atau kadang kadang disebut *gross* merupakan drum besar yang didesain untuk memisahkan fluida hasil dari sumur (*wellhead*) menjadi 3 komponen yaitu minyak, gas dan air. Pemisahan tersebut berdasarkan perbedaan densitas dari ke-3 komponen tersebut dengan urutan dari atas sampai bawah yaitu gas, minyak dan air. Ukuran dari *Production Separator* biasanya berdasarkan *maximum forseable thruput* dari fasilitas tersebut [22]



Gambar 4. 3 Gambar PFD dari *Production Separator*[21]

Pada *Production Separator* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 103 A/B (masukannya fluida), 109 A/B (keluarannya kondensat) dan 104 A/B (keluarannya gas) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-31-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 2 Data fasilitas *Production Separator* hasil Predict 4.0

no. stream	Vf	Temperatur		Pressure psia	Gas MMSCFD	Liquid bpd	Aqueous bpd	pCO2 psia	pH2S psia	Corrosion Rate		
		F	C							mpy	mmpy	mm/20 yr
103A/B (in)	0.884	200	93.33	934.7	88.8	1332.6	1521.4	223.86065	9.81435	424.28	10.607	212.14
109A/B (out)	0	199	92.78	929.7	0	1333.2	1521.2	10.13373	1.02267	55.89	1.39725	27.945
104A/B (out)	1	199	92.78	929.7	88.8	0	0	250.55415	10.87749	134.5	3.3625	67.25

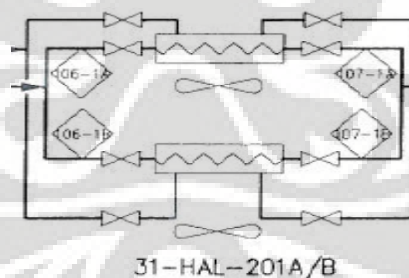
Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *Production Separator* tergolong korosif. Dilihat dari tingkat laju korosinya yang cukup tinggi (>6 mm/20 tahun), maka diperlukan simulasi pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *High Alloy Austenitik SS* untuk no. stream 103 A/B dan *Konv. Austenitik SS* untuk no. stream 104 A/B tetapi karena temperatur operasi diatas 65 °C maka dipilih *High Alloy*

Austenitik SS. Untuk no.stream 109 A/B, hasil dari Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Konv. Austenitik SS* Tetapi, berdasarkan standar NACE MR-0175 untuk *piping* keluaran dari fasilitas seperti *separator*, tekanan parsial H₂S yang diperoleh seharusnya *equivalent* (sama) antara *piping* untuk keluaran gas dan kondensat dimana tekanan parsial H₂S mengikuti tekanan parsial H₂S tertinggi yaitu 10.87749 untuk no. stream 109 A/B. Sehingga pemilihan material untuk *piping* dengan no.stream 109 A/B sama dengan material untuk *piping* dengan no.stream 104 A/B yaitu *High Alloy Austenitik SS* dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Pemilihan material untuk fasilitas *Production Separator* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan dan keluaran *flowline dan piping* pada *Production Separator* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, pemilihan material yang sesuai untuk *Production Separator* ini adalah *High Alloy Austenitik 254-SMO (S31254) -NACE*.

4.2.3. *Gas Cooler (31-HAL-201 A/B/C/D)*

Gas Cooler merupakan alat yang digunakan untuk menghilangkan kompresi panas dari proses gas yang terpisah dari kompresor. *Gas Cooler* dapat terpisah dari unit dengan ditempatkan diantara *compressor* dan *converter*[23].



Gambar 4. 4 Gambar PFD dari *Gas Cooler*[21]

Pada *Gas Cooler* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 106-1 A/1B/2C/2D (masukan fluida) dan 107-1A/1B/2C/2D (keluaran gas) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-31-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 3 Data fasilitas *Gas Cooler* hasil Predict 4.0

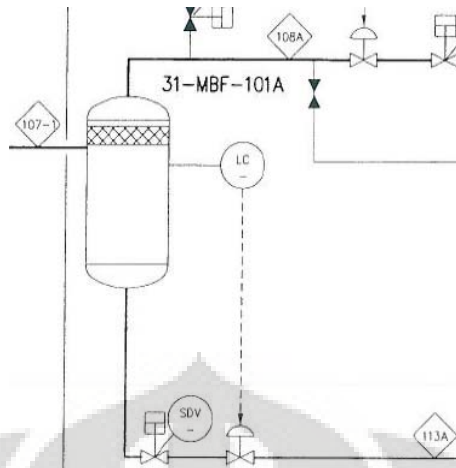
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C	psia	MMSCFD	bpd	bpd	psia	psia	mpy	mmpy	mm/20 yr
106-1A/1B/2C/2D	1	199	92.78	929.7	44.4	0	0	250.55415	10.87749	134.5	3.3625	67.25
107-1A/1B/2C/2D	0.984	120	48.89	919.7	43.7	92.8	84.1	247.85915	10.76049	281.34	7.0335	140.67

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *Gas Cooler* tergolong korosif. Dilihat dari tingkat laju korosinya yang cukup tinggi (>6 mm/20 tahun), maka diperlukan simulasi pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Konv. Austenitik SS* untuk no. stream 106-1A/1B/2C/2D tetapi karena temperatur operasi diatas 65 °C maka dipilih *High Alloy Austenitik SS* dan *Konv. Austenitik SS* untuk no.stream 107-1A/1B/2C/2D karena temperatur pada fasilitas tersebut dibawah 65 °C dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Pemilihan material untuk fasilitas *Gas Cooler* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan dan keluaran *piping* pada *Gas Cooler* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, pemilihan material yang sesuai untuk *Gas Cooler* ini adalah *High Alloy Austenitik 254-SMO (S31254) -NACE*.

4.2.4. Feed Gas Knock-Out (KO) Drum (31-MBF-101A/B)

Feed Gas Knock-Out (KO) Drum merupakan suatu drum yang berfungsi memisahkan campuran uap dan cairan dengan masukan fluida berupa gas. Prinsip kerjanya yaitu gaya gravitasi mengakibatkan cairan jatuh ke bawah, sedangkan uap bergerak ke atas pada laju desain minimum *entrainment* butiran cairan ke dalam uap[24].



Gambar 4. 5 Gambar PFD dari *Feed Gas Knock-Out (KO) Drum*[21]

Pada *Feed Gas Knock-Out (KO) Drum* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 107-1/2 (masukana fluida), 108 A/B (keluaran gas) dan 104A/B (keluaran Aq./Liq.) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-31-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 4 Data fasilitas Gambar PFD dari *Feed Gas Knock-Out (KO) Drum* hasil Predict 4.0

no. stream	Vf	Temperatur		Pressure psia	Gas MMSCFD	Liquid bpd	Aqueous bpd	pCO2 psia	pH2S psia	Corrosion Rate		
		F	C							mpy	mmpy	mm/20 yr
107-1/2	0.984	120	48.89	919.7	87.4	185.5	168.1	247.85915	10.76049	263.88	6.597	131.94
108-A/B	1	120	48.89	914.7	87.4	0	0	250.17045	10.79346	59.55	1.48875	29.775
113A/B	0.031	173	78.33	161.7	0	173.4	167.6	3.18549	0.33957	42.45	1.06125	21.225

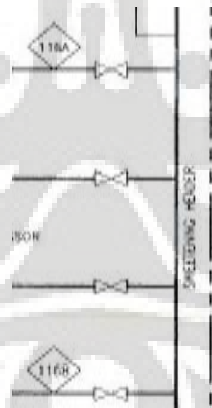
Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *Feed Gas Knock-Out (KO) Drum* tergolong korosif. Dilihat dari tingkat laju korosinya yang cukup tinggi (>6 mm/20 tahun), maka diperlukan simulasi pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Konv. Austenitik SS* untuk no.stream 107-1/2 dan 108-A/B karena temperatur pada fasilitas tersebut dibawah 65 °C. Hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Konv. Austenitik SS* untuk no.stream 113A/B. Tetapi, berdasarkan standar NACE MR-0175 untuk *pipng* keluaran dari fasilitas seperti *separator*, tekanan parsial H_2S yang diperoleh seharusnya *equivalent* (sama) antara *pipng* untuk keluaran gas dan kondensat dimana tekanan parsial H_2S mengikuti tekanan parsial H_2S tertinggi yaitu 10.79346 untuk no.

stream 113A/B. Sehingga pemilihan material untuk *piping* dengan no.stream 113A/B yaitu *High Alloy Austenitik SS* dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Pemilihan material untuk fasilitas *Feed Gas Knock-Out (KO) Drum* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan dan keluaran *piping* pada *Feed Gas Knock-Out (KO) Drum* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, pemilihan material yang sesuai untuk *Feed Gas Knock-Out (KO) Drum* ini adalah *High Alloy Austenitik 254-SMO (S31254)-NACE*.

4.2.5. Sweetening Unit/Sweetening Header

Sweetening unit merupakan unit plant yang berfungsi untuk mengurangi kadar CO_2 & H_2S di aliran gas. *Sweetening unit* biasanya diletakkan sebelum *dehydration unit*. Hal ini dilakukan, disamping untuk efisiensi material juga jika gas didehidrasi terlebih dahulu baru disweetening tidak efektif. karena untuk *sweetening* yang memakai MDEA digunakan pelarut air dimana gas dikontakkan dengan larutan tersebut dan akan menjadi basah lagi[25].



Gambar 4. 6 Gambar PFD dari *Sweetening Unit/Sweetening Header*[21]

Pada *Sweetening Unit* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 116 A/B (masukan fluida gas) dan 117 A/B (keluaran gas) serta nomor stream 150 yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-32-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 5 Data fasilitas *Sweetening Unit/Sweetening Header* hasil Predict 4.0

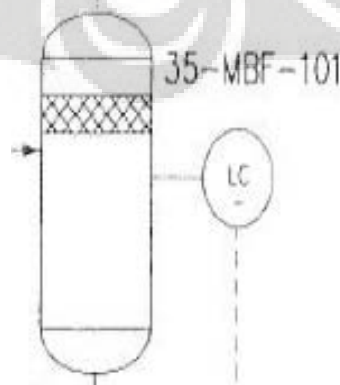
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C	psia	MMSCFD	bpd	bpd	psia	psia	mpy	mmpy	mm/20 yr
116A/B	1	-	-	-	87.8	-	0.4	-	-	-	-	-
117A/B	1	-	-	-	14.9	-	-	-	-	-	-	-
150	1	130	54.44	24.7	30.1	-	-	21.25929	1.69689	12.34	0.3085	6.17

Dari hasil data tersebut tidak dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *Sweetening Unit* tergolong korosif atau tidak. Hal ini terlihat pada data tingkat laju korosi, pH₂S, pCO₂, dan temperatur dari no. stream 116A/B dan 117A/B yang tidak diketahui dimana hanya diketahui bahwa *Sweetening Unit* hanya mengalirkan gas dan sedikit air pada piping sebelum masuk ke *Sweetening Header*. Sehingga pilihan material untuk fasilitas *Sweetening Header* ini digunakan Baja Karbon ca 3 mm.

Sedangkan untuk *piping* dengan no. stream 150, digunakan Socrates 7.0 untuk pemilihan material yang memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Konv. Austenitik SS* karena temperatur pada fasilitas tersebut dibawah 65 °C dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi. Sehingga pilihan material untuk *Sweetening Unit* dipilih *Konv. Austenitik SS 316L (S31603)*.

4.2.6. Acid Gas Knock-Out (KO) Drum (35-MBF-101)

Acid Gas Knock-Out (KO) Drum merupakan suatu drum yang berfungsi memisahkan campuran uap dan cairan dengan masukan fluida berupa gas asam[24].



Gambar 4. 7 Gambar PFD dari *Acid Gas Knock-Out (KO) Drum* [21]

Pada *Acid Gas Knock-Out (KO) Drum* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 151 (keluaran dari *acid gas enrichment*), 121 (keluaran *sour gas* dari *dehydration package*) dan 153 (masukan gas) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-35-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu

Tabel 4. 6 Data fasilitas *Acid Gas Knock-Out (KO) Drum* hasil Predict 4.0

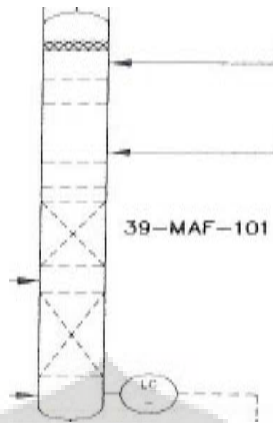
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure psia	Gas MMSCFD	Liquid bpd	Aqueous bpd	pCO2 psia	pH2S psia	Corrosion Rate		
		F	C							mpy	mmpy	mm/20 yr
151	0.729	138	58.89	24.7	4	-	205.7	5.8292	9.29955	103.94	2.5985	51.97
121	0.729	-	-	-	0.3	-	14.4	-	-	-	-	-
153	0.967	196	91.11	24.7	0.8	35.9	1.3	3.49505	0.42484	0	0	0

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 151 memiliki lingkungan yang korosif karena berasal dari *Acid Gas Enrichment Unit* dimana dilakukan pemilihan material dengan menggunakan *Socrates 7.0* dan memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Konv. Austenitik SS* karena temperatur pada fasilitas tersebut dibawah 65 °C dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi. Sedangkan untuk *piping* untuk no. stream 121 dan 153 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah sehingga dapat digunakan baja karbon ca 3 mm dengan catatan untuk no. stream 153 mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi

Pemilihan material untuk fasilitas *Acid Gas Knock-Out (KO) Drum* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Acid Gas Knock-Out (KO) Drum* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa *Konv. Austenitik SS 316L (S31603)-NACE*.

4.2.7. *Enrichment Absorber (39-MAF-101)*

Enrichment Absorber merupakan fasilitas yang digunakan untuk meningkatkan penyerapan Amine yang berasal dari *Acid Gas Sweetening Unit* untuk mengurangi kadar CO₂ & H₂S di aliran gas.



Gambar 4. 8 Gambar PFD dari *Enrichment Absorber* [21]

Pada *Enrichment Absorber* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 150 (masuk ke *acid gas enrichment*) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-39-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 7 Data fasilitas *Enrichment Absorber* hasil Predict 4.0

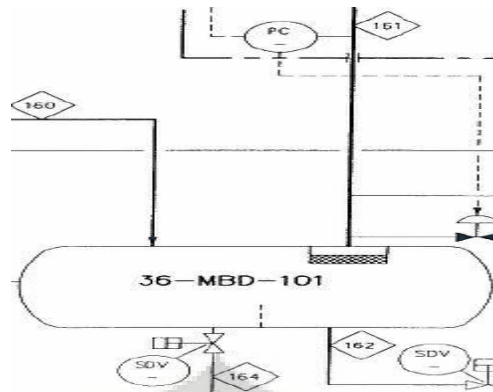
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
150	1	130	54.44	24.7	30.1	-	-	21.25929	1.69689	12.34	0.3085	6.17

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *pipng* pada no. stream 150 memiliki lingkungan yang korosif karena berasal dari *acid gas enrichment unit* dimana dilakukan pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Konv. Austenitik SS* karena temperatur pada fasilitas tersebut dibawah 65 °C dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Sehingga pemilihan material untuk fasilitas *Enrichment Absorber* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *pipng Enrichment Absorber* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa *Konv. Austenitik SS 316L (S31603)-NACE*.

4.2.8. *Condensate Separator 3 Phase (36-MBD-101)*

Condensate Separator 3 Phase merupakan peralatan untuk memisahkan cairan dari gas yang terdiri dari aliran masuk gas, aliran keluar gas, dan rongga penutup[26].



Gambar 4. 9 Gambar PFD dari *Condensate Separator 3 Phase* [21]

Pada *Condensate Separator 3 Phase* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 160 (masuk HC), 161 (keluaran gas), 164 (keluaran air) dan 163 (keluaran kondensate) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 8 Data fasilitas *Condensate Separator 3 Phase* hasil Predict 4.0

no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO ₂	pH ₂ S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
160	0.026	172	77.78	214.7	0.8	3907.7	4013	2.44758	0.2147	38.82	0.9705	19.41
161	1	172	77.78	209.7	0.8	0	0	63.49716	3.18744	33.04	0.826	16.52
164	0	172	77.78	209.7	0	0	4012.7	0.18873	0.04194	3.96	0.099	1.98
163	0.077	168	75.56	51.7	0.2	3816.9	-	1.73712	0.24816	0.01	0.00025	0.005

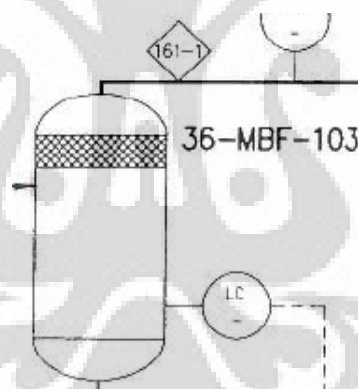
Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *Condensate Separator 3 Phase* tergolong korosif. Dilihat dari tingkat laju korosinya yang cukup tinggi (>6 mm/20 tahun) untuk *piping* no. stream 160 dan 161 maka diperlukan simulasi pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah dan *Konv. Austenitik SS* tetapi karena laju korosi, pH₂S > 1.5 psi dan temperatur > 65 °C maka dipilih material *High Alloy Austenitik SS*. Hasil Predict 4.0 menyatakan bahwa Baja Karbon ca 3 mm digunakan untuk no. stream 164 dan 163. Tetapi, berdasarkan standar NACE MR-0175 untuk *piping* masukan dan keluaran dari fasilitas seperti *separator*, tekanan parsial H₂S yang diperoleh seharusnya *equivalent* (sama) antara *piping* untuk keluaran gas dan kondensat dimana tekanan parsial H₂S mengikuti tekanan parsial H₂S tertinggi yaitu 3.18744 untuk no. stream 161. Sehingga pemilihan material

untuk *piping* dengan no.stream 160 yaitu *High Alloy Austenitik SS* dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi. Sedangkan, untuk no. stream 164 dan 163 tetap menggunakan Baja Karbon dengan ca 3 mm tetapi mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Pemilihan material untuk fasilitas *Condensate Separator 3 Phase* mengacu pada hasil pilihan material dari masukan dan keluaran *piping* pada *Condensate Separator 3 Phase* kondisi korosi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, maka pilihan material yang sesuai untuk *Condensate Separator 3 Phase* ini adalah *High Alloy Austenitik 254-SMO (S31254) -NACE*.

4.2.9. 1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber (36-MBF-103)

1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber adalah kompresor pengisap dan penggosok yang bertujuan memisahkan, mengumpulkan dan membuang sejumlah kecil cairan dari aliran gas[27]. *Comp. Suction Scrubber* merupakan *Comp. Suction Scrubber* tahap 1.



Gambar 4. 10 Gambar PFD dari *1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* [21]

Pada *1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 161 (masukan gas) dan 161-1 (keluaran) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 9 Data fasilitas *1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* hasil Predict 4.0

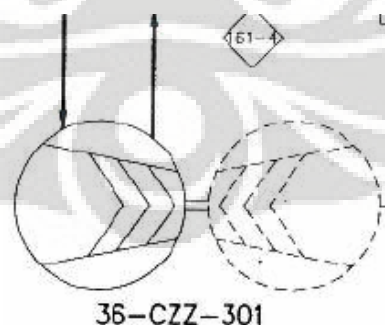
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
161	1	172	77.78	209.7	0.8	0	0	63.49716	3.18744	33.04	0.826	16.52
161-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* tergolong korosif. Untuk *piping* no. stream 161 diperlukan simulasi pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Konv. Austenitik SS* tetapi karena temperature operasi $> 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ maka dipilih *High Alloy Austenitik SS* dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi. Sementara untuk *piping* no. stream 161-1, karena tidak diketahui datanya, tidak dapat dilakukan pemilihan material.

Pemilihan material untuk fasilitas *1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* mengacu pada hasil pilihan material dari masukan dan keluaran *piping* pada *1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* untuk kondisi korosi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, maka pilihan material yang sesuai untuk *1st Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* ini adalah *High Alloy Austenitik 254-SMO (S31254) -NACE*.

4.2.10. *1st Recycler Compressor (36-CZZ-301)*

Pada industri migas, aliran gas pada kompresor tidak boleh turun mencapai batas 105 % dari *surge point*. Untuk keperluan ini, digunakan *Recycle Compressor* untuk merecycle aliran gas dari keluran kompresor ke pompa isap untuk mencegah operasi dibawah alira kritis[28]. *Recycle Compressor* ini merupakan *Recycle Compressor* tahap 1.



Gambar 4. 11 Gambar PFD dari *1st stage Recycle Compressor* [21]

Pada *1st stage Recycle Compressor* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 161-1 (masukan), dan 161-4 (keluaran gas) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 10 Data fasilitas *Ist stage Recycle Compressor* [hasil Predict 4.0]

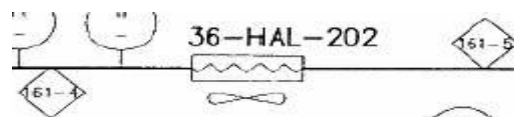
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C	psia	MMSCFD	bpd	bpd	psia	psia	mpy	mmpy	mm/20 yr
161-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
161-4	0.975	120	48.89	204.7	0.8	1.5	2.6	61.98316	3.11144	117.62	2.9405	58.81

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *Ist stage Recycle Compressor* tergolong korosif. Untuk *piping* no. stream 161-4 diperlukan simulasi pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Duplex SS* tetapi karena temperatur operasi $< 65^{\circ}\text{C}$ dan tekanan parsial H_2S diatas 1.5 psi, maka dipilih *Konv. Austenitik SS* dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi. Sementara untuk *piping* no. stream 161-1, karena tidak diketahui datanya, tidak dapat dilakukan pemilihan material.

Pemilihan material untuk fasilitas *Ist stage Recycle Compressor* mengacu pada hasil pilihan material dari masukan dan keluaran *piping* pada *Ist stage Recycle Compressor* untuk kondisi korosi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, maka pilihan material yang sesuai untuk *Ist stage Recycle Compressor* ini adalah *Konv. Austenitik SS 316L (S31603)*

4.2.11. *Condensate Cooler (36-HAL-202)*

Condensate Cooler adalah alat yang digunakan mencampur kondensate panas atau air panas dengan suplai air dingin untuk mereduksi temperature hingga mencapai temperature keluaran yang diterima. Ketika kondensate panas atau air panas disalurkan ke *Condensate Cooler*, katup penahan akan terbuka dan air dingin akan masuk ke chamber dan menncampur dengan larutan panas lalu didinginkan mencapai temperature 57°C [29].



Gambar 4. 12 Gambar PFD dari *Condensate Cooler* [21]

Pada *Condensate Cooler* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 161-4 (masukan fluida gas) dan 161-5 (keluaran gas) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 11 Data fasilitas *Condensate Cooler* hasil Predict 4.0

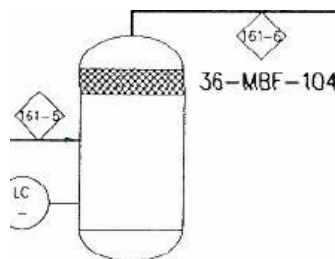
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
161-4	0.975	120	48.89	204.7	0.8	1.5	2.6	61.98316	3.11144	117.62	2.9405	58.81
161-5	1	119	48.33	199.7	0.8	0	0	61.98688	3.73439	23.64	0.591	11.82

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *Condensate Cooler* tergolong korosif. Untuk *piping* no. stream 161-4 dan 161-5 diperlukan simulasi pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Konv. Austenitik SS* untuk *piping* no. stream 161-5 dan *Duplex SS* untuk *piping* no. stream 161-4 tetapi karena temperatur operasi < 65 °C, maka dipilih *Konv. Austenitik SS* dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Pemilihan material untuk fasilitas *Condensate Cooler* mengacu pada hasil pilihan material dari masukan dan keluaran *piping* pada *Condensate Cooler* untuk kondisi korosi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, maka pilihan material yang sesuai untuk *Condensate Cooler* ini adalah *Konv. Austenitik SS 316L (S31603)-NACE*.

4.2.12. 2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber (36-MBF-104)

2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber adalah kompresor pengisap dan penggosok yang bertujuan memisahkan, mengumpulkan dan membuang sejumlah kecil cairan



Gambar 4. 13 Gambar PFD dari *2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* [21]

Pada *2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 161-5 (masukan gas) dan 161-6 (keluaran gas) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 12 Data fasilitas *2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* [hasil Predict 4.0]

no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C	psia	MMSCFD	bpd	bpd	psia	psia	mpy	mmpy	mm/20 yr
161-5	1	119	48.33	199.7	0.8	0	0	61.98688	3.73439	23.64	0.591	11.82
161-6	1	367	186.1	919.7	0.8	-	-	285.47488	17.19839	605.97	15.1493	302.985

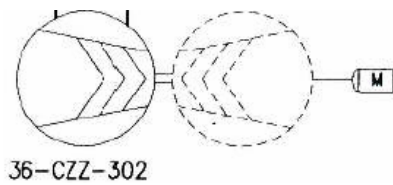
Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* tergolong korosif. Dilihat dari tingkat laju korosinya yang cukup tinggi (>6 mm/20 tahun), maka diperlukan simulasi pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *High Alloy Austenitik SS* untuk no. stream 161-6 tetapi karena temperatur operasi diatas 121 °C maka digunakan Paduan Ni dan *Konv. Austenitik SS* untuk no.stream 161-5 dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Pemilihan material untuk fasilitas *2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan dan keluaran *piping* pada *2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, pemilihan material yang sesuai untuk *2nd Stage Cycle Comp. Suction Scrubber* ini adalah Paduan Ni 28 Cr-NACE.

4.2.13. *2nd stage Recycle Compressor (36-CZZ-302)*

Pada industri migas, aliran gas pada kompresor tidak boleh turun mencapai batas 105 % dari *surge point*. Untuk keperluan ini, digunakan *Recycle Compressor* untuk merecycle aliran gas dari keluran kompresor ke pompa isap untuk mencegah operasi dibawah alira kritis[28]. *Recycle Compressor* ini

merupakan *Recycle Compressor* tahap 2 setelah melewati *1st stage Recycle Compressor*



Gambar 4. 14 Gambar PFD dari *2nd stage Recycle Compressor* [21]

Pada *2nd stage Recycle Compressor* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 161-6 (masukan gas) dan 165 (keluaran gas) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 13 Data fasilitas *2nd stage Recycle Compressor* hasil Predict 4.0

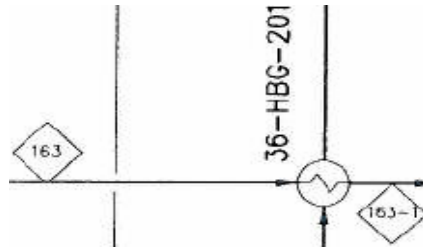
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO ₂	pH ₂ S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
161-6	1	367	186.1	919.7	0.8	-	-	285.47488	17.19839	605.97	15.1493	302.985
165	0.99	120	48.89	914.7	0.8	0	0.7	283.92288	17.10489	663.35	16.5838	331.675

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa lingkungan operasi dari *2nd stage Recycle Compressor* tergolong korosif. Dilihat dari tingkat laju korosinya yang cukup tinggi (>6 mm/20 tahun), maka diperlukan simulasi pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *High Alloy Austenitik SS* no. stream 161-6 dan 165. Tetapi karena temperatur operasi diatas 121 °C untuk no.stream 161-6 maka digunakan Paduan Ni dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Pemilihan material untuk fasilitas *2nd stage Recycle Compressor* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan dan keluaran *piping* pada *2nd stage Recycle Compressor* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, pemilihan material yang sesuai untuk *2nd stage Recycle Compressor* ini adalah Paduan Ni 28 Cr-NACE.

4.2.14. *Condensate Preheater (36-HBG-201)*

Condensate Preheater adalah alat untuk memanaskan kondensate sebelum dimasukkan ke *Condensate Heater*.



Gambar 4. 15 Gambar PFD dari *Condensate Preheater* [21]

Pada *Condensate Preheater* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 163 (masukan kondensate) dan 163-1 (keluaran kondensate) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 14 Data fasilitas *Condensate Preheater* hasil Predict 4.0

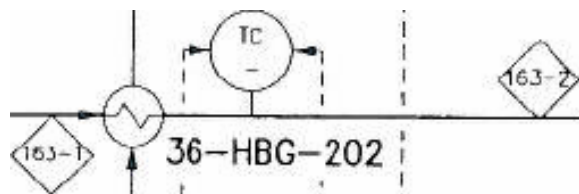
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
163	0.077	168	75.56	51.7	0.2	3816.9	-	1.73712	0.24816	0.01	0.00025	0.005
163-1	0.101	215	101.7	41.7	0.3	3883.4	-	1.40112	0.20016	0.03	0.00075	0.015

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 163 dan 163-1 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah sehingga dapat digunakan baja karbon ca 3 mm dengan ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi

Pemilihan material untuk fasilitas *Condensate Preheater* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Condensate Preheater* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm-NACE.

4.2.15. *Condensate Heater (36-HBG-202)*

Condensate Heater adalah alat untuk memanaskan kondensate yang berasal dari *Condensate Preheater*.



Gambar 4. 16 Gambar PFD dari *Condensate Heater* [21]

Pada *Condensate Heater* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 163-1 (masukan kondensate) dan 163-2 (keluaran kondensate) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 15 Data fasilitas *Condensate Heater* hasil Predict 4.0

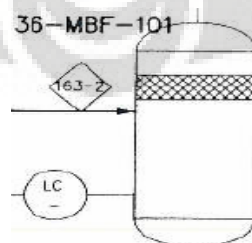
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C	psia	MMSCFD	bpd	bpd	psia	psia	mpy	mmpy	mm/20 yr
163-1	0.101	215	101.7	41.7	0.3	3883.4	-	1.40112	0.20016	0.03	0.00075	0.015
163-2	0.144	280	137.8	31.7	0.4	3932.7	-	1.06512	0.15216	0.03	0.00075	0.015

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 163-1 dan 163-2 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah sehingga dapat digunakan baja karbon ca 3 mm dengan ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi

Pemilihan material untuk fasilitas *Condensate Heater* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Condensate Heater* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm-NACE.

4.2.16. *Condensate Flash Vessel (36-MBF-101)*

Flash steam dapat direcovery dengan efektif menggunakan *Condensate Flash Vessel* sebagai bagian dari *Flash Steam Recovery System*. *Flash steam* adalah uap air bebas dan dapat digunakan untuk menambahkan kebutuhan normal uap yang diperlukan. *Flash steam* harus dipisahkan dari kondensat untuk memaksimalkan efisiensi sistem sehingga diperlukan *Condensate Flash Vessel* sebagai wadah penampung uap air bebas tersebut[30].



Gambar 4. 17 Gambar PFD dari *Condensate Flash Vessel* [21]

Pada *Condensate Flash Vessel* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 163-2 (masukan kondensate), 163-4 (keluaran liquid), dan 163-3 (keluaran

gas) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut tabel data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 16 Data fasilitas *Condensate Flash Vessel* hasil Predict 4.0

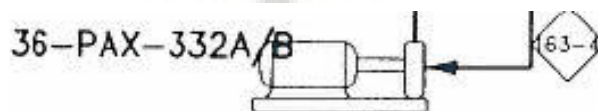
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
163-2	0.144	280	137.8	31.7	0.4	3932.7	-	1.06512	0.15216	0.03	0.00075	0.015
163-4	0	279	137.2	26.7	0	0	-	0.05607	0.01602	2.35	0.05875	1.175
163-3	1	279	137.2	26.7	0.4	0	-	5.55627	0.75294	41.61	1.04025	20.805

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 163-2 dan 163-4 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah sehingga dapat digunakan baja karbon ca 3 mm no. stream 163-2 dengan ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi dan Baja Karbon ca 3 mm untuk no. stream 163-4. Sedangkan untuk *piping* dengan no. stream 163-3, diperlukan pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Duplex SS* dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Pemilihan material untuk fasilitas *Condensate Flash Vessel* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Condensate Flash Vessel* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa *Duplex SS 2205 (S31803)-NACE*

4.2.17. *Condensate Flash Pumps (36-PAX-332A/B)*

Condensate Flash Pumps merupakan pompa untuk kondensat panas yang bekerja secara mekanis untuk mengurangi masalah karena pendorong yang asus, masalah kavitasi, dan kebocoran.



Gambar 4. 18 Gambar PFD dari *Condensate Flash Pumps* [21]

Pada *Condensate Flash Pumps* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 163-4 (masukan *liquid*) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 17 Data fasilitas *Condensate Flash Pumps* hasil Predict 4.0

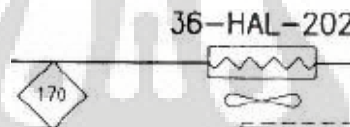
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
163-4	0	279	137.2	26.7	0	0	-	0.05607	0.01602	2.35	0.05875	1.175

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 163-4 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan Baja Karbon ca 3 mm.

Pemilihan material untuk fasilitas *Condensate Flash Pumps* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Condensate Flash Pumps* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm.

4.2.18. *Recycle Compressor InterStage Cooler (36-HAL-202)*

Recycle Compressor InterStage Cooler merupakan pendingin kondensate setelah masuk ke *condensate preheater*.



Gambar 4. 19 Gambar PFD dari *Recycle Compressor InterStage Cooler* [21]

Pada *Recycle Compressor InterStage Cooler* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 170 (masukan kondensat) dan 170-1 (keluaran kondensat dingin) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 18 Data fasilitas *Recycle Compressor InterStage Cooler* hasil Predict 4.0

no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
170	0	230	110	39.7	-	3779.5	-	0.08337	0.02382	0.01	0.00025	0.005
170-1	0	120	48.89	29.7	-	3540	-	0.06237	0.01782	0	0	0

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 170 dan 170-1 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif

dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan baja karbon ca 3 mm.

Pemilihan material untuk fasilitas *Recycle Compressor InterStage Cooler* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Recycle Compressor InterStage Cooler* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm.

4.2.19. Produced Water Heater (36-HBG-203)

Produced Water Heater merupakan peralatan untuk memanaskan air sebelum air tersebut masuk ke *Produced Water Degasser*.



Gambar 4. 20 Gambar PFD dari *Produced Water Heater* [21]

Pada *Produced Water Heater* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 180-1 (masukan air) dan 180-2 (keluaran air panas) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 19 Data fasilitas *Produced Water Heater* hasil Predict 4.0

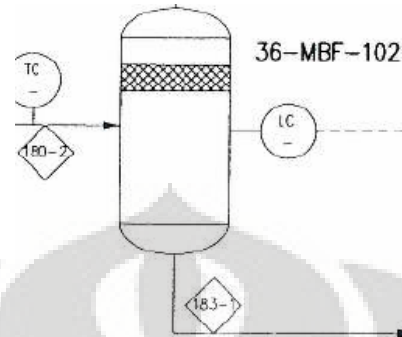
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure psia	Gas MMSCFD	Liquid bpd	Aqueous bpd	pCO2 psia	pH2S psia	Corrosion Rate		
		F	C							mpy	mmpy	mm/20 yr
180-1	0	172	77.78	39.7	0	1.1	4013.4	0.03573	0.00794	7.67	0.19175	3.835
180-2	0	172	77.78	30.7	0	1	4011.8	0.02763	0.00614	6.43	0.16075	3.215

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 180-1 dan 180-2 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan baja karbon ca 6 mm.

Pemilihan material untuk fasilitas *Produced Water Heater* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Produced Water Heater* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 6 mm.

4.2.20. Produced Water Degasser (36-MBF-102)

Produced Water Degasser merupakan alat untuk mengurangi kadar air dalam aliran.



Gambar 4. 21 Gambar PFD dari *Produced Water Degasser* [21]

Pada *Produced Water Degasser* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 180-2 (masuk air panas), 181 (keluaran gas) dan 183-1 (keluaran air) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 20 Data fasilitas *Produced Water Degasser* hasil Predict 4.0

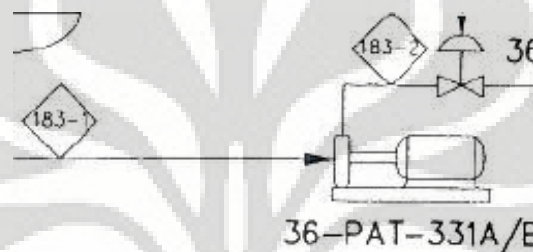
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure psia	Gas MMSCFD	Liquid bpd	Aqueous bpd	pCO ₂ psia	pH ₂ S psia	Corrosion Rate		
		F	C							mpy	mmpy	mm/20 yr
180-2	0	172	77.78	30.7	0	1	4011.8	0.02763	0.00614	6.43	0.16075	3.215
181	1	172	77.78	25.7	0	0	0	16.72813	2.04315	14.59	0.36475	7.295
183-1	0	172	77.78	25.7	0	0.8	4010.8	0.00514	0.00257	2.68	0.067	1.34

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 180-2 dan 183-1 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan Baja Karbon ca 6 mm untuk *piping* no. stream 180-2 dan Baja Karbon ca 3 mm untuk *piping* no. stream 183-1. Sedangkan untuk *piping* dengan no. stream 181, diman tingkat laju korosi > 6 mm/20 tahun, diperlukan pemilihan material dengan menggunakan Socrates 7.0 dan dari hasil Socrates 7.0 memberikan hasil material minimum yang dapat digunakan adalah *Konv. Austenitik SS* tetapi karena laju korosi dan $\text{pH}_2\text{S} > 1.5$ psi serta temperatur pada fasilitas tersebut diatas 65 °C maka dipilih *High Alloy Austenitik* dengan mengikuti ketentuan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Pemilihan material untuk fasilitas *Produced Water Degasser* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Produced Water Degasser* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa *High Alloy Austenitik 254-SMO (S31254)-NACE*

4.2.21. *Produced Water Booster Pumps (36-PAT-331A/E)*

Produced Water Booster Pumps merupakan pompa untuk meningkatkan tekanan air yang berasal dari *Produced Water Degasser* menuju *Recycle Compressor After Cooler*.



Gambar 4. 22 Gambar PFD dari *Produced Water Booster Pumps* [21]

Pada *Produced Water Booster Pumps* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 183-1 (masukan air) dan 183-2 (keluaran air) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 21 Data fasilitas *Produced Water Booster Pumps* hasil Predict 4.0

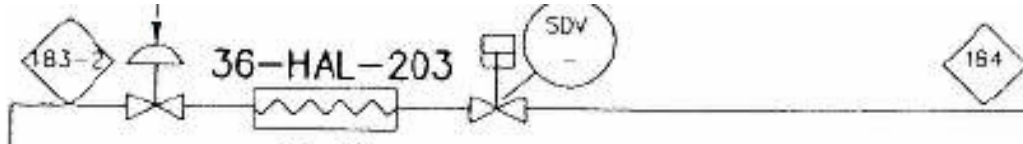
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO ₂	pH ₂ S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
183-1	0	172	77.78	25.7	0	0.8	4010.8	0.00514	0.00257	2.68	0.067	1.34
183-2	0	172	77.78	39.7	-	0.8	4010.7	0.00794	0.00397	3.45	0.08625	1.725

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 183-1 dan 183-2 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan Baja Karbon ca 3 mm.

Pemilihan material untuk fasilitas *Produced Water Booster Pumps* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Produced Water Booster Pumps* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm

4.2.22. *Recycle Compressor After Cooler (36-HAL-203)*

Recycle Compressor After Cooler merupakan pendingin air setelah masuk ke *Produced Water Degasser* dan *Produced Water Booster Pumps*.



Gambar 4. 23 Gambar PFD dari *Recycle Compressor After Cooler* [21]

Pada *Recycle Compressor After Cooler* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 183-2 (masukan air) dan 184 (keluaran air dingin) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-36-001. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 22 fasilitas *Recycle Compressor After Cooler* hasil Predict 4.0

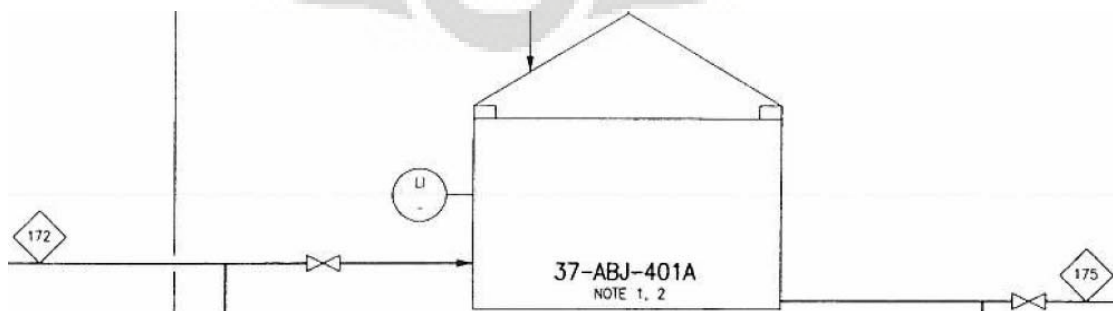
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C	psia	MMSCFD	bpd	bpd	psia	psia	mpy	mmpy	mm/20 yr
183-2	0	172	77.78	39.7	-	0.8	4010.7	0.00794	0.00397	3.45	0.08625	1.725
184	0	120	48.89	29.7	-	0.8	3918.5	0.00594	0.00297	0.93	0.02325	0.465

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 183-2 dan 184 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan Baja Karbon ca 3 mm.

Pemilihan material untuk fasilitas *Recycle Compressor After Cooler* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Recycle Compressor After Cooler* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm

4.2.23. *Condensate Tanks (37-ABJ-401A/B/C)*

Condensate Tanks merupakan tangki penyimpanan kondensat.



Gambar 4. 24 Gambar PFD dari *Condensate Tanks* [21]

Pada *Condensate Tanks* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 172 (masukan kondensate) dan 175 (keluaran kondensate) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-37-001. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 23 Data fasilitas *Condensate Tanks* hasil Predict 4.0

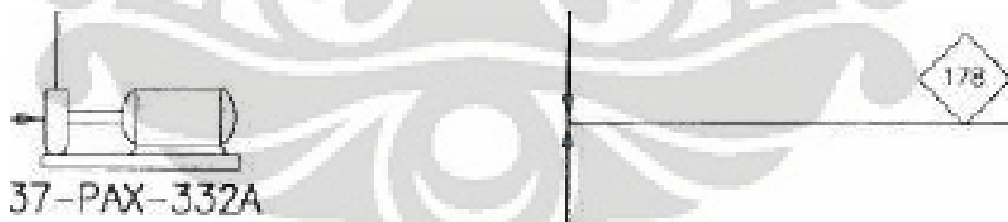
no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
172	0	120	48.89	22.7	-	3540.6	-	0.04767	0.01362	0	0	0
175	0	120	48.89	14.7	0	3540.6	-	0.03087	0.00882	0	0	0

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 172 dan 175 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan Baja Karbon ca 3 mm.

Pemilihan material untuk fasilitas *Condensate Tanks* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Condensate Tanks* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm

4.2.24. *Condensate Booster Pumps* (37-PAX-331A/B)

Condensate Booster Pumps merupakan pompa untuk yang digunakan untuk meningkatkan tekanan untuk mengalirkan kondensate dari *Condensate Tanks*..



Gambar 4. 25 Gambar PFD dari *Condensate Booster Pumps* [21]

Pada *Condensate Booster Pumps* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 175 (masukan kondensate) dan 178 (keluaran kondensate) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-37-001. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 24 Data fasilitas *Condensate Booster Pumps* hasil Predict 4.0

no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
175	0	120	48.89	14.7	0	3540.6	-	0.03087	0.00882	0	0	0
178	0	124	51.11	1031.7	-	3520.2	-	2.16657	0.61902	0.01	0.00025	0.005

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 175 dan 178 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan Baja Karbon ca 3 mm untuk no. stream 175 dan Baja Karbon ca 3mm dengan mengikuti aturan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi untuk no. stream 178.

Pemilihan material untuk fasilitas *Condensate Booster Pumps* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Condensate Booster Pumps* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm-NACE

4.2.25. *Produced Water Tank (37-ABJ-402)*

Produced Water Tank merupakan tangki penyimpanan air.



Gambar 4. 26 Gambar PFD dari *Produced Water Tank* [21]

Pada *Produced Water Tank* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 185 (masukan water) dan 188 (keluaran condensate) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-37-002. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 25 Data fasilitas *Produced Water Tank* hasil Predict 4.0

no. stream	Vf	Temperatur		Pressure	Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C							psia	MMSCFD	bpd
185	0	120	48.89	14.7	-	0.8	3918.7	0.00294	0.00147	0.53	0.01325	0.265
188	0	120	48.89	14.7	0	0.8	3918.7	0.00294	0.00147	0.53	0.01325	0.265

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 185 dan 188 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan Baja Karbon ca 3 mm.

Pemilihan material untuk fasilitas *Produced water tank* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Produced water tank* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm

4.2.26. *Produced Water Pumps (37-PAT-331A/B)*

Produced Water Pumps merupakan pompa untuk yang digunakan untuk meningkatkan tekanan untuk mengalirkan air dari *Produced Water Tank*.



Gambar 4. 27 Gambar PFD dari *Produced Water Pumps* [21]

Pada *Produced Water Pumps* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 188 (masukan kondensate) dan 191 (keluaran air) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-37-002. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 26 Data fasilitas *Produced Water Pumps* hasil Predict 4.0

no. stream	Vf	Temperatur		Pressure		Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C	psia	MMSCFD	bpd	bpd	bpd	psia	psia	mpy	mmpy	mm/20 yr
188	0	120	48.89	14.7	0	0.8	3918.7	0.00294	0.00147	0.53	0.01325	0.265	
191	0	121	49.44	674.7	-	0.8	3914	0.13494	0.06747	2.45	0.06125	1.225	

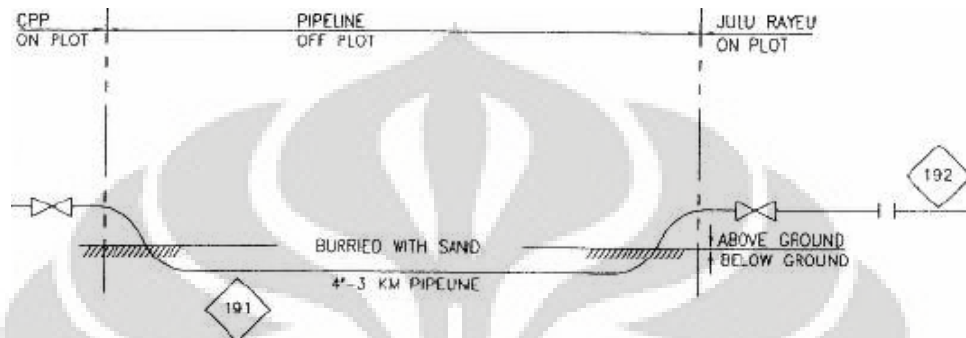
Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 188 dan 191 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan Baja Karbon ca 3 mm untuk no. stream 188 dan Baja Karbon ca 3mm dengan mengikuti aturan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi untuk no. stream 191.

Pemilihan material untuk fasilitas *Produced Water Pumps* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Produced Water Pumps* untuk

kondisi terburuk dan pilihan material yang paling baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm-NACE.

4.2.27. Pipeline Water Injection From CPP to JR

Pipeline Water Injection From CPP to JR merupakan jalur pipa yang mengalirkan air injeksi dari *Central Processing Plant* menuju sumur injeksi.



Gambar 4. 28 Gambar PFD dari *Pipeline Water Injection From CPP to JR* [21]

Pada *Pipeline Water Injection From CPP to JR* ini, data yang digunakan adalah nomor stream 191 (masukan air) dan 192 (keluaran air) yang diperoleh dari PFD ARS-R-PF-37-002. Berikut table data dari hasil Predict 4.0 yaitu:

Tabel 4. 27 Data fasilitas *Pipeline Water Injection From CPP to JR* hasil Predict 4.0

no. stream	Vf	Temperatur		Pressure		Gas	Liquid	Aqueous	pCO2	pH2S	Corrosion Rate		
		F	C	psia	MMSCFD	bpd	bpd	psia	psia	mpy	mmpy	mm/20 yr	
191	0	121	49.44	674.7	-	0.8	3914	0.13494	0.06747	2.45	0.06125	1.225	
192	0	108	42.22	614.7	-	0.8	3893.2	0.12294	0.06147	2.14	0.0535	1.07	

Dari hasil data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk *piping* pada no. stream 191 dan 192 memiliki lingkungan yang tidak terlalu korosif dimana tingkat laju korosi rendah (< 6 mm/20 tahun) sehingga dapat digunakan Baja Karbon ca 3 mm dengan mengikuti aturan NACE untuk fabrikasi dan konstruksi.

Pemilihan material untuk fasilitas *Pipeline Water Injection From CPP to JR* ini mengacu pada hasil pilihan material dari masukan *piping Pipeline Water Injection From CPP to JR* untuk kondisi terburuk dan pilihan material yang paling

baik. Dari hasil pilihan material, diperoleh pilihan berupa Baja Karbon ca 3 mm-NACE.

4.3. KESESUAIAN ANTARA HASIL SOCRATES 7.0 DENGAN NACE MR-0175

Kesesuaian hasil yang diperoleh antara hasil Predict 4.0 dan Socrates 7.0 dengan *Handbook Pipe line Rule of Thumbs* dan *STANDAR NACE MR-0175* sebagian besar menunjukkan kesesuaian hasil. Beberapa no. stream yang tidak sesuai antara hasil Socrates 7.0 dengan *STANDAR NACE MR-0175* diantaranya:

a. No. stream 161-4

Pada nomor stream ini, hasil yang diperoleh dari Socrates 7.0 memberikan hasil pilihan material terendah adalah *Duplex SS* Sementara menurut aturan NACE MR-0175, *Konv. Austenitik SS* dapat diaplikasikan karena temperature aplikasi dibawah 65 °C dan tekanan parsial H₂S diatas 1.5 psi. Sehingga lebih cocok digunakan *Konv. Austenitik SS 316L (S31603)* untuk *piping* nomor stream ini.

b. No. stream 104 A/B, 106-1A/1B/2C/2D, 109 A/B, 113A/B, 160, 161 dan 181

Pada nomor stream ini, hasil yang diperoleh dari Socrates 7.0 memberikan hasil pilihan material terendah adalah *Konv. Austenitik SS*. Sementara menurut aturan NACE MR-0175, *Konv. Austenitik SS 316L (S31603)* tidak dapat diaplikasikan karena temperature operasi > 65 °C. Sehingga lebih cocok digunakan *High Alloy Austenitik 254-SMO (S31254)* untuk *piping* nomor stream ini.

c. No. stream 161-6

Pada nomor stream ini, hasil yang diperoleh dari Socrates 7.0 memberikan hasil pilihan material terendah adalah *High Alloy Austenitik SS*. Sementara menurut aturan NACE MR-0175, *High Alloy Austenitik SS* tidak cocok diaplikasikan karena tekanan parsial H₂S diatas 1.5 psi Sehingga lebih cocok digunakan Paduan Ni 28 Cr untuk *piping* nomor stream ini.

Dari hasil perhitungan dengan *software* Socrates 7.0, kesesuaian dan ketidaksesuaian antara hasil Socrates 7.0 dengan NACE MR-0175 antara lain meliputi nomor stream:

- a. Nomor stream yang tidak sesuai antara hasil Socrates 7.0 dengan NACE MR-0175 sebanyak 15 nomor stream
 ⇒ Nomor stream 104 A, 104 B, 106-1A, 106-1B, 106-2C, 106-2D, 109A, 109B, 113A, 113B, 160, 161, 161-4, 161-6, 181.
- b. Nomor stream yang sesuai antara hasil Socrates 7.0 dengan NACE MR-0175 sebanyak 17 nomor stream
 ⇒ 101, 102, 103 A, 103 B, 107-1A, 107-1B, 107-2C, 107-2D, 107-1, 107-2, 108-A, 108-B, 150, 151, 161-5, 163-3, 165.

Sehingga, keakuratan hasil Socrates 7.0 terhadap NACE-MR-0175 adalah 17/32 atau 53 %.

Tabel 4. 28 Pilihan Material untuk *Piping/Flowline* dan fasilitas pada *Central Processing Plant*

no	Equipment	no. stream	Pilihan Material untuk <i>Piping/Flowline</i>	Pilihan Material untuk fasilitas
1	Wellhead configuration	101	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>
		102	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	
2	<i>Production Separator</i> (31-MBD-101A/B)	103A/B	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>
		109A/B	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	
		104A/B	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	
3	<i>Gas Cooler</i> (31-HAL-201 A/B/C/D)	106-1A/B/C/D	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>
		107-1A/B/C/D	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>	
4	<i>Feed Gas Knock-Out (KO) Drum</i> (31-MBF-101A/B)	107-1/2	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>
		108-A/B	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>	
		113A/B	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	
5	<i>Sweetening Header</i>	116A/B	CS ca 3 mm	CS ca 3 mm
		117A/B	CS ca 3 mm	
6	Sweetening Unit	150	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>
7	<i>Acid Gas KO Drum</i> (35-MBF-101)	151	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>
		121	CS ca 3 mm	
		153	CS ca 3 mm-NACE	
8	<i>Enrichment Absorber</i> (39-MAF-101)	150	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>
9	<i>Condensate Separator 3 Phase</i> (36-MBD-101)	160	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>
		161	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	
		164	CS ca 3 mm-NACE	

		163	CS ca 3 mm-NACE	
10	<i>1st stage cycle comp. suction scrubber</i>	161	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>
	(36-MBF-103)	161-1	-	
11	<i>1st recycler compressor by vendor</i>	161-1	-	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>
	(36-CZZ-301)	161-4	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>	
12	<i>Condensate Cooler</i>	161-4	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>
	(36-HAL-202)	161-5	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>	
13	<i>2nd stage suction scrubber</i>	161-5	<i>Konv. Austenit SS 316L (S31603)-NACE</i>	<i>Paduan Ni 28 Cr-NACE</i>
	(36-MBF-104)	161-6	<i>Paduan Ni 28 Cr-NACE</i>	
14	<i>2nd stage recycle compressor</i>	161-6	<i>Paduan Ni 28 Cr-NACE</i>	<i>Paduan Ni 28 Cr-NACE</i>
	(36-CZZ-302)	165	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	
15	<i>Condensate preheater</i>	163	CS-NACE ca 3 mm	CS-NACE ca 3 mm
	(36-HBG-201)	163-1	CS-NACE ca 3 mm	
16	<i>Condensate heater</i>	163-1	CS-NACE ca 3 mm	CS-NACE ca 3 mm
	(36-HBG-202)	163-2	CS-NACE ca 3 mm	
17	<i>Condensate flash vessel</i>	163-2	CS-NACE ca 3 mm	<i>Duplex SS 2205 (S31803)-NACE</i>
	(36-MBF-101)	163-4	CS ca 3 mm	
		163-3	<i>Duplex SS 2205 (S31803)-NACE</i>	
18	<i>Condensate flash pumps</i>	163-4	CS ca 3 mm	CS ca 3 mm
	(36-PAX-332A/B)			
19	<i>Recycle Compressor InterStage Cooler</i>	170	CS ca 3 mm	CS ca 3 mm
	(36-HAL-202)	170-1	CS ca 3 mm	
20	<i>Produced Water Heater</i>	180-1	CS ca 6 mm	CS ca 6 mm
	(36-HBG-203)	180-2	CS ca 6 mm	
21	<i>Produced Water Degasser</i>	180-2	CS ca 6 mm	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>
	(36-MBF-102)	181	<i>High Alloy Austenitik 254-SMO-NACE</i>	
		183-1	CS ca 3 mm	
22	<i>Produced Water Booster Pumps</i>	183-1	CS ca 3 mm	CS ca 3 mm
	(36-PAT-331A/E)	183-2	CS ca 3 mm	
23	<i>Recycle Compressor After Cooler</i>	183-2	CS ca 3 mm	CS ca 3 mm
	(36-HAL-203)	184	CS ca 3 mm	
24	<i>Condensate Tanks</i>	172	CS ca 3 mm	CS ca 3 mm
	(37-ABJ-401A/B/C)	175	CS ca 3 mm	
25	<i>Condensate Booster Pumps</i>	175	CS ca 3 mm	CS-NACE ca 3 mm
	(37-PAX-331A/B)	178	CS-NACE ca 3 mm	
26	<i>Produced Water Tank</i>	185	CS ca 3 mm	CS ca 3 mm
	(37-ABJ-402)	188	CS ca 3 mm	
27	<i>Produced Water Pumps</i>	188	CS ca 3 mm	CS-NACE ca 3 mm
	(37-PAT-331A/B)	191	CS-NACE ca 3 mm	
28	<i>Pipeline Water Injection From CPP to JR</i>	191	CS-NACE ca 3 mm	CS-NACE ca 3 mm
		192	CS-NACE ca 3 mm	

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Predict 4.0 menggambarkan tingkat laju korosi material baja karbon pada lingkungan korosif dan Socrates 7.0 menggambarkan pemilihan paduan tahan korosi untuk lingkungan H₂S.
2. Keakuratan Socrates 7.0 dalam pemilihan material untuk semua nomor stream sekitar 17/32 atau 53 %.
3. Pilihan material untuk *flowline/piping* dan fasilitas pada *Central Processing Plant* yaitu Baja Karbon ca 3 mm dan 6 mm, *Konv. Austenitik SS 316L* (S31603), *Duplex SS 2205* (S31803), *High Alloy Austenitik 254-SMO* (S31254) dan Paduan Ni 28 Cr.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah

1. Data-data untuk PFD dan HMB untuk pemilihan material pada *flowline/piping* dan fasilitas pada *Central Processing plant* ini masih kurang lengkap. Sehingga diperlukan kelengkapan data-data baik sebagai data utama maupun sebagai data penunjang untuk pemilihan material

REFERENSI

- [1] Badan Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas bumi, Kegiatan Usaha Hulu Gas Bumi di Indonesia (Cadangan Gas Bumi Indonesia), Diakses pada 20 Mei 2009 melalui alamat <http://www.bpmigas.com/kegiatan-gas.asp>
- [2] Roberge Piere R. *Handbook of Corrosion Engineering*. Mc Graw Hill Compaby.1999.(8):578
- [3] STANDAR NACE MR-0175 “*Petroleum and natural gas industries- Materials for use in H₂S containing environments in oil and gas production*”.
- [4] Denny A. Jones, *Principle and Prevention of Corrosion 2nd Edition* (Singapore:Prentice Hall International, Inc 1999) Hal 5.
- [5] Patton, Charles C.1986, *Technology Applied Water, Oklahoma:Campbell Petroleum Series*
- [6] Johnsen, roy, Corrosion of Carbon Steel in Hydrocarbon Environments, (Inst. of Engineering Design and Materials, NTNU), Diakses Pada 20 Mei 2009 melalui [alamat: http://www.ivt.ntnu.no/ipm/und/fag/k_i/robmat/Forelesningsmatriell/15.06.2004%20Corrosion%20in%20hydrocarbon%20systems.pdf](http://www.ivt.ntnu.no/ipm/und/fag/k_i/robmat/Forelesningsmatriell/15.06.2004%20Corrosion%20in%20hydrocarbon%20systems.pdf)
- [7] Pierre Roberge, *Corrosion Inspection and Monitoring* (USA:WILEY-INTESCIENCE A John Willey & Sons, Inc.,Publication 2007)
- [8] Ahmad, Zaki, *Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control*, Elsevier Science & Technology Books,2006
- [9] Bayliss, D. A. dan D. H. Deacon, *Steelwork Corrosion Control 2nd Edition*, Taylor & Francis e-library, 2004
- [10] Chawla, S.L, Gupta, R.K, *Material Selection for Corrosion Control*, ASM International, Material Park, OH, 1993 Hal.132
- [11] Chawla, S.L, Gupta, R.K, *Material Selection for Corrosion Control*, ASM International, Material Park, OH, 1993 Hal.128-129
- [12] Chawla, S.L, Gupta, R.K, *Material Selection for Corrosion Control*, ASM International, Material Park, OH, 1993 Hal.124
- [13] Chawla, S.L, Gupta, R.K, *Material Selection for Corrosion Control*, ASM International, Material Park, OH, 1993

- [14] InterCorr Software, Predict version 4.0 Program for Evaluation and Determination of Corrosion of Steels, (InterCorr International Inc., Houston, TX, USA), Diakses pada 25 Mei 2009 melalui alamat: <http://www.intercorr.com/software/predict/predict.html>
- [15] InterCorr Software, Predict version 4.0 System Description, (InterCorr International Inc., Houston, TX, USA), Diakses pada 25 Mei 2009 melalui alamat: <http://www.intercorr.com/software/predict/predsysdesc.html>
- [16] InterCorr Software, Socrates version 7.(Socrates Help), InterCorr International Inc., Houston, TX, USA
- [17] InterCorr Software, Socrates 8.0 Selection of Corrosion Resistant Alloys Through Environment Specification, (InterCorr International Inc., Houston, TX, USA), Diakses pada 18 juni 2009 melalui alamat: <http://www.intercorr.com/software/socrates/soc.html>
- [18] Mcallister, E. W, *Pipe Line Rule of Thumb Fourth Edition*, Gulf Publishing Company, 1998
- [19] PT MEPI, *Process Design Basis Block A Gas Development*, PT MEPI, 2009
- [20] Julianto, Johannes, *Buku Pintar Migas Indonesia Wellhead, Hangers, and X-Mas Tree*, (Migas Indonesia, Indonesia), Diakses pada 3 Juni 2009 melalui alamat: http://migasindonesia.net/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=646
- [21] PT MEPI, *Process Flow Diagram Block A Gas Development*, PT MEPI, 2009
- [22] Migas Indonesia, *Rangkuman Diskusi Test Separator*, (Migas Indonesia Online, Indonesia), Diakses pada 3 Juni 2009 melalui alamat : [http://www.migas-indonesia.com/files/article/\(Process\)test_separator.doc](http://www.migas-indonesia.com/files/article/(Process)test_separator.doc)
- [23] Integrated Publishing, *Basic Separation Theory Gas Cooler*, (Port Richey, FL 34668, USA), diakses pada 5 Juni 2009 melalui alamat : http://www.tpub.com/content/doe/h1015v1/css/h1015v1_90.htm
- [24] Suherman, Dr-Ing., *Knock Out Drum*, (Teknik Kimia Undip, Indonesia), diakses pada 8 juni 2009 melalui alamat: <http://tekim.undip.ac.id/staf/suherman/files/2009/06/knock-out-drum.pdf>

- [25] Migas Indonesia, Rangkuman Diskusi Sweetening Unit dan Dehydration Unit, (Migas Indonesia Online, Indonesia), Diakses pada 3 Juni 2009 melalui alamat :
<http://migas-indonesia.com/index.php?module=article&sub=article&act=view&id=4193>
- [26] Springmann, Thomas dkk, Condensate Separator, (United States Patent, USA), Diakses pada 8 juni 2009 melalui alamat :
http://www.freepatentsonline.com/pdf_collections_server1/uspt/patent_pdf/5240/US5240486/pdf/US5240486.pdf?k=eb1f9b9449316b7f4b0a2fea751ecbad
- [27] Driedger ,Walter, Controlling Vessel and Tanks, (Senior Process Control Engineer for Colt Engineering of Calgary, Alberta, Canada), Diakses Pada 12 Juni 2009 melalui alamat : http://www.driedger.ca/ce6_v&t/CE6_V&T.html
- [28] CCI, Compressor Recycle Service, (CCI, Japan), Diakses pada 12 Juni 2009 melalui alamat : <http://www.ccijapan.co.jp/products/pdfs/cci/274.pdf>
- [29] Armstrong, David M, CC Series Condensate Cooler, (Armstrong Intenational. Inc, USA), Diakses pada 14 juni 2009 melalui alamat :
<http://www.armstronginternational.com/files/common/allproductscatalog/condensatecoolers.pdf>
- [30] Forbes Marshall, Condensate Flash Vessel, Steam Powered Pump, Steam Powered Pump Packaged Unit, (Forbes Marshall Company, Mumbai), Diakses pada 15 Juni 2009 melalui alamat : <http://www.forbesmarshall-inc.com/ProductPage.asp?ProdGrpId=98&ProdId=27>

LAMPIRAN

1. Hasil Perhitungan *Software Predict 4.0*

**PREDICT 3.2 Consultation Report
101 – Flow Data**

Flow Type: Horizontal

Env. Variables		Tubing	
Total Pressure, psia	100.00	Diameter, inches	3.00
Temperature, F	77.00	Roughness, inches	0.000000
CO2, %	24		
H2S, %	1		
Surface Tension, dyn/cm	25.05		

Gas Properties	Water Properties	Oil Properties
Prod. Rate: 178.70 (MMSCFD)	Prod. Rate: 2936.50 (bbbl/d)	Prod. Rate: 2508.10 (bbl/d)
Sp. Gravity: 0.40	Density, kg/m3: 1000.00	Density, kg/m3: 1000.00
Viscosity, cp: 0.02	Viscosity, cp: 1.00	Viscosity, cp: 2.38

Results

Sup. Liquid Vel., ft/s	<input type="checkbox"/>	Sup. Gas Vel., ft/s	<input type="checkbox"/>
Mixture Vel., ft/s	<input type="checkbox"/>	Liquid Hold-up	<input type="checkbox"/>
Reynolds No.	<input type="checkbox"/>	Froude No.	<input type="checkbox"/>
Frictional Pr. Drop, psia/ft	<input type="checkbox"/>	Shear Stress, Pa	<input type="checkbox"/>
Flow Regime			

Flow Regime Image

No Image Available

InterCorr International, Inc.

Tuesday, June 02, 2009

Page 1 of 2

**PREDICT 3.2 Consultation Report
101 – Corrosion Data**

Input Data

H2S, psia	10.48	Gas/Oil, scf/bbl	71249.15
CO2, psia	238.47	Water/Gas, bbbl/MMSCF	16.43
Oper. Temp., F	216.00	Total Press., psia	965.70
Chlorides, ppm	10000.00	Water Cut, %	0.00
HCO3, ppm	0	Oil Type	
Fluid Velocity, ft/s	7.20	Oxygen, ppb	0.00
Sulfur	FALSE	Acetate, ppm	0.00
Corr. Allowance, mils	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Service Life, yrs	20.00	Measured pH	7.00
Type of Flow	Horizontal	Use Measured pH?	NO
Method of Inhibition	No Treatment		
Inhibition Efficiency	None (<25%)		
System of Units	English		

Results

Calculated pH	3.58	Calc. Dew Pt. F	338.90
Steel Corrosion Index	1307.08 mpy	Liq. Water	13.23 bbbl/MMscf
Water Liq. Fraction	0.81	Water Vap. Fraction	0.19

Consultation Notes

The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

Add your comments here

InterCorr International, Inc.

Tuesday, June 02, 2009

**PREDICT 3.2 Consultation Report
102 – Flow Data**

Flow Type: Horizontal

Env. Variables		Tubing	
Total Pressure, psia	100.00	Diameter, inches	3.00
Temperature, F	77.00	Roughness, inches	0.000000
CO2, %	24		
H2S, %	1		
Surface Tension, dyn/cm	25.05		

Gas Properties	Water Properties	Oil Properties
Prod. Rate: 177.50 (MMSCFD)	Prod. Rate: 3043.00 (bbbl/d)	Prod. Rate: 2062.30 (bbl/d)
Sp. Gravity: 0.40	Density, kg/m3: 1000.00	Density, kg/m3: 1000.00
Viscosity, cp: 0.02	Viscosity, cp: 1.00	Viscosity, cp: 2.38

Results

Sup. Liquid Vel., ft/s	<input type="checkbox"/>	Sup. Gas Vel., ft/s	<input type="checkbox"/>
Mixture Vel., ft/s	<input type="checkbox"/>	Liquid Hold-up	<input type="checkbox"/>
Reynolds No.	<input type="checkbox"/>	Froude No.	<input type="checkbox"/>
Frictional Pr. Drop, psia/ft	<input type="checkbox"/>	Shear Stress, Pa	<input type="checkbox"/>
Flow Regime			

Flow Regime Image

No Image Available

InterCorr International, Inc.

Tuesday, June 02, 2009

Page 1 of 2

**PREDICT 3.2 Consultation Report
102 – Corrosion Data**

Input Data

H2S, psia	9.92	Gas/Oil, scf/bbl	66709.24
CO2, psia	238.26	Water/Gas, bbbl/MMSCF	17.14
Oper. Temp., F	200.00	Total Press., psia	944.70
Chlorides, ppm	10000.00	Water Cut, %	0.00
HCO3, ppm	0	Oil Type	
Fluid Velocity, ft/s	7.55	Oxygen, ppb	0.00
Sulfur	FALSE	Acetate, ppm	0.00
Corr. Allowance, mils	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Service Life, yrs	20.00	Measured pH	7.00
Type of Flow	Horizontal	Use Measured pH?	NO
Method of Inhibition	No Treatment		
Inhibition Efficiency	None (<25%)		
System of Units	English		

Results

Calculated pH	3.58	Calc. Dew Pt. F	340.30
Steel Corrosion Index	945.97 mpy	Liq. Water	14.98 bbbl/MMscf
Water Liq. Fraction	0.98	Water Vap. Fraction	0.14

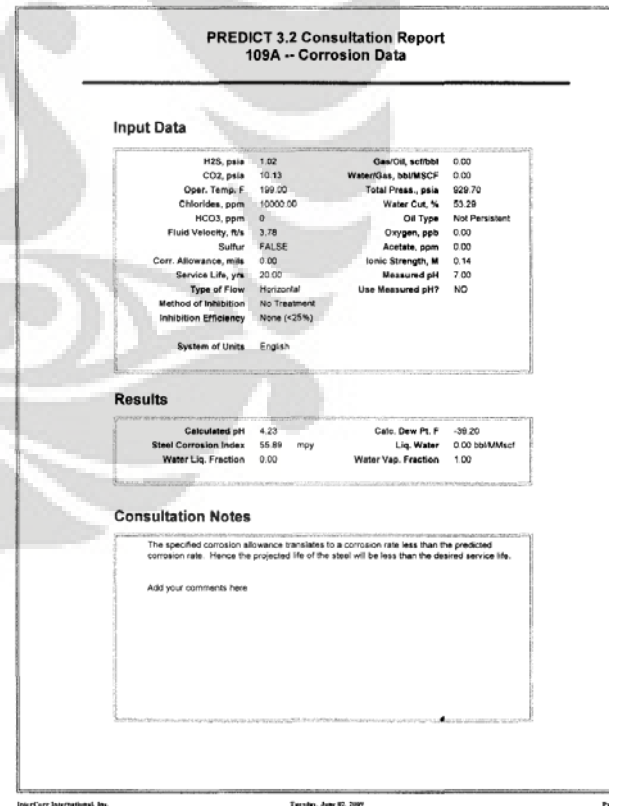
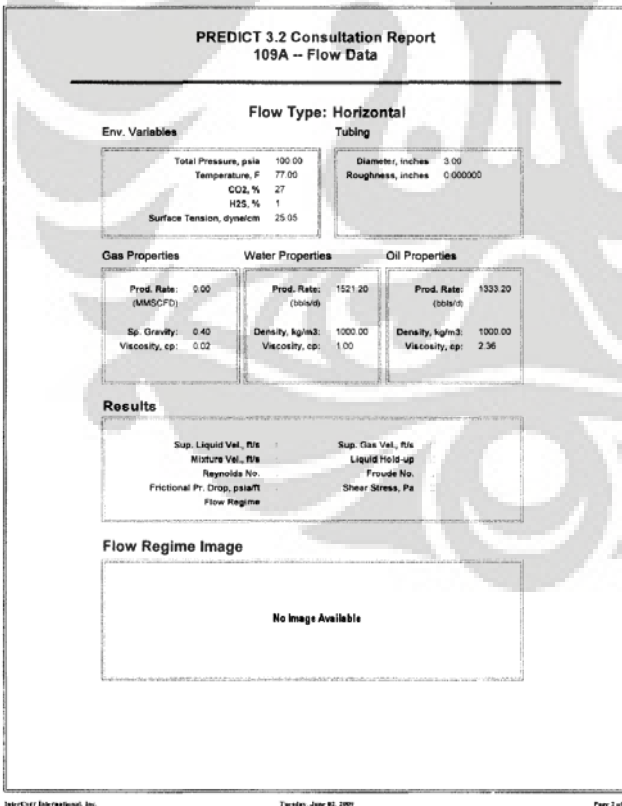
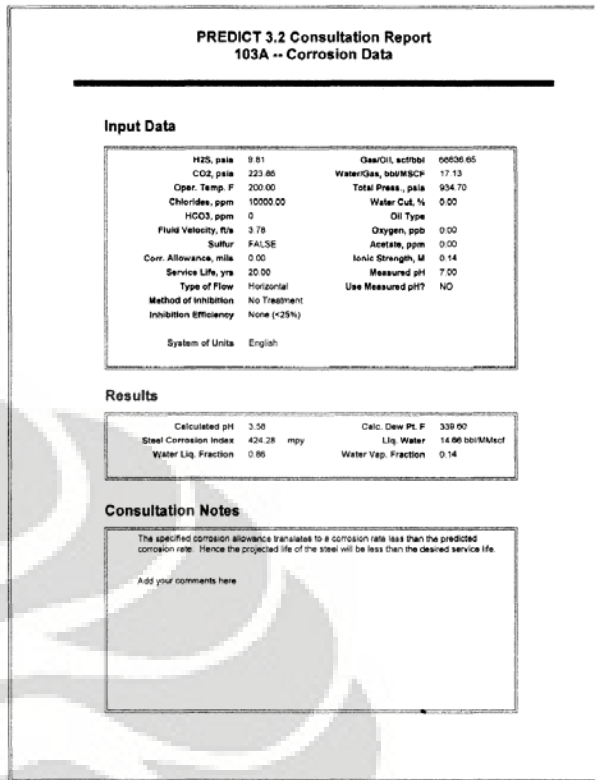
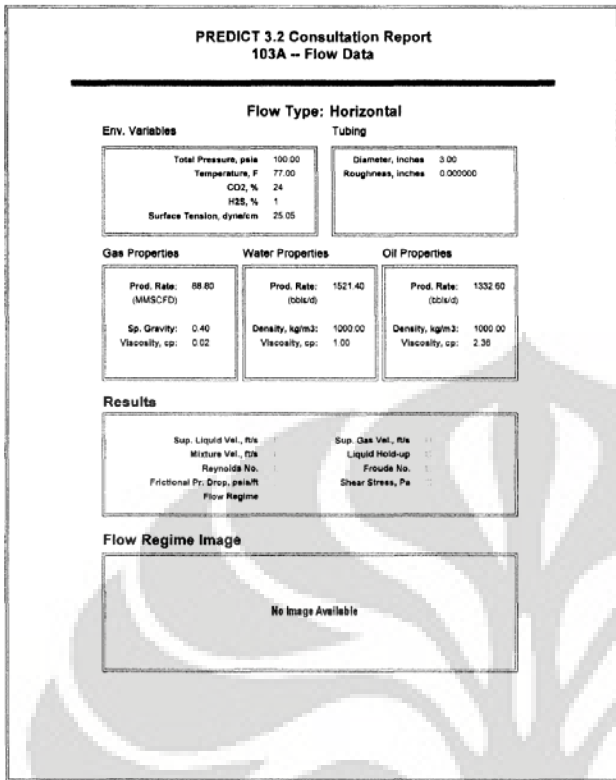
Consultation Notes

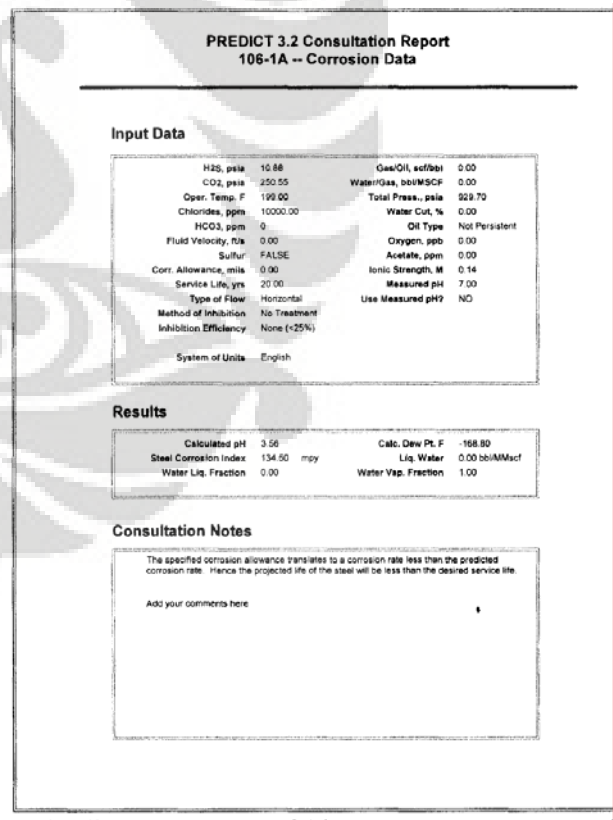
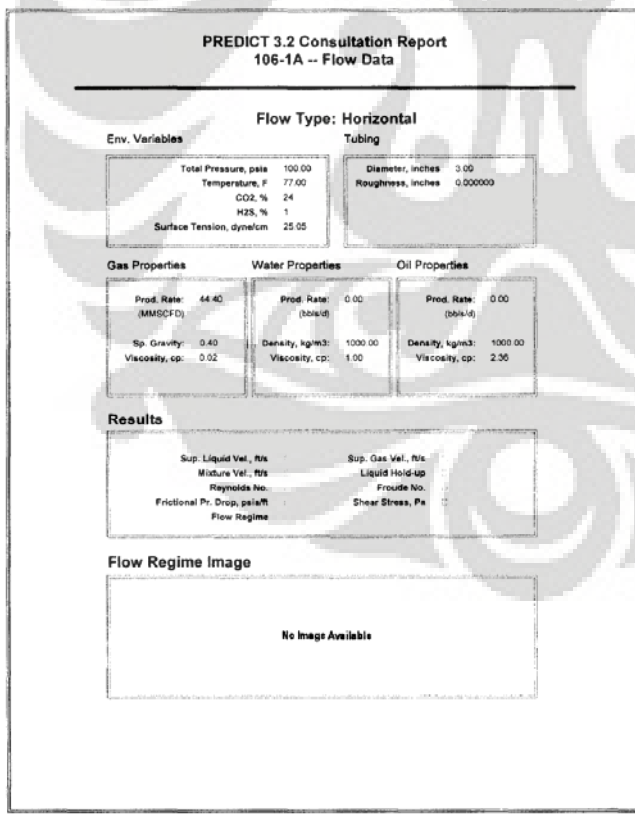
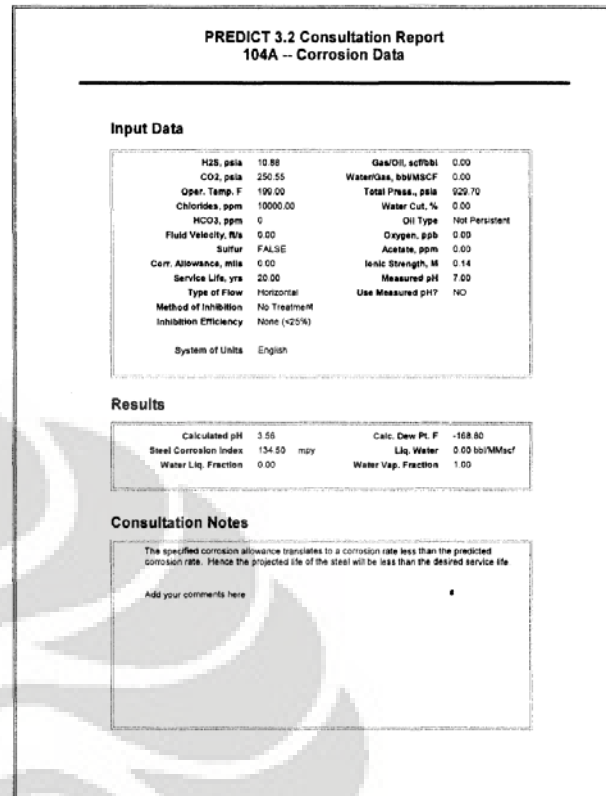
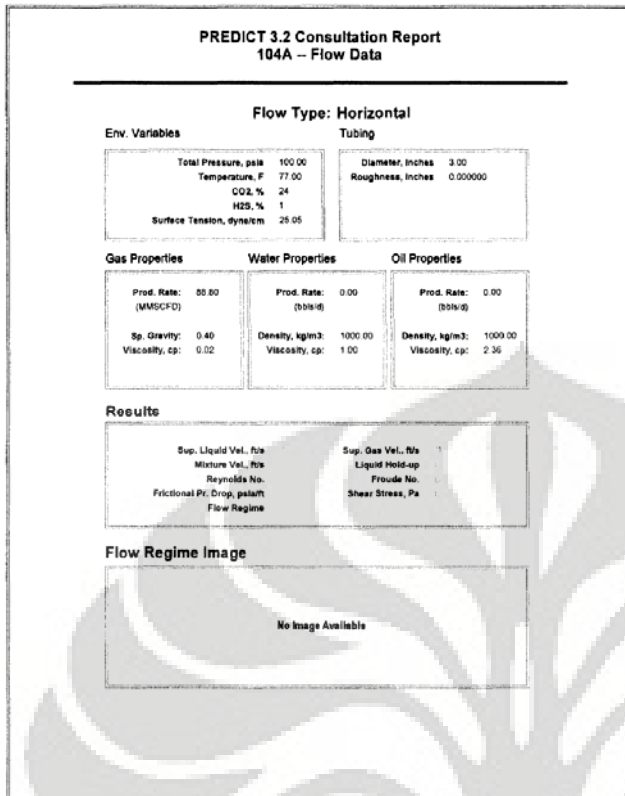
The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

Add your comments here

InterCorr International, Inc.

Tuesday, June 02, 2009





PREDICT 3.2 Consultation Report 107-1A -- Flow Data

Flow Type: Horizontal

Env. Variables	Tubing
Total Pressure, psia: 100.00 Temperature, F: 77.00 CO ₂ , %: 24 H ₂ S, %: 1 Surface Tension, dyne/cm: 25.05	Diameter, inches: 3.00 Roughness, inches: 0.000000

Gas Properties	Water Properties	Oil Properties
Prod. Rate: 43.70 (MMSCFD) Sp. Gravity: 0.40 Viscosity, cp: 0.02	Prod. Rate: 04.10 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 1.00	Prod. Rate: 92.80 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 2.36

Results

Sup. Liquid Vel., ft/s	Sup. Gas Vel., ft/s
Mixture Vel., ft/s	Liquid Hold-up
Reynolds No.	Froude No.
Frictional Pr. Drop, psia/ft	Shear Stress, Pa
Flow Regime	

Flow Regime Image

No Image Available

InvoCorr International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 2 of 2

PREDICT 3.2 Consultation Report 107-1A -- Corrosion Data

Input Data

H ₂ S, psia: 10.70	Gas/Oil, scf/bbl: 470905.17
CO ₂ , psia: 247.86	Water/Gas, bbl/MMSCF: 1.82
Oper. Temp. F: 120.00	Total Press., psia: 919.70
Chlorides, ppm: 10000.00	Water Cut, %: 0.00
HCO ₃ , ppm: 0	Oil Type
Fluid Velocity, ft/s: 0.23	Oxygen, ppb: 0.00
Sulfur: FALSE	Acetate, ppm: 0.00
Corr. Allowance, mils: 0.00	Ionic Strength, M: 0.14
Service Life, yrs: 20.00	Measured pH: 7.00
Type of Flow: Horizontal	Use Measured pH?: NO
Method of Inhibition: No Treatment	
Inhibition Efficiency: None (<25%)	
System of Units: English	

Results

Calculated pH: 3.42	Calc. Dew Pt. F: 165.80
Steel Corrosion Index: 281.34 mpy	Liq. Water: 1.96 bbl/MMscf
Water Liq. Fraction: 0.81	Water Vap. Fraction: 0.19

Consultation Notes

The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

Add your comments here

InvoCorr International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 2 of 2

PREDICT 3.2 Consultation Report 107-1 -- Flow Data

Flow Type: Horizontal

Env. Variables	Tubing
Total Pressure, psia: 100.00 Temperature, F: 77.00 CO ₂ , %: 24 H ₂ S, %: 1 Surface Tension, dyne/cm: 25.05	Diameter, inches: 3.00 Roughness, inches: 0.000000

Gas Properties	Water Properties	Oil Properties
Prod. Rate: 67.40 (MMSCFD) Sp. Gravity: 0.40 Viscosity, cp: 0.02	Prod. Rate: 168.10 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 1.00	Prod. Rate: 185.50 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 2.36

Results

Sup. Liquid Vel., ft/s	Sup. Gas Vel., ft/s
Mixture Vel., ft/s	Liquid Hold-up
Reynolds No.	Froude No.
Frictional Pr. Drop, psia/ft	Shear Stress, Pa
Flow Regime	

Flow Regime Image

No Image Available

InvoCorr International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 2 of 2

PREDICT 3.2 Consultation Report 107-1 -- Corrosion Data

Input Data

H ₂ S, psia: 10.70	Gas/Oil, scf/bbl: 471159.03
CO ₂ , psia: 247.86	Water/Gas, bbl/MMSCF: 1.82
Oper. Temp. F: 120.00	Total Press., psia: 919.70
Chlorides, ppm: 10000.00	Water Cut, %: 0.00
HCO ₃ , ppm: 0	Oil Type
Fluid Velocity, ft/s: 0.47	Oxygen, ppb: 0.00
Sulfur: FALSE	Acetate, ppm: 0.00
Corr. Allowance, mils: 0.00	Ionic Strength, M: 0.14
Service Life, yrs: 20.00	Measured pH: 7.00
Type of Flow: Horizontal	Use Measured pH?: NO
Method of Inhibition: No Treatment	
Inhibition Efficiency: None (<25%)	
System of Units: English	

Results

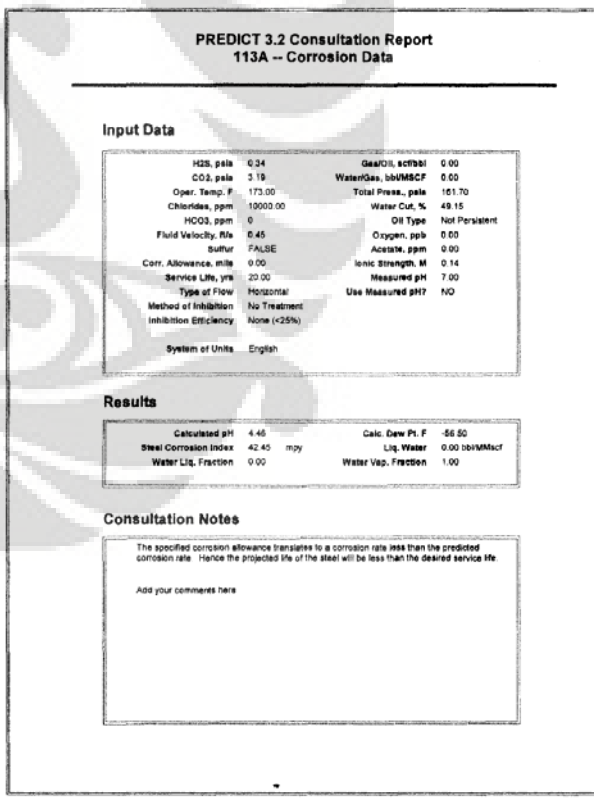
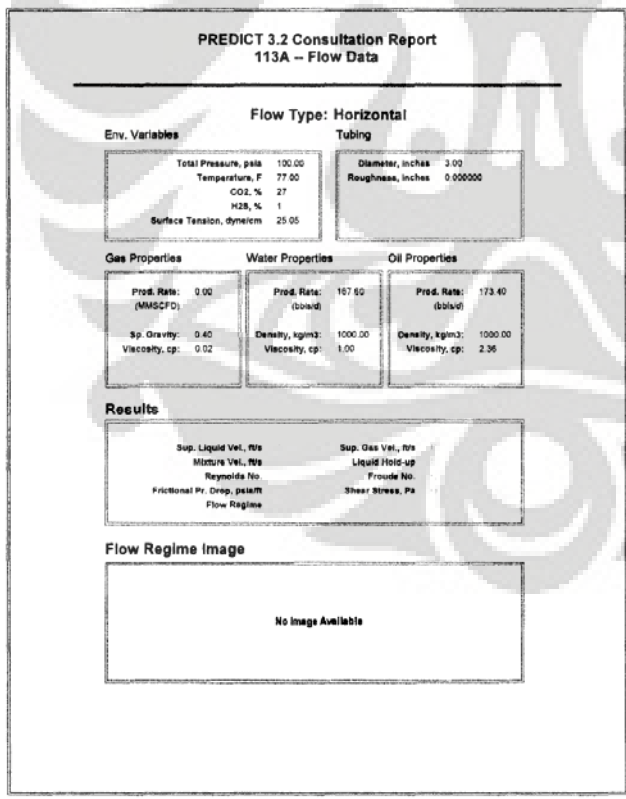
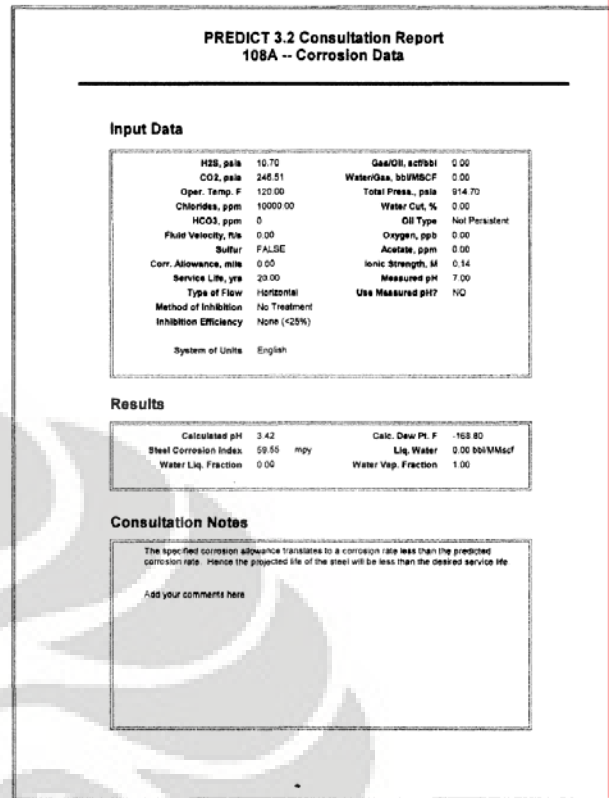
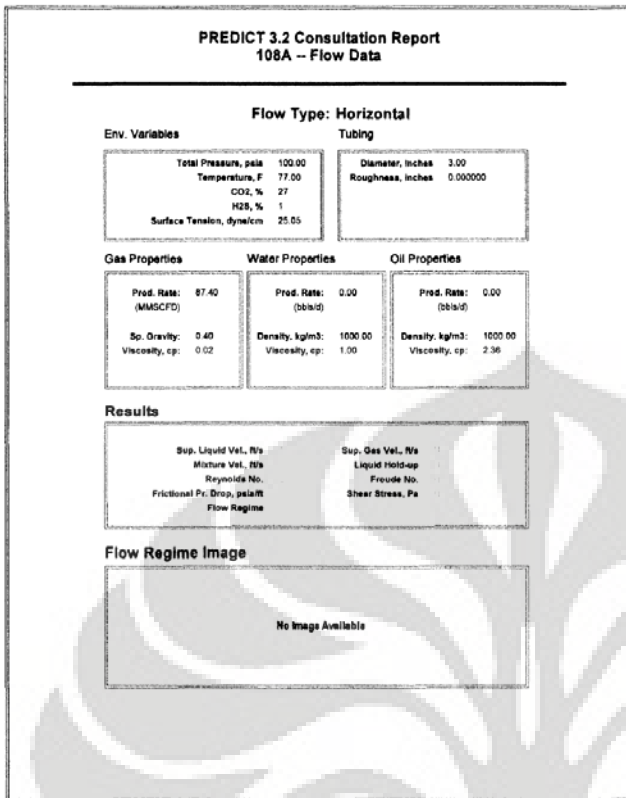
Calculated pH: 3.42	Calc. Dew Pt. F: 165.80
Steel Corrosion Index: 283.88 mpy	Liq. Water: 1.96 bbl/MMscf
Water Liq. Fraction: 0.81	Water Vap. Fraction: 0.19

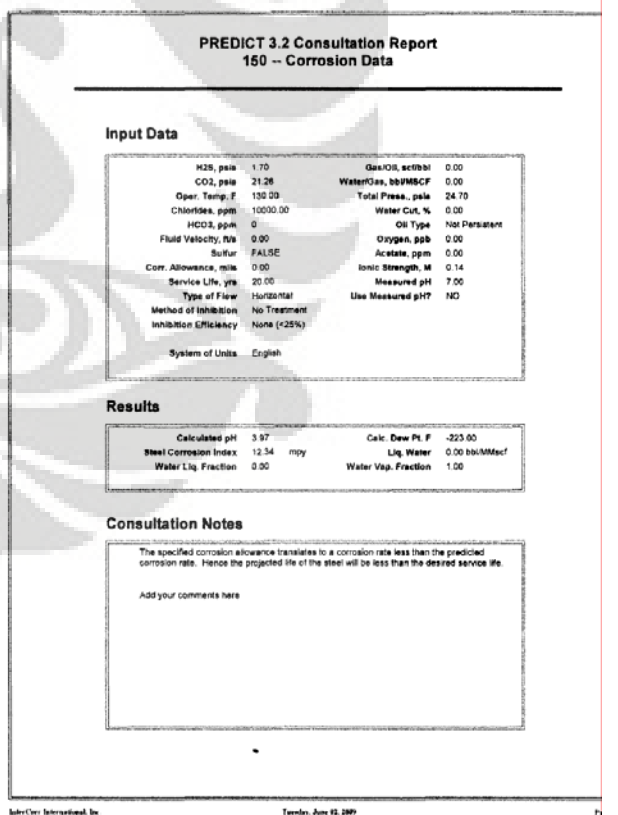
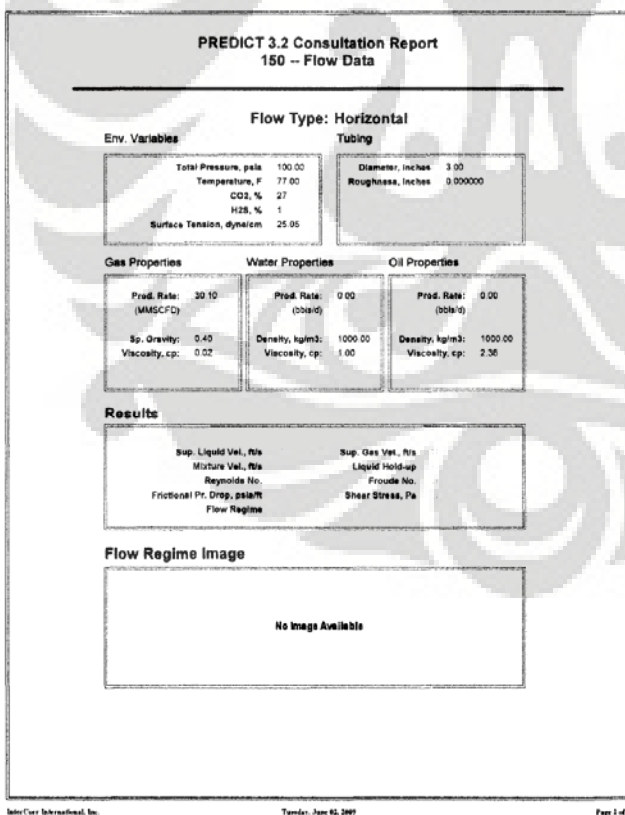
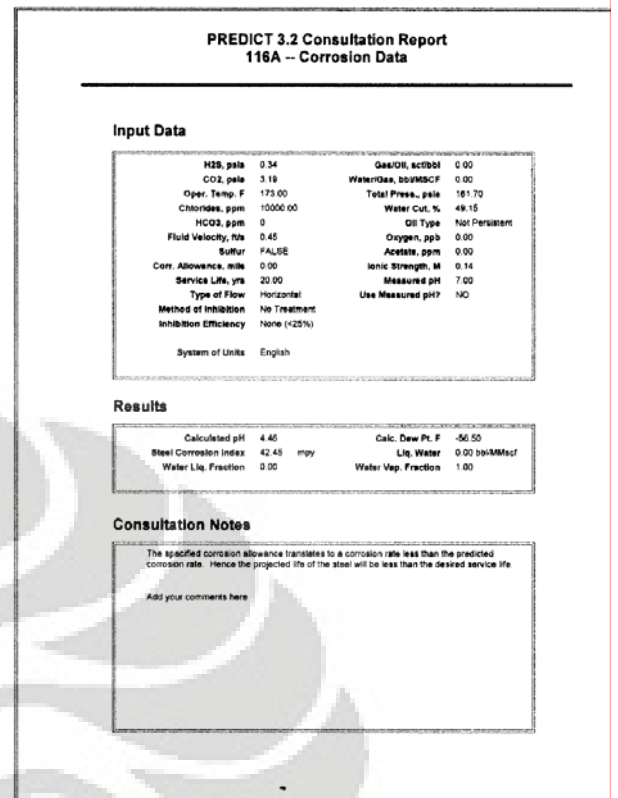
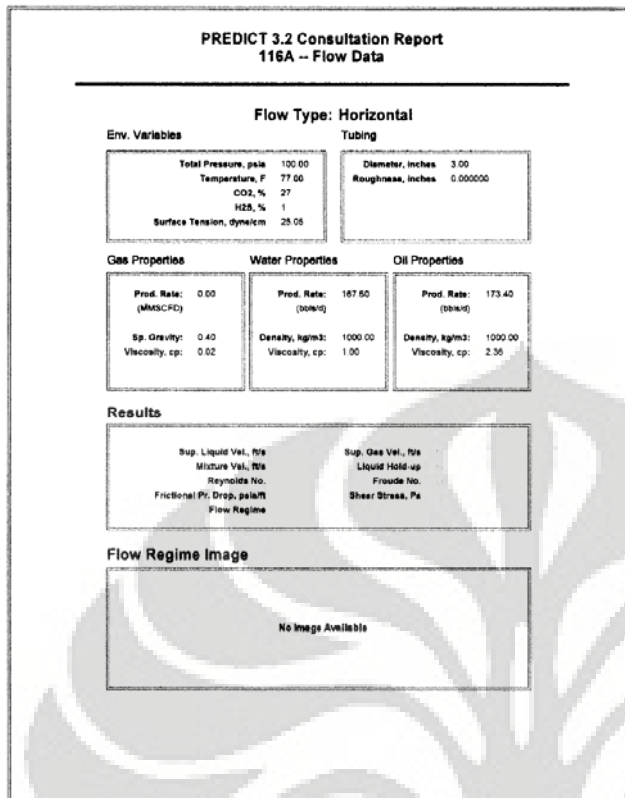
Consultation Notes

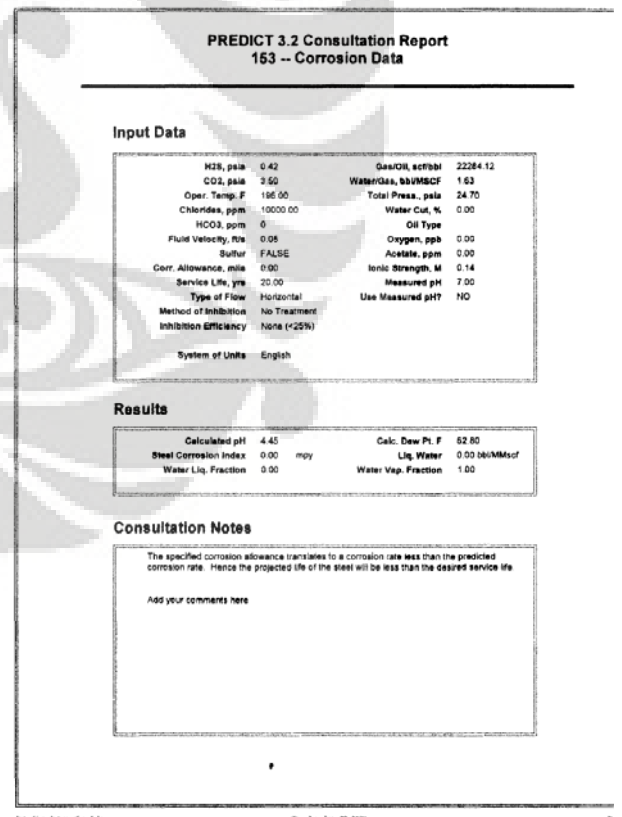
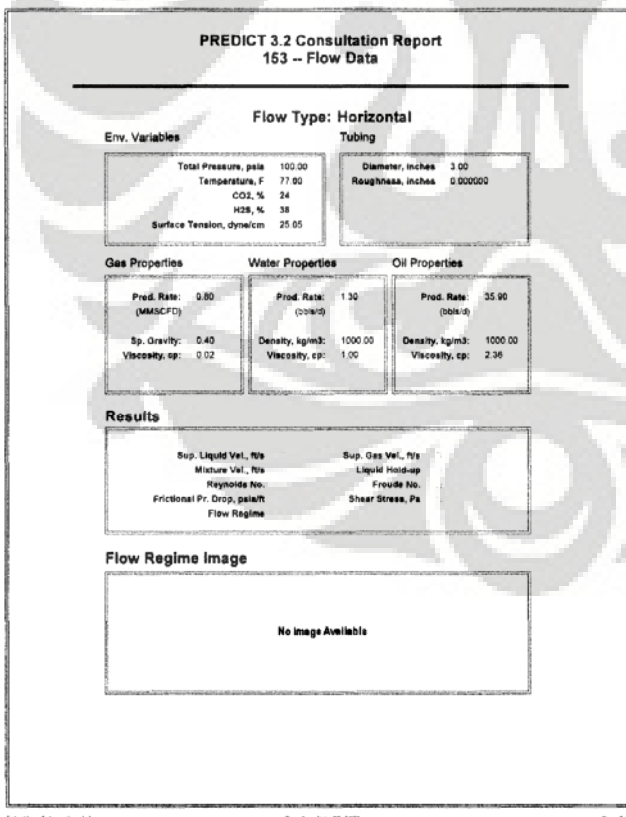
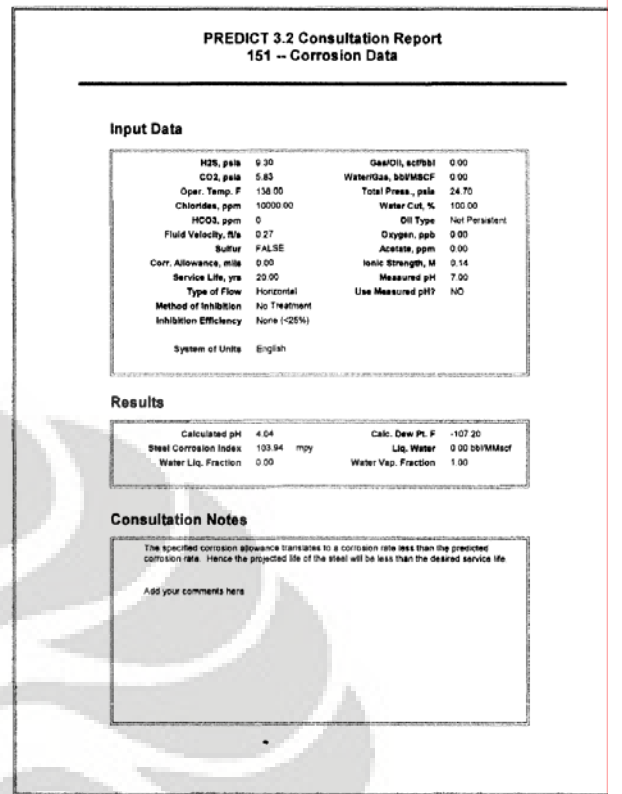
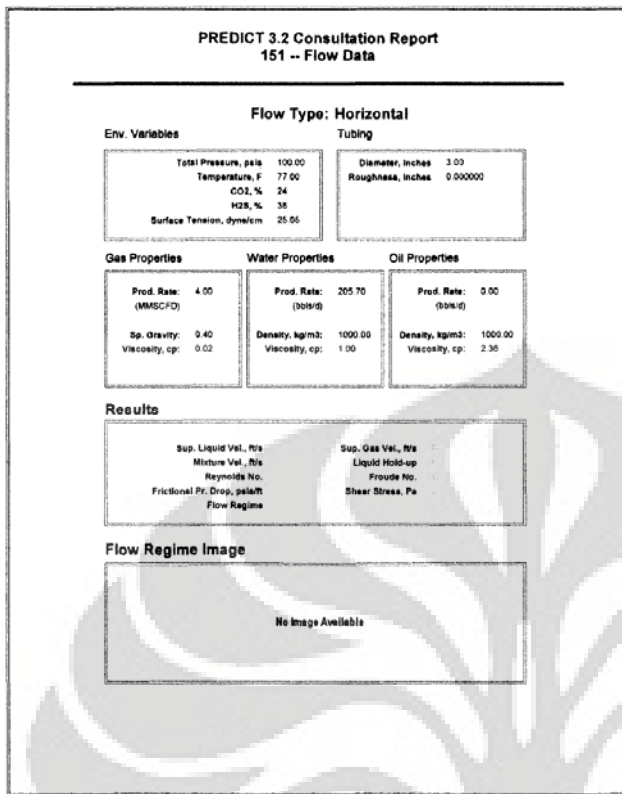
The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

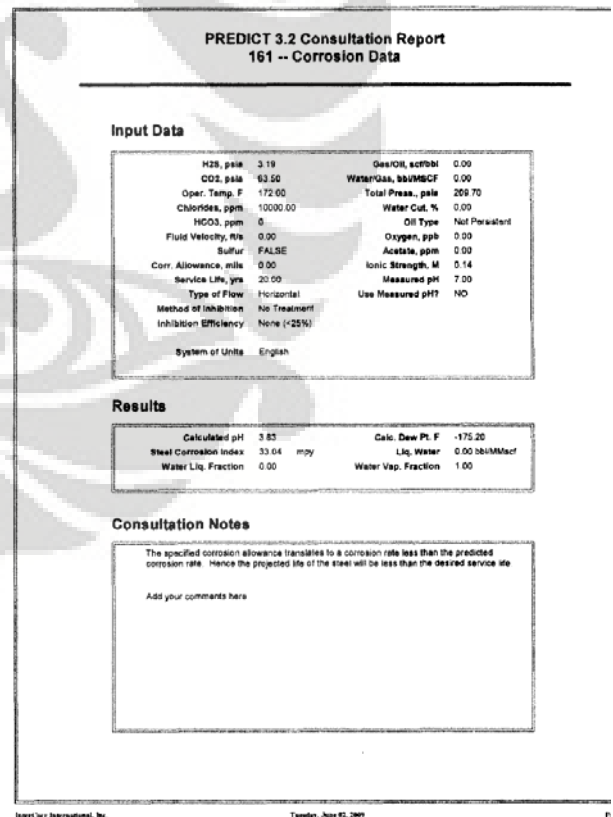
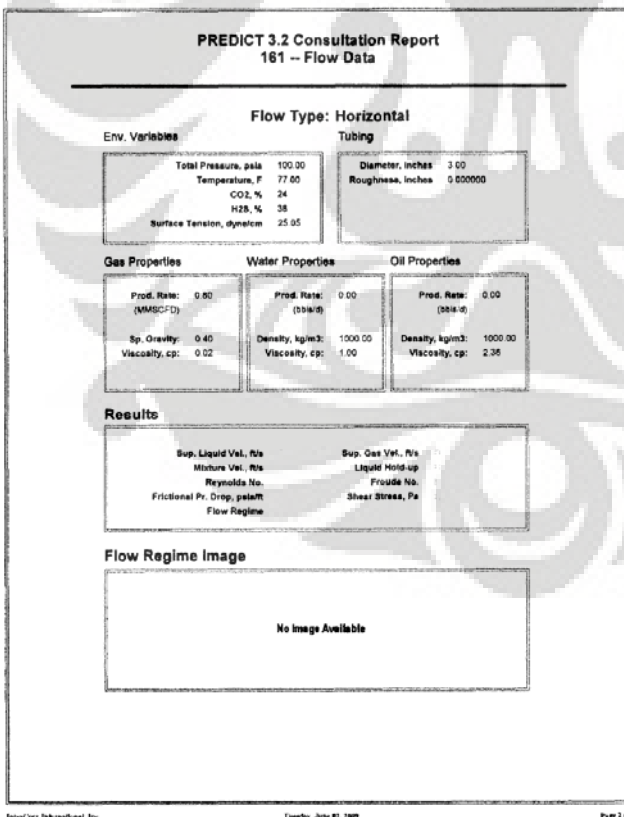
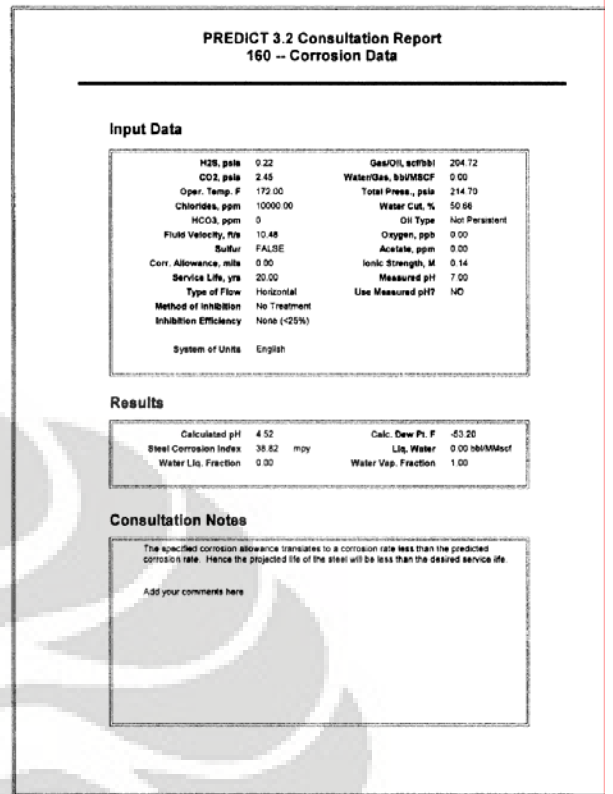
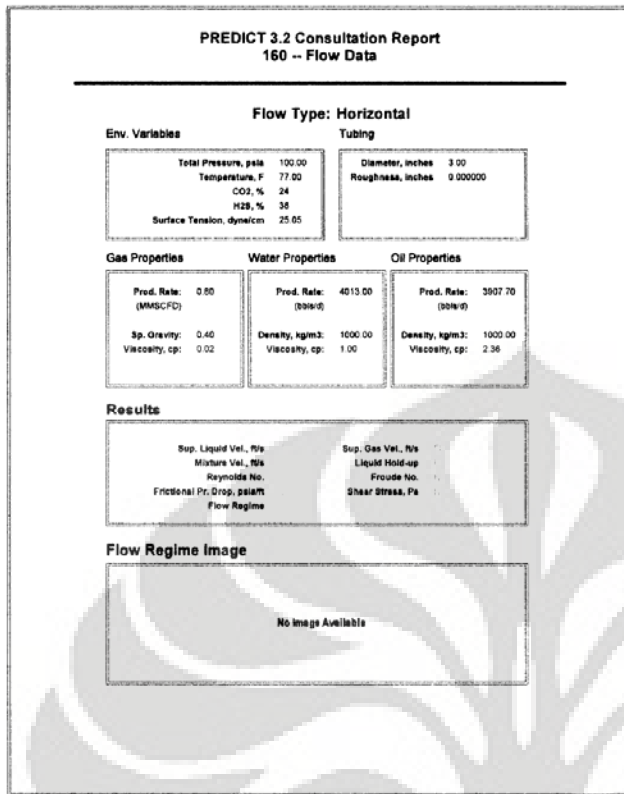
Add your comments here

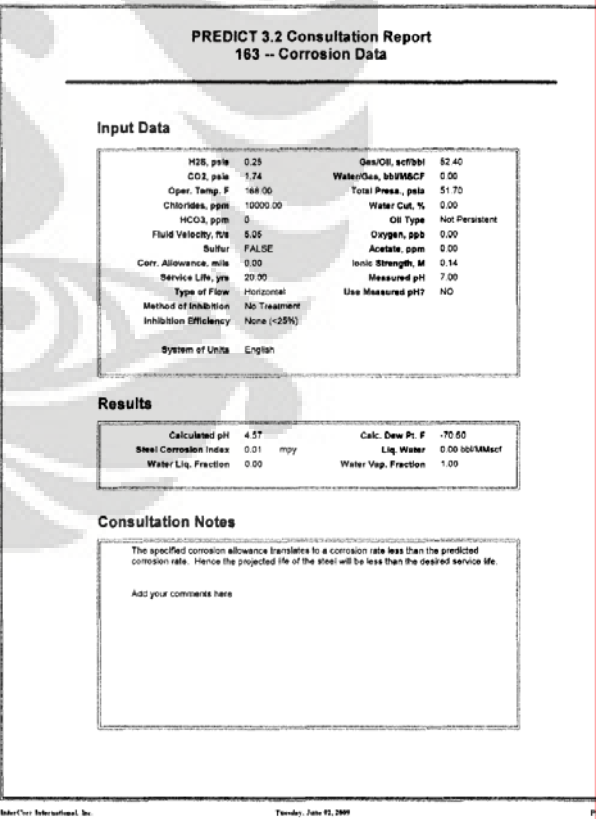
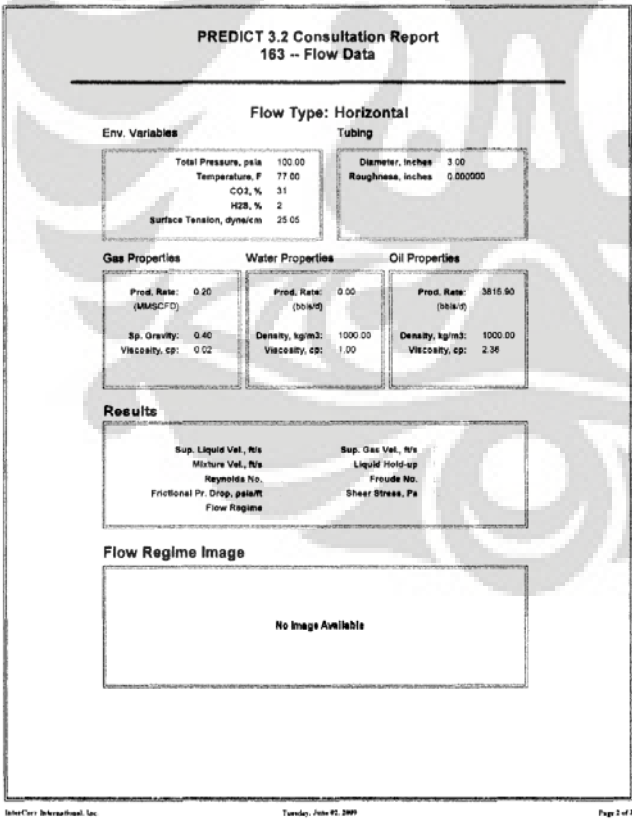
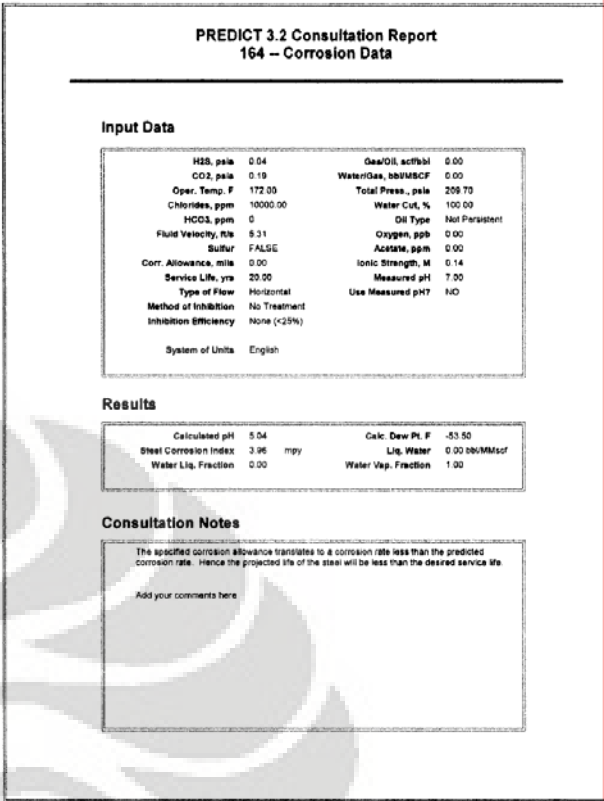
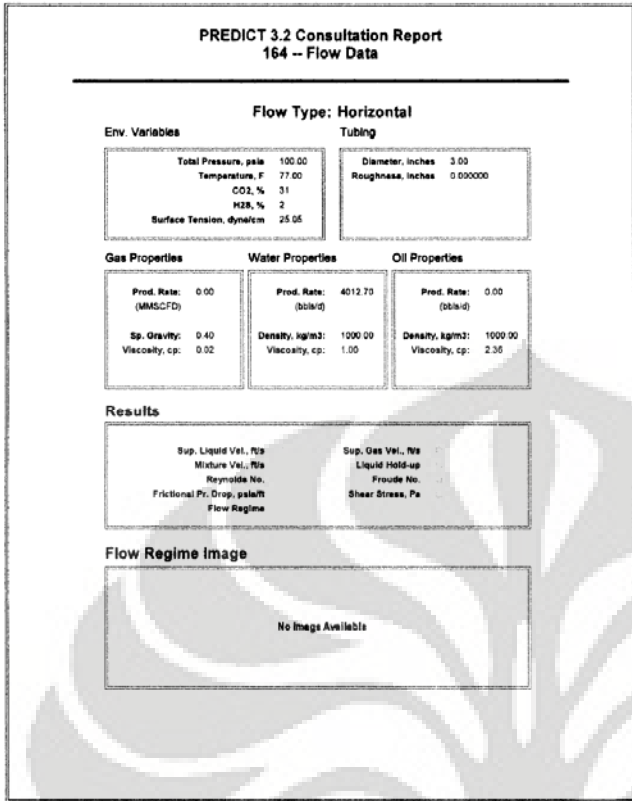
InvoCorr International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 2 of 2

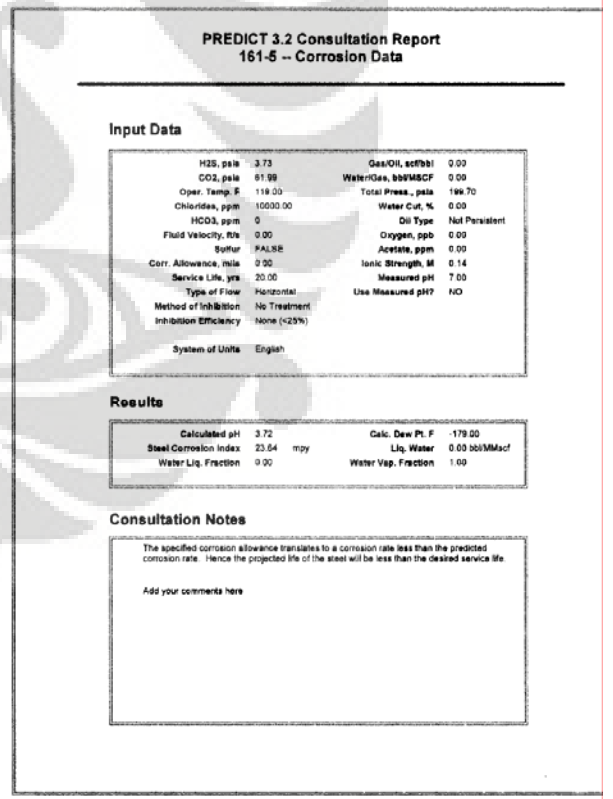
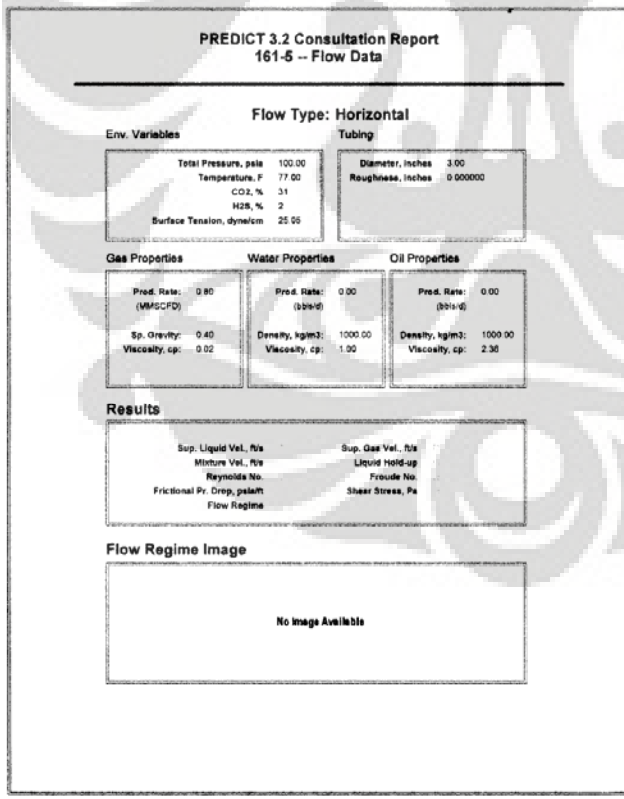
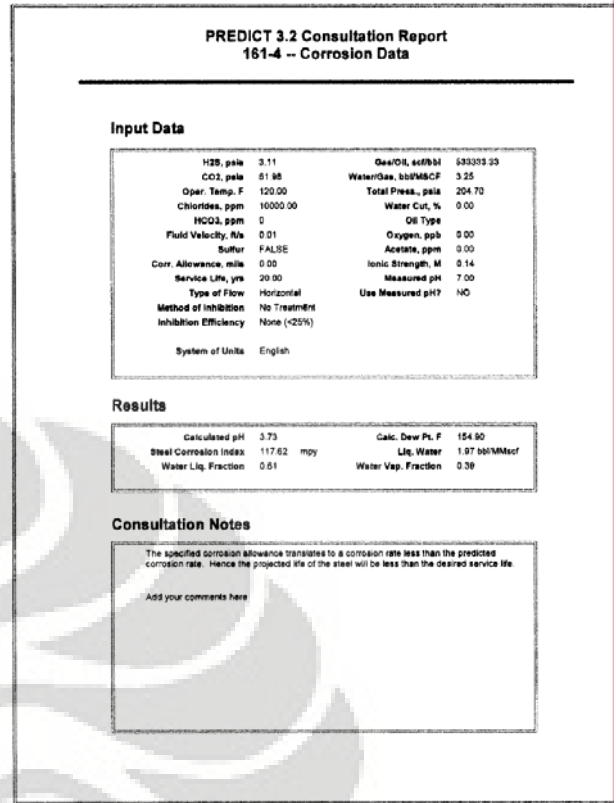
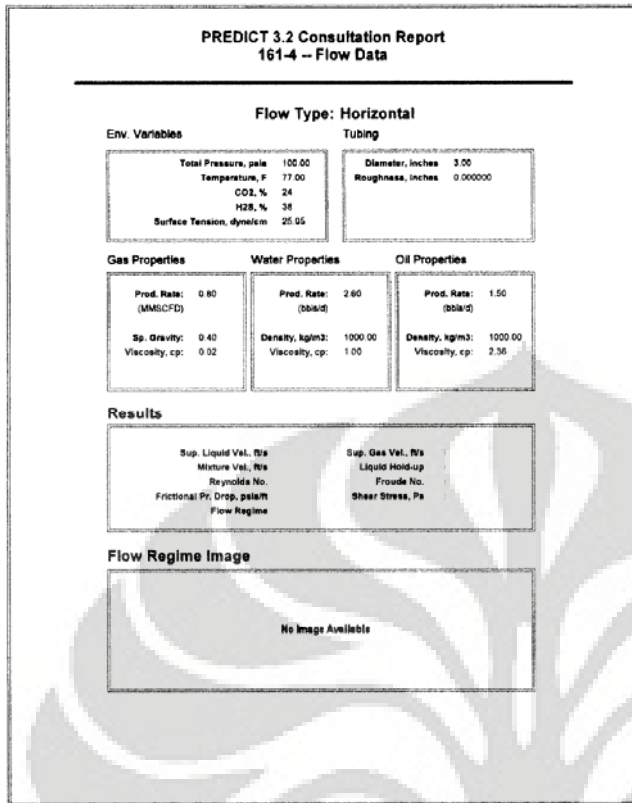


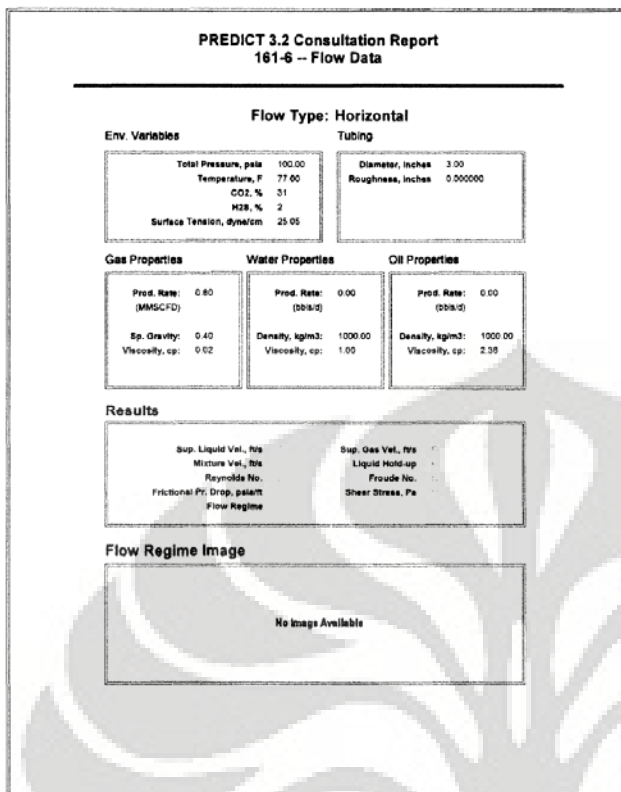












InterCorr International, Inc.

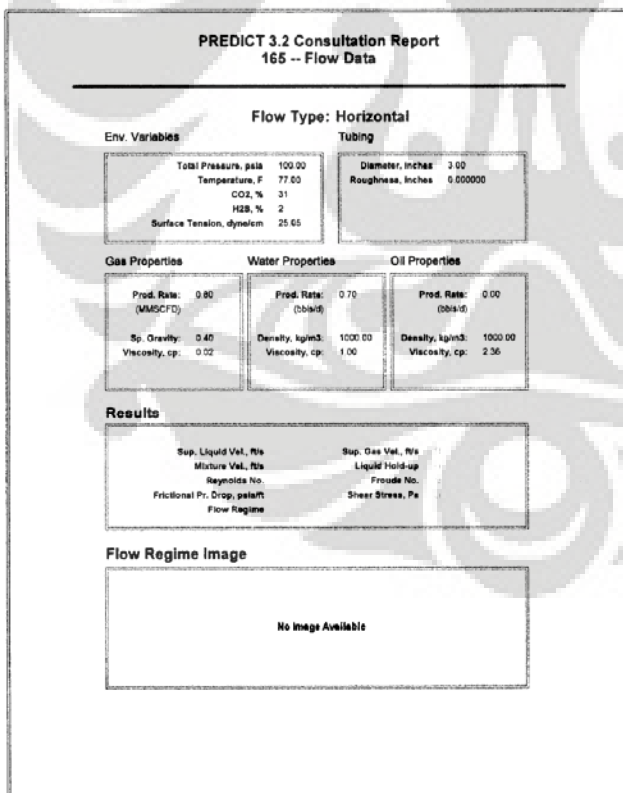
Tuesday, June 02, 2009

Page 2 of 2

InterCorr International, Inc.

Tuesday, June 02, 2009

1



InterCorr International, Inc.

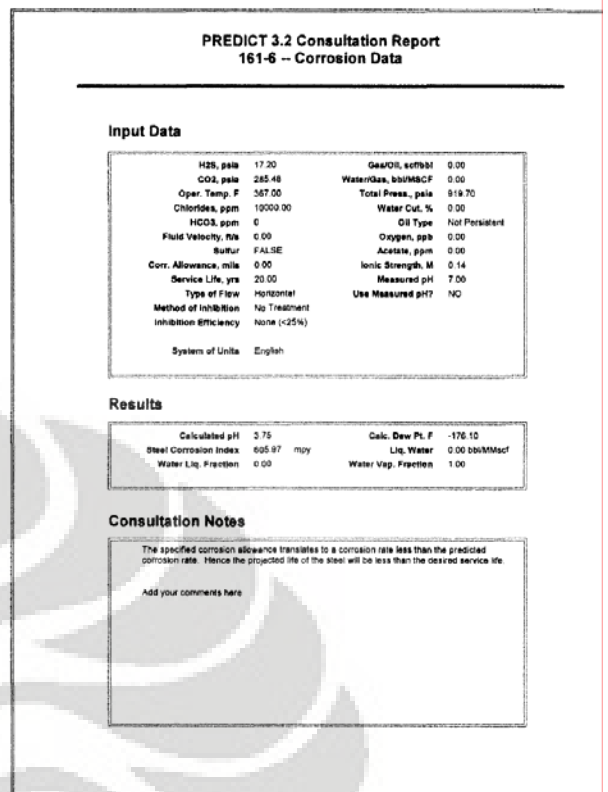
Tuesday, June 02, 2009

Page 2 of 2

InterCorr International, Inc.

Tuesday, June 02, 2009

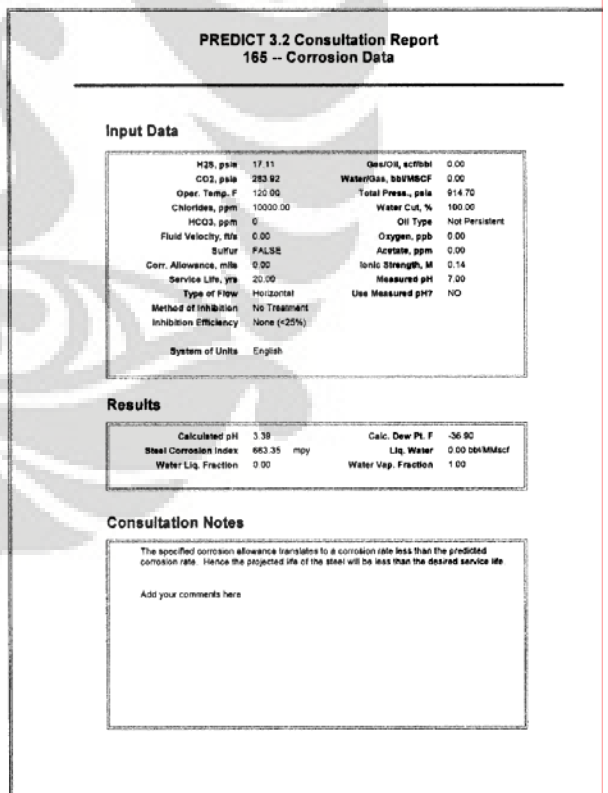
1



InterCorr International, Inc.

Tuesday, June 02, 2009

1



InterCorr International, Inc.

Tuesday, June 02, 2009

1

PREDICT 3.2 Consultation Report 163-1 -- Flow Data

Flow Type: Horizontal

Env. Variables	Tubing
Total Pressure, psia: 100.00 Temperature, F: 77.00 CO ₂ , %: 31 H ₂ S, %: 2 Surface Tension, dynes/cm: 25.65	Diameter, inches: 3.00 Roughness, inches: 0.000000

Gas Properties	Water Properties	Oil Properties
Prod. Rate: 0.30 (MMSCFD) Sp. Gravity: 0.40 Viscosity, cp: 0.02	Prod. Rate: 0.00 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 1.00	Prod. Rate: 3883.40 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 2.35

Results

Sup. Liquid Vel., ft/s Mixture Vel., ft/s Reynolds No. Frictional Pr. Drop, psia/ft Flow Regime	Sup. Gas Vel., ft/s Liquid Hold-up Froude No. Shear Stress, Pa
---	---

Flow Regime Image

No image Available

InterCorr International, Inc.

Tuesday, July 02, 2009

Page 2 of 2

InterCorr International, Inc.

Tuesday, July 02, 2009

Page 1 of 1

PREDICT 3.2 Consultation Report 163-2 -- Flow Data

Flow Type: Horizontal

Env. Variables	Tubing
Total Pressure, psia: 100.00 Temperature, F: 77.00 CO ₂ , %: 31 H ₂ S, %: 2 Surface Tension, dynes/cm: 25.65	Diameter, inches: 3.00 Roughness, inches: 0.000000

Gas Properties	Water Properties	Oil Properties
Prod. Rate: 0.30 (MMSCFD) Sp. Gravity: 0.40 Viscosity, cp: 0.02	Prod. Rate: 0.00 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 1.00	Prod. Rate: 3883.40 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 2.35

Results

Sup. Liquid Vel., ft/s Mixture Vel., ft/s Reynolds No. Frictional Pr. Drop, psia/ft Flow Regime	Sup. Gas Vel., ft/s Liquid Hold-up Froude No. Shear Stress, Pa
---	---

Flow Regime Image

No image Available

InterCorr International, Inc.

Tuesday, July 02, 2009

Page 2 of 2

InterCorr International, Inc.

Tuesday, July 02, 2009

Page 1 of 1

PREDICT 3.2 Consultation Report 163-1 -- Corrosion Data

Input Data

H ₂ S, psia: 0.20 CO ₂ , psia: 1.40 Oper. Temp, F: 215.00 Chlorides, ppm: 10000.00 HCO ₃ , ppm: 0 Fluid Velocity, ft/s: 5.14 Sulfur: FALSE Corr. Allowance, mils: 0.00 Service Life, yrs: 20.00 Type of Flow: Horizontal Method of Inhibition: No Treatment Inhibition Efficiency: None (<25%) System of Units: English	Gas/Oil, scf/bbl: 77.25 Water/Gas, bbl/MMSCF: 0.00 Total Press., psia: 41.70 Water Cut, %: 0.00 Oil Type: Not Persistent Oxygen, ppb: 0.00 Acetic, ppm: 0.00 Ionic Strength, M: 0.14 Measured pH: 7.00 Use Measured pH?: NO
--	--

Results

Calculated pH: 4.65 Steel Corrosion Index: 0.03 mpy Water Liq. Fraction: 0.00	Calc. Dew Pt, F: -73.30 Liq. Water: 0.00 bbl/MMscf Water Vap. Fraction: 1.00
---	--

Consultation Notes

The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

Add your comments here

InterCorr International, Inc.

Tuesday, July 02, 2009

Page 1 of 1

PREDICT 3.2 Consultation Report 163-2 -- Corrosion Data

Input Data

H ₂ S, psia: 0.20 CO ₂ , psia: 1.40 Oper. Temp, F: 215.00 Chlorides, ppm: 10000.00 HCO ₃ , ppm: 0 Fluid Velocity, ft/s: 5.14 Sulfur: FALSE Corr. Allowance, mils: 0.00 Service Life, yrs: 20.00 Type of Flow: Horizontal Method of Inhibition: No Treatment Inhibition Efficiency: None (<25%) System of Units: English	Gas/Oil, scf/bbl: 77.25 Water/Gas, bbl/MMSCF: 0.00 Total Press., psia: 41.70 Water Cut, %: 0.00 Oil Type: Not Persistent Oxygen, ppb: 0.00 Acetic, ppm: 0.00 Ionic Strength, M: 0.14 Measured pH: 7.00 Use Measured pH?: NO
--	--

Results

Calculated pH: 4.65 Steel Corrosion Index: 0.03 mpy Water Liq. Fraction: 0.00	Calc. Dew Pt, F: -73.30 Liq. Water: 0.00 bbl/MMscf Water Vap. Fraction: 1.00
---	--

Consultation Notes

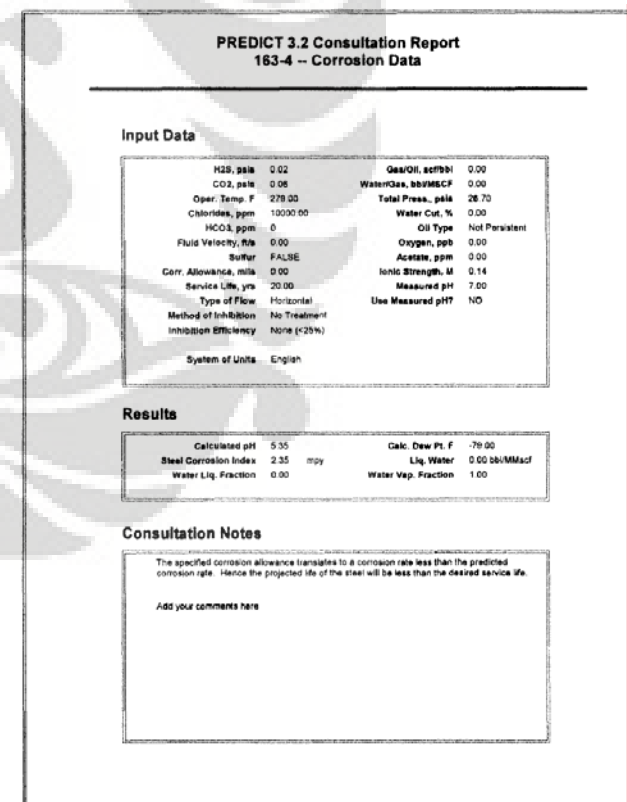
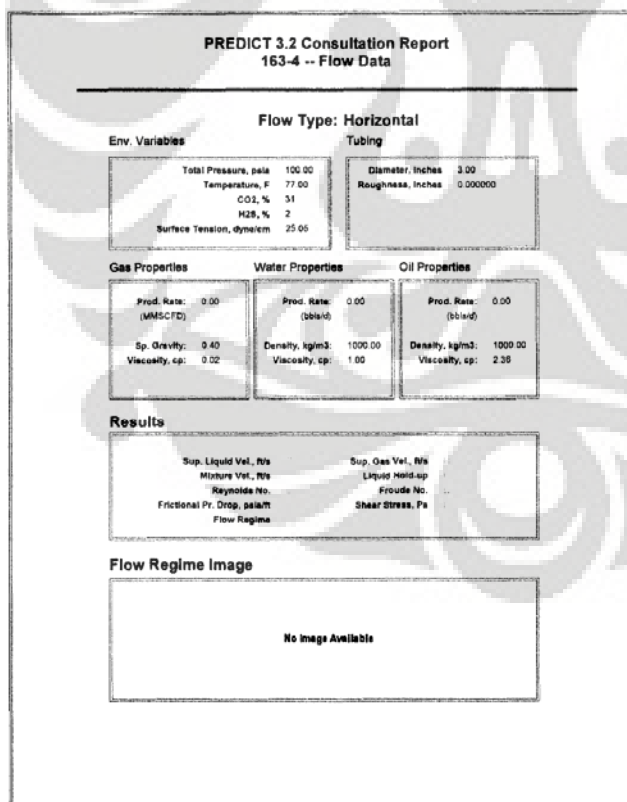
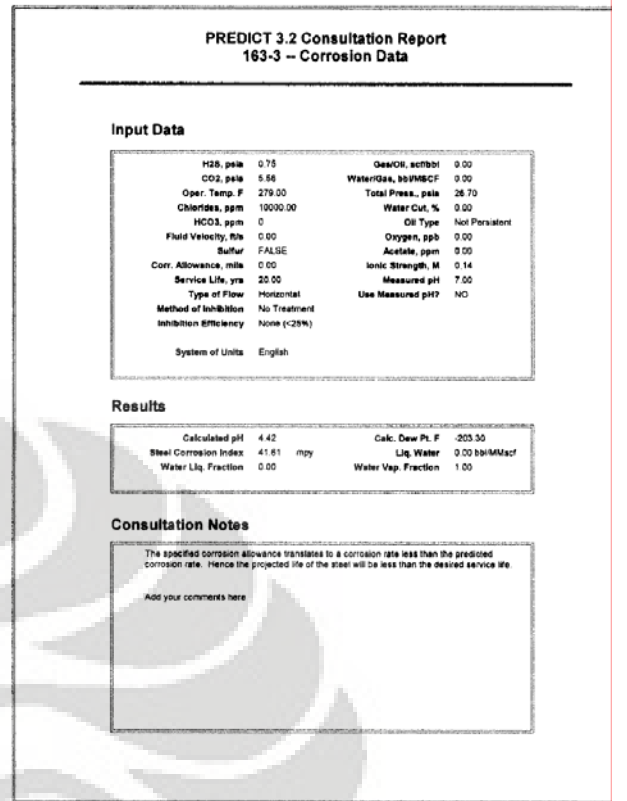
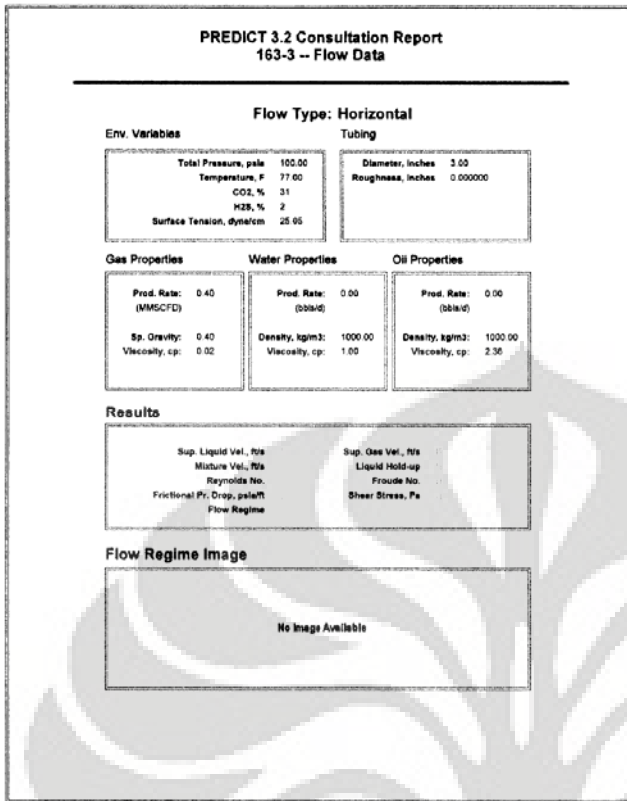
The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

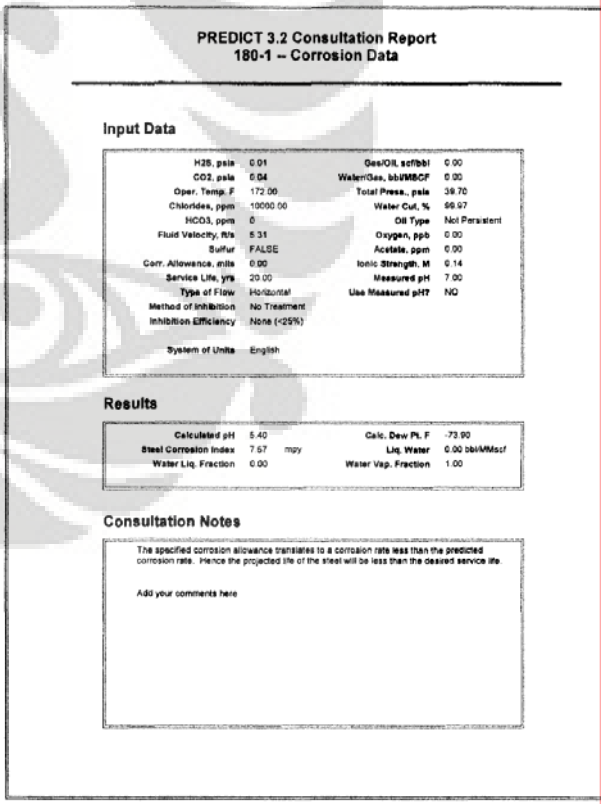
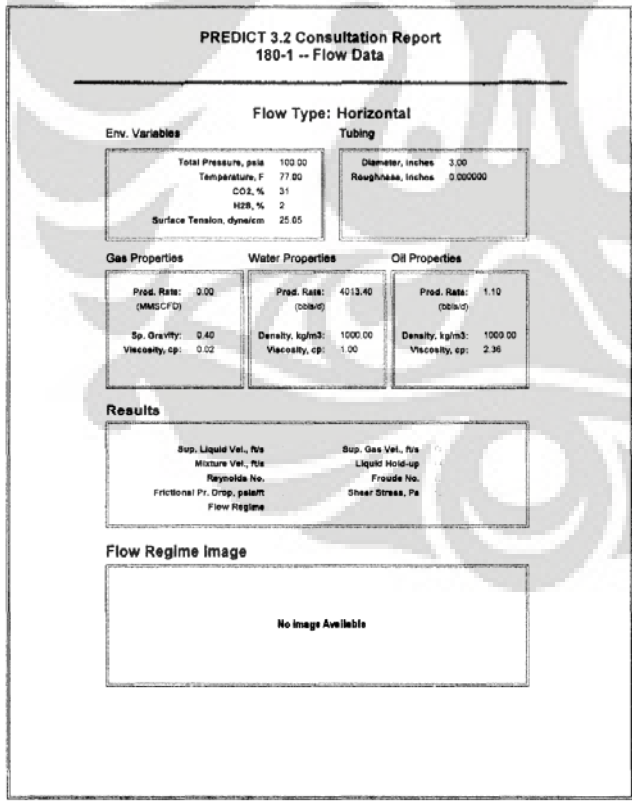
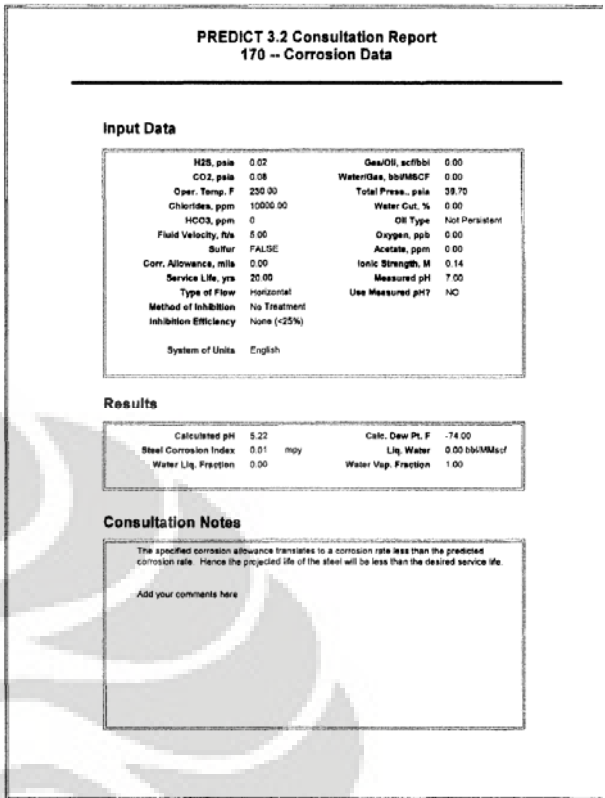
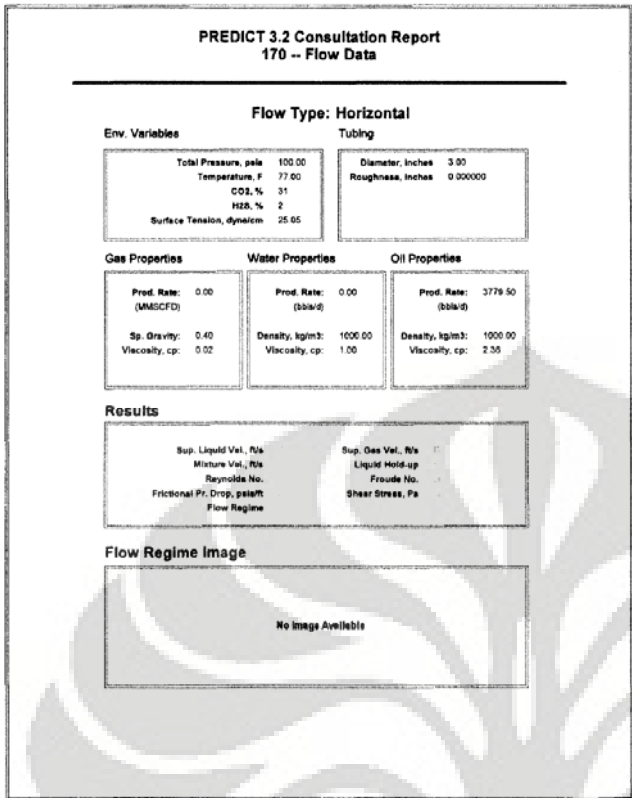
Add your comments here

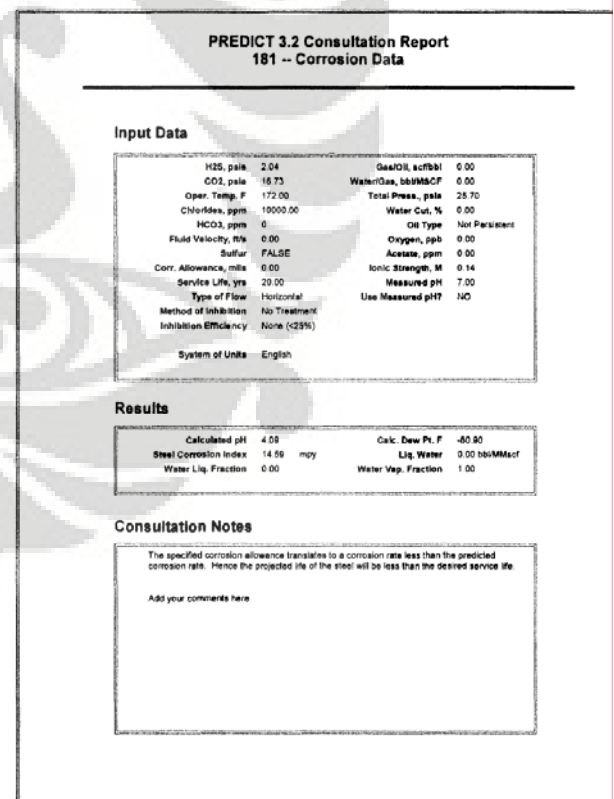
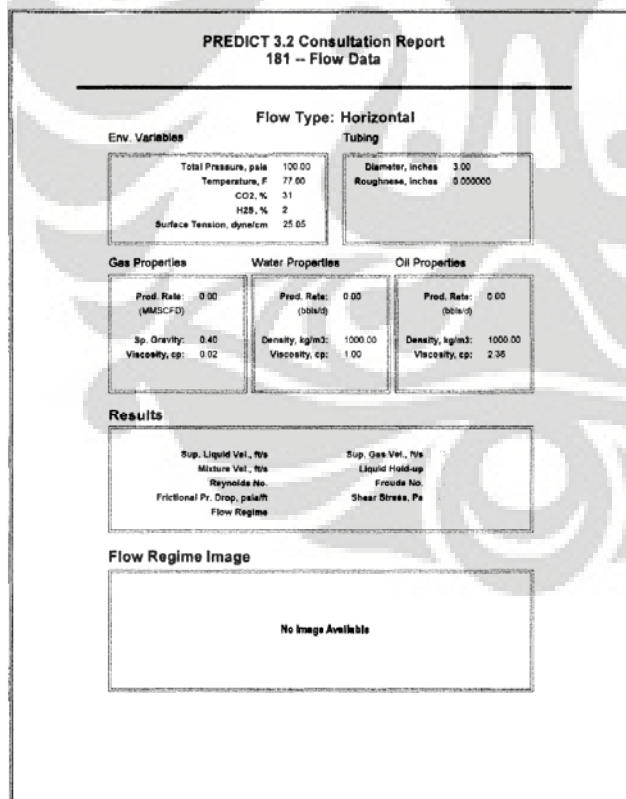
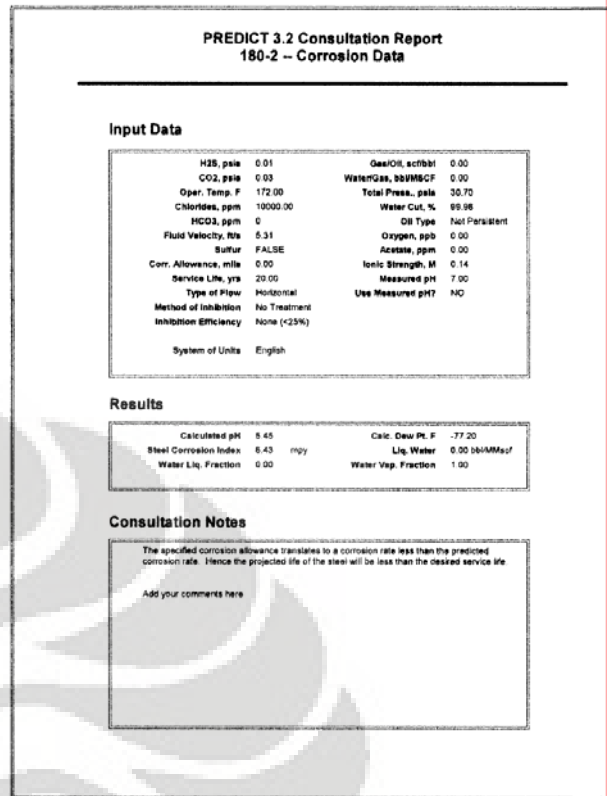
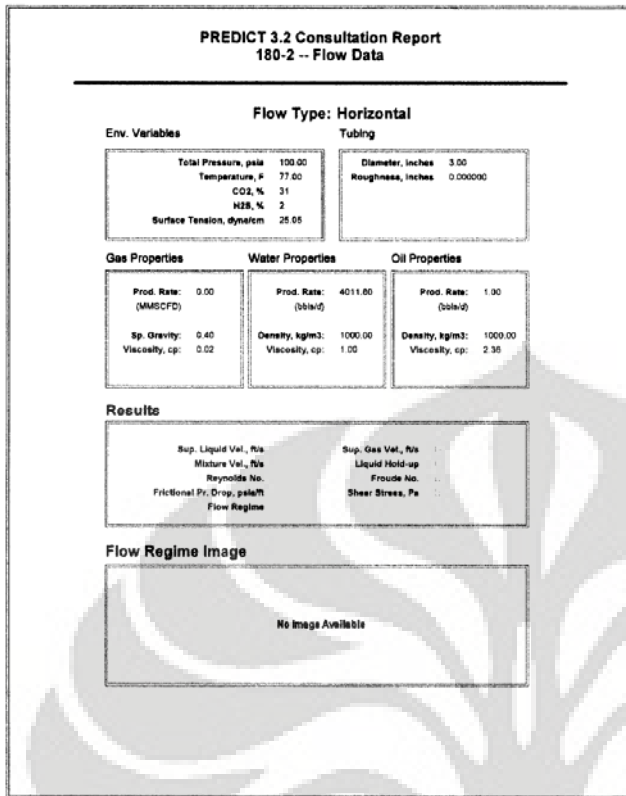
InterCorr International, Inc.

Tuesday, July 02, 2009

Page 1 of 1







PREDICT 3.2 Consultation Report 183-1 -- Flow Data

Flow Type: Horizontal

Env. Variables	Tubing
Total Pressure, psia: 100.00 Temperature, F: 77.00 CO ₂ , %: 31 H ₂ S, %: 2 Surface Tension, dyn/cm: 25.00	Diameter, inches: 3.00 Roughness, inches: 0.000000

Gas Properties	Water Properties	Oil Properties
Prod. Rate: 0.00 (MMSCFD) Sp. Gravity: 0.40 Viscosity, cp: 0.02	Prod. Rate: 4010.00 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 1.00	Prod. Rate: 0.80 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 2.36

Results

Sup. Liquid Vel., ft/s	Sup. Gas Vel., ft/s
Mixture Vel., ft/s	Liquid Hold-up
Reynolds No.	Froude No.
Frictional Pr. Drop, psia/ft	Shear Stress, Pa
Flow Regime	

Flow Regime Image

No Image Available

InterCorr International, Inc. Tuesday, June 01, 2009 Page 2 of 2

PREDICT 3.2 Consultation Report 183-1 -- Corrosion Data

Input Data

H ₂ S, psia: 0.00	Gas/Oil, scf/bbl: 0.00
CO ₂ , psia: 0.01	Water/Gas, bbl/MMSCF: 0.00
Oper. Temp., F: 172.00	Total Press., psia: 25.70
Chlorides, ppm: 10000.00	Water Cut, %: 99.98
HCO ₃ , ppm: 0	Oil Type: Not Persistent
Fluid Velocity, ft/s: 5.31	Oxygen, ppb: 0.00
Sulfur: FALSE	Acetate, ppm: 0.00
Corr. Allowance, mils: 0.00	Ionic Strength, M: 0.14
Service Life, yrs: 20.00	Measured pH: 7.00
Type of Flow: Horizontal	Use Measured pH?: NO
Method of Inhibition: No Treatment	
Inhibition Efficiency: None (<25%)	
System of Units: English	

Results

Calculated pH: 5.74	Calc. Dew Pt., F: -79.40
Steel Corrosion Index: 2.68 mpy	Liq. Water: 0.00 bbl/MMscf
Water Liq. Fraction: 0.00	Water Vap. Fraction: 1.00

Consultation Notes

The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

Add your comments here

InterCorr International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 1 of 1

PREDICT 3.2 Consultation Report 183-2 -- Flow Data

Flow Type: Horizontal

Env. Variables	Tubing
Total Pressure, psia: 100.00 Temperature, F: 77.00 CO ₂ , %: 31 H ₂ S, %: 2 Surface Tension, dyn/cm: 25.00	Diameter, inches: 3.00 Roughness, inches: 0.000000

Gas Properties	Water Properties	Oil Properties
Prod. Rate: 0.00 (MMSCFD) Sp. Gravity: 0.40 Viscosity, cp: 0.02	Prod. Rate: 4010.70 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 1.00	Prod. Rate: 0.80 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 2.36

Results

Sup. Liquid Vel., ft/s	Sup. Gas Vel., ft/s
Mixture Vel., ft/s	Liquid Hold-up
Reynolds No.	Froude No.
Frictional Pr. Drop, psia/ft	Shear Stress, Pa
Flow Regime	

Flow Regime Image

No Image Available

InterCorr International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 2 of 2

PREDICT 3.2 Consultation Report 183-2 -- Corrosion Data

Input Data

H ₂ S, psia: 0.00	Gas/Oil, scf/bbl: 0.00
CO ₂ , psia: 0.01	Water/Gas, bbl/MMSCF: 0.00
Oper. Temp., F: 172.00	Total Press., psia: 39.70
Chlorides, ppm: 10000.00	Water Cut, %: 99.98
HCO ₃ , ppm: 0	Oil Type: Not Persistent
Fluid Velocity, ft/s: 5.31	Oxygen, ppb: 0.00
Sulfur: FALSE	Acetate, ppm: 0.00
Corr. Allowance, mils: 0.00	Ionic Strength, M: 0.14
Service Life, yrs: 20.00	Measured pH: 7.00
Type of Flow: Horizontal	Use Measured pH?: NO
Method of Inhibition: No Treatment	
Inhibition Efficiency: None (<25%)	
System of Units: English	

Results

Calculated pH: 5.65	Calc. Dew Pt., F: -73.90
Steel Corrosion Index: 3.45 mpy	Liq. Water: 0.00 bbl/MMscf
Water Liq. Fraction: 0.00	Water Vap. Fraction: 1.00

Consultation Notes

The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

Add your comments here

InterCorr International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 1 of 1

PREDICT 3.2 Consultation Report 184 -- Flow Data

Flow Type: Horizontal

Env. Variables	Tubing
Total Pressure, psia: 100.00 Temperature, F: 77.00 CO ₂ , %: 31 H ₂ S, %: 2 Surface Tension, dyn/cm: 25.65	Diameter, inches: 3.00 Roughness, inches: 0.000000

Gas Properties	Water Properties	Oil Properties
Prod. Rate: 0.00 (MMSCFD) Sp. Gravity: 0.40 Viscosity, cp: 0.02	Prod. Rate: 2018.50 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 1.00	Prod. Rate: 0.80 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 2.36

Results

Sup. Liquid Vel., ft/s	Sup. Gas Vel., ft/s
Mixture Vel., ft/s	Liquid Hold-up
Reynolds No.	Froude No.
Frictional Pr. Drop, psia/ft	Shear Stress, Pa
Flow Regime	

Flow Regime Image

No Image Available

Soluti-Care International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 1 of 2

PREDICT 3.2 Consultation Report 184 -- Corrosion Data

Input Data

H ₂ S, psia: 0.00	Gas/Oil, scf/bbl: 0.00
CO ₂ , psia: 0.01	Water/Gas, bbl/MMSCF: 0.00
Oper. Temp., F: 120.00	Total Press., psia: 29.70
Chlorides, ppm: 10000.00	Water Cut, %: 99.98
HCO ₃ , ppm: 0	Oil Type: Not Persistent
Fluid Velocity, ft/s: 8.18	Oxygen, ppb: 0.00
Sulfur: FALSE	Acetate, ppm: 0.00
Corr. Allowance, mils: 0.00	Ionic Strength, M: 0.14
Service Life, yrs: 20.00	Measured pH: 7.00
Type of Flow: Horizontal	Use Measured pH?: NO
Method of Inhibition: No Treatment	
Inhibition Efficiency: None (<25%)	
System of Units: English	

Results

Calculated pH: 5.55	Calc. Dew Pt., F: -77.60
Steel Corrosion Index: 0.93 mpy	Liq. Water: 0.00 bbl/MMscf
Water Liq. Fraction: 0.00	Water Vap. Fraction: 1.00

Consultation Notes

The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

Add your comments here

Soluti-Care International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 1 of 2

PREDICT 3.2 Consultation Report 172 -- Flow Data

Flow Type: Horizontal

Env. Variables	Tubing
Total Pressure, psia: 100.00 Temperature, F: 77.00 CO ₂ , %: 31 H ₂ S, %: 2 Surface Tension, dyn/cm: 25.65	Diameter, inches: 3.00 Roughness, inches: 0.000000

Gas Properties	Water Properties	Oil Properties
Prod. Rate: 0.00 (MMSCFD) Sp. Gravity: 0.40 Viscosity, cp: 0.02	Prod. Rate: 0.00 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 1.00	Prod. Rate: 3540.60 (bbl/d) Density, kg/m ³ : 1000.00 Viscosity, cp: 2.36

Results

Sup. Liquid Vel., ft/s	Sup. Gas Vel., ft/s
Mixture Vel., ft/s	Liquid Hold-up
Reynolds No.	Froude No.
Frictional Pr. Drop, psia/ft	Shear Stress, Pa
Flow Regime	

Flow Regime Image

No Image Available

Soluti-Care International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 1 of 2

PREDICT 3.2 Consultation Report 172 -- Corrosion Data

Input Data

H ₂ S, psia: 0.01	Gas/Oil, scf/bbl: 0.00
CO ₂ , psia: 0.05	Water/Gas, bbl/MMSCF: 0.00
Oper. Temp., F: 120.00	Total Press., psia: 22.70
Chlorides, ppm: 10000.00	Water Cut, %: 0.00
HCO ₃ , ppm: 0	Oil Type: Not Persistent
Fluid Velocity, ft/s: 4.69	Oxygen, ppb: 0.00
Sulfur: FALSE	Acetate, ppm: 0.00
Corr. Allowance, mils: 0.00	Ionic Strength, M: 0.14
Service Life, yrs: 20.00	Measured pH: 7.00
Type of Flow: Horizontal	Use Measured pH?: NO
Method of Inhibition: No Treatment	
Inhibition Efficiency: None (<25%)	
System of Units: English	

Results

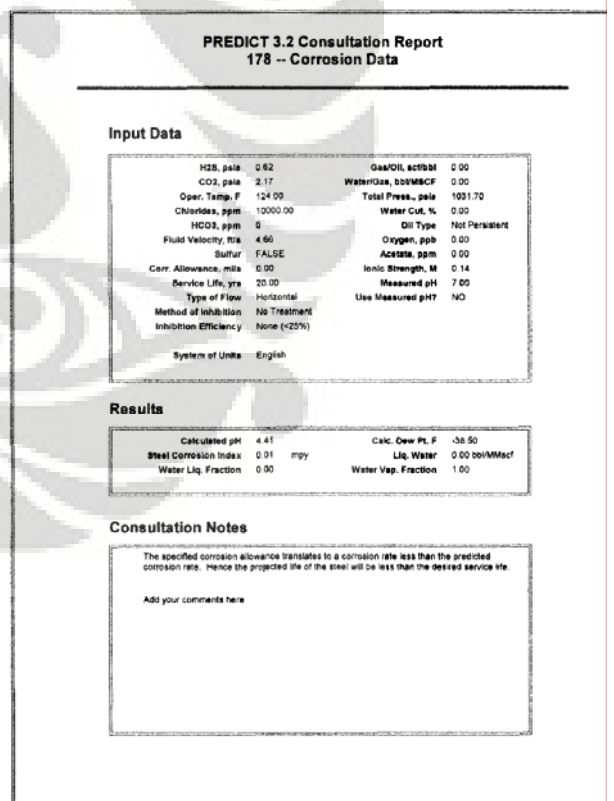
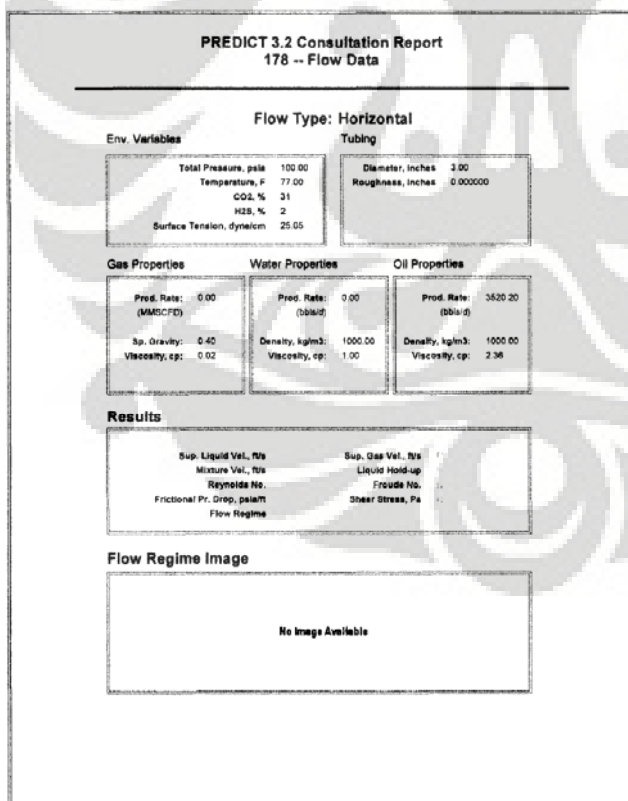
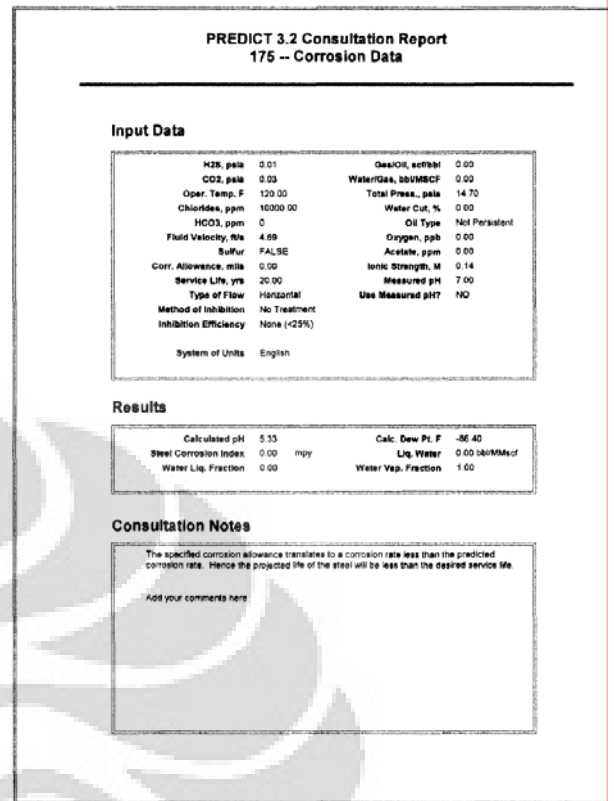
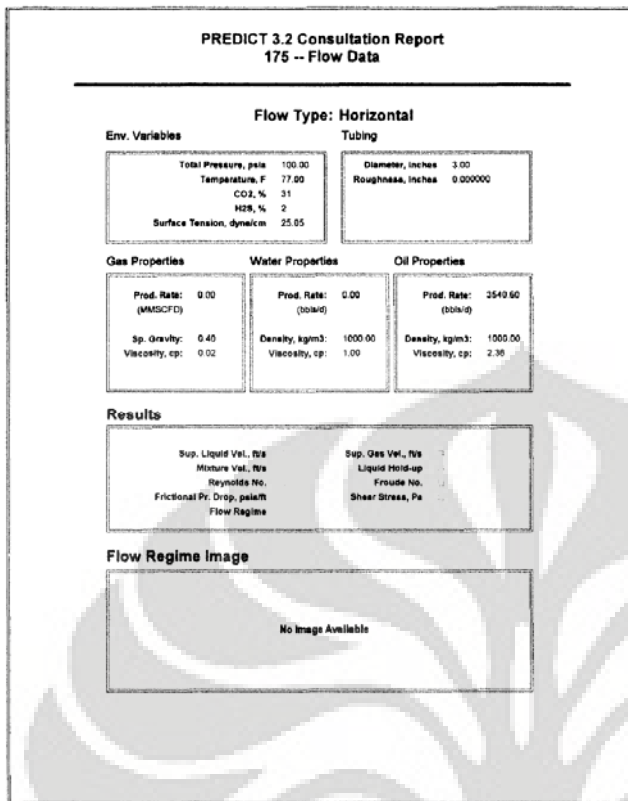
Calculated pH: 5.23	Calc. Dew Pt., F: -81.00
Steel Corrosion Index: 0.00 mpy	Liq. Water: 0.00 bbl/MMscf
Water Liq. Fraction: 0.00	Water Vap. Fraction: 1.00

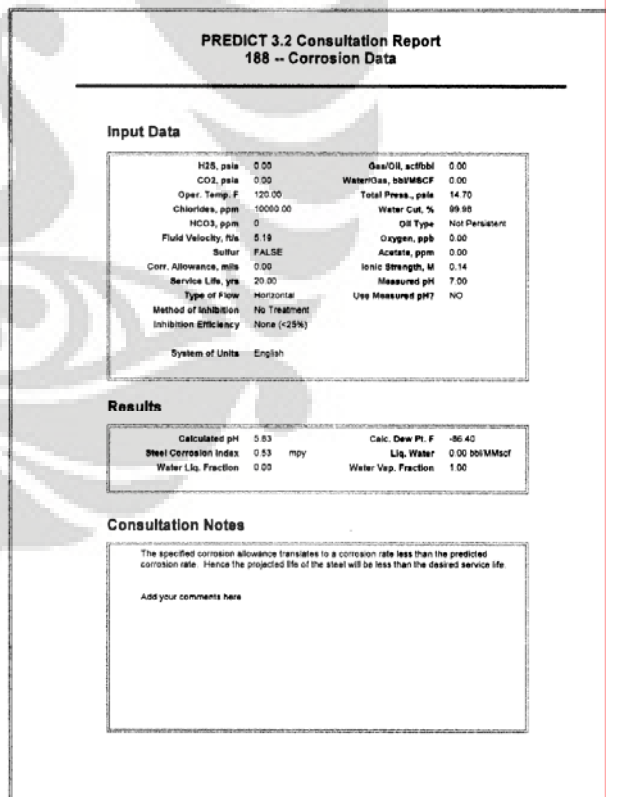
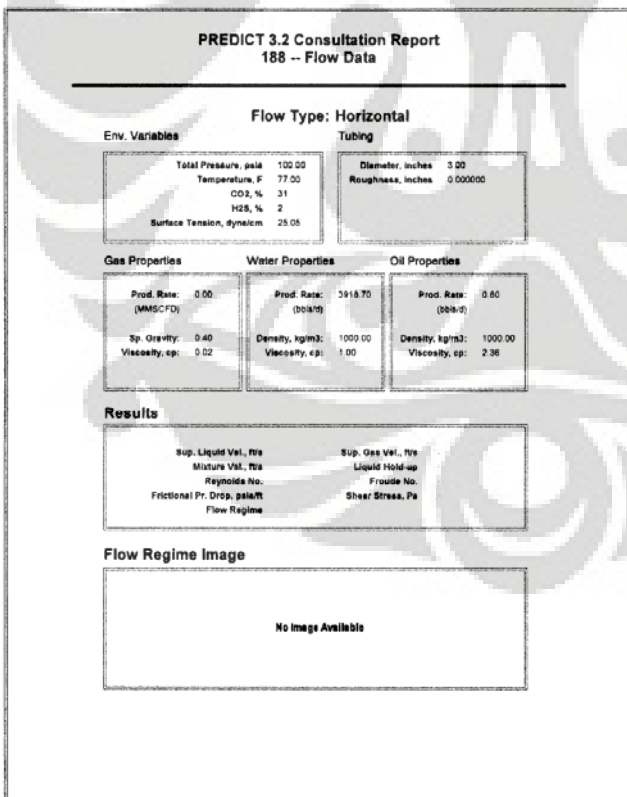
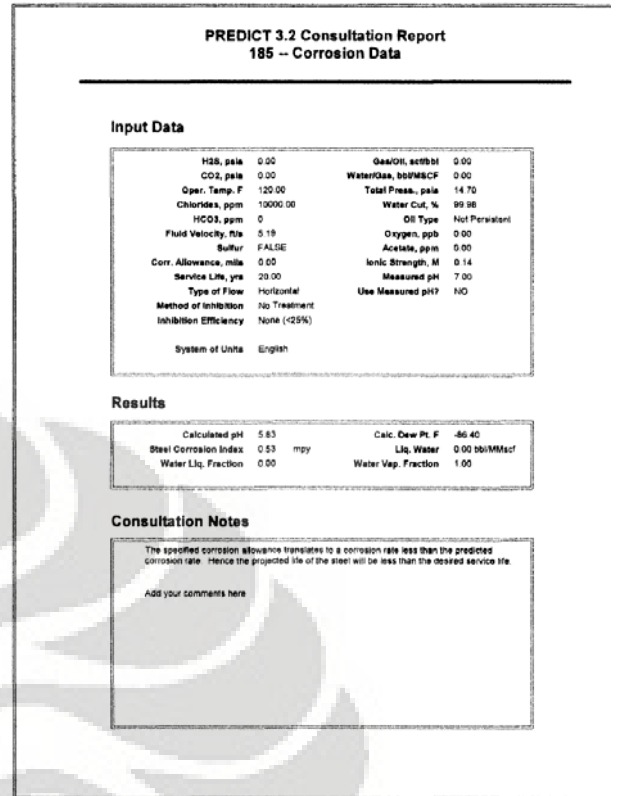
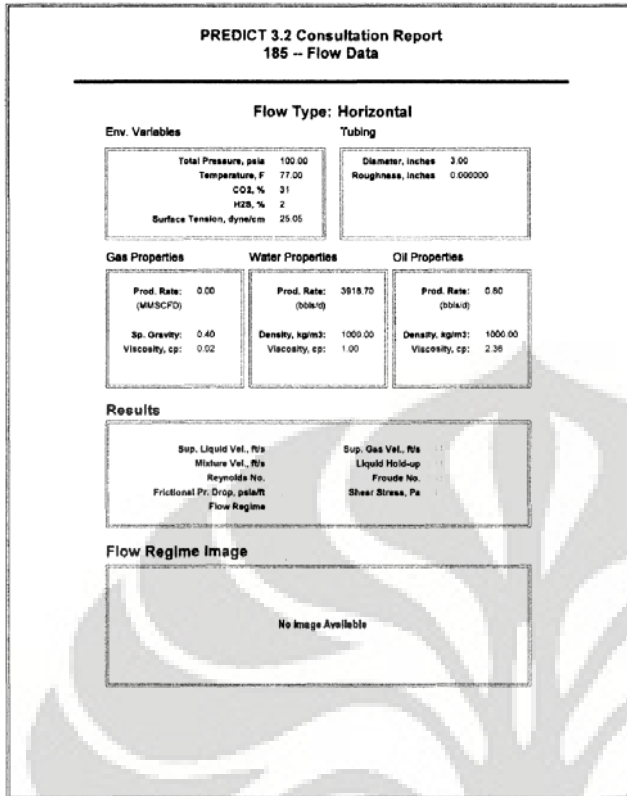
Consultation Notes

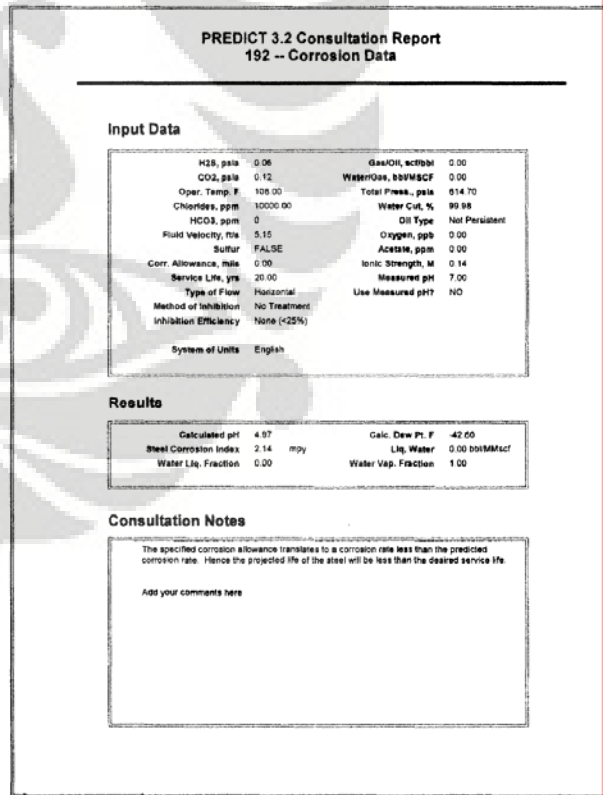
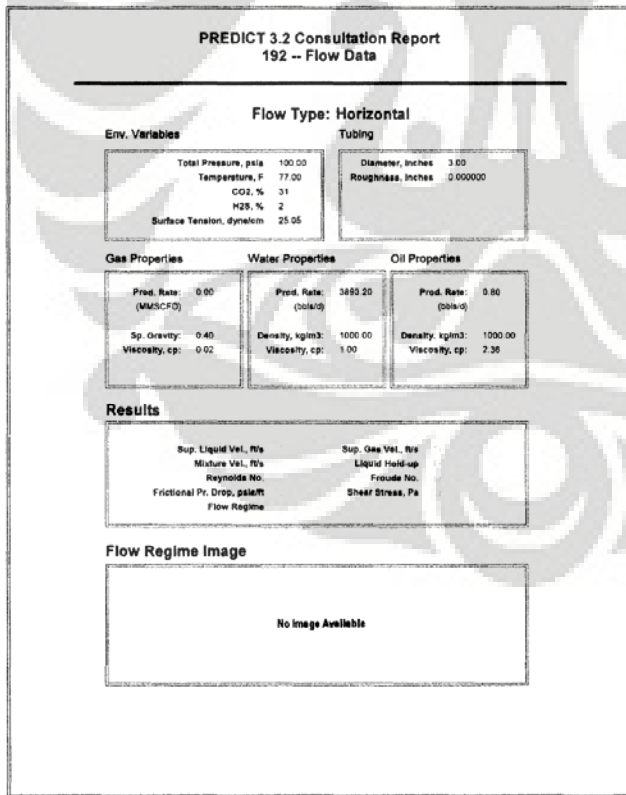
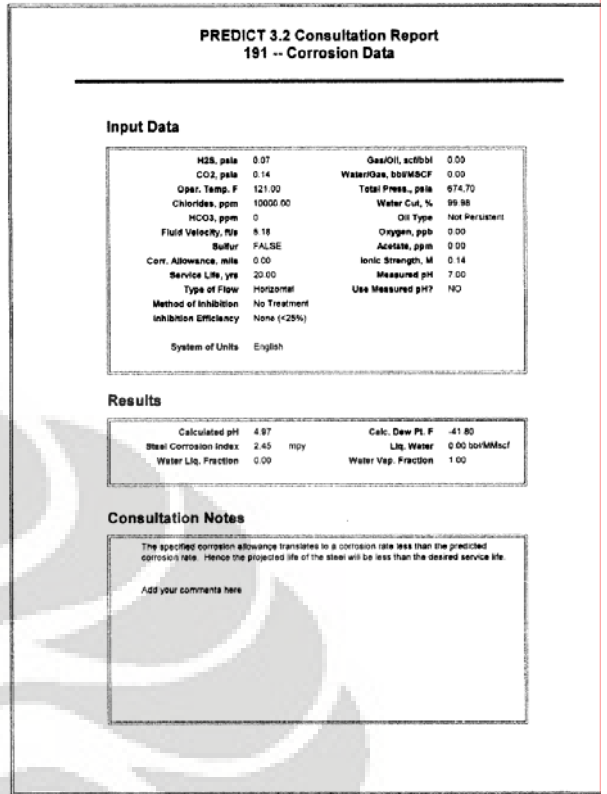
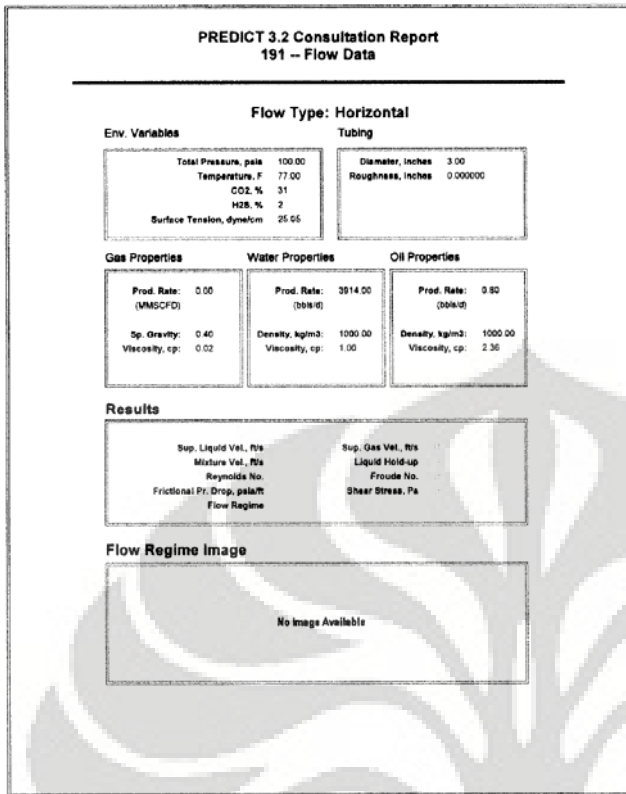
The specified corrosion allowance translates to a corrosion rate less than the predicted corrosion rate. Hence the projected life of the steel will be less than the desired service life.

Add your comments here

Soluti-Care International, Inc. Tuesday, June 02, 2009 Page 1 of 2







2. Hasil Perhitungan Software Socrates 7.0

SOCRATES 7.0 Consultation
101

Applicable Materials

User Comments

Wednesday, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

SOCRATES 7.0 Consultation
101

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines > 28	Yield Strength, ksi	30-40
		Material Condition	Not Known

Environment Specifications

H2S, psia	10.45	Oper. Temp, °F	215.00
CO2, psia	238.47	Gas/Oil, scf/bbl	71249.15
HCO3, ppm	0.00	Water/Gas, bbl/MMscf	16.43
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.00
Aeration/Buffer	FALSE	Measured pH	7.00
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	3.80
Environmental Severity	50.00
Req. Min. Pitting Index	30.00

Applicable Materials

High Alloy Austenitic SS N08024 - 20MO-4 N08367 - ALLOY-6XN S31286 - URANUS B86	N08028 - ALLOY-28 S32200 - NIC 25 N08904 - 904L	N31254 - 254-SMO S32854 - 654 SMO S34565 - Remanil 4565S
Solid Sol. Ni-base N06625 - ALLOY-625 N06455 - ALLOY-C-4 N10276 - ALLOY-C-276 N08135 - SM2035 N10002 - ALLOY-C N06059 - ALLOY-59 N06952 - NIC 52 N26625 - ASTM-A484 N08826 - ASTM-B163 N06031 - ALLOY 31	N08825 2 - INCOLOY 825 N06625 - ALLOY-625 N06976 - ALLOY-G-2/2550 N08926 - Alloy 25-5 N06950 - ALLOY G-50 N06990 - SM2090Mo N07048 - NONE N06255 - SM2550 N08042 - NIC 42M N06535 - SM2535	N06022 - ALLOY-C-22 N06688 - ALLOY 686 N06995 - ALLOY-G-3 N08032 - INCO ALLOY 032 N06002 - HASTELLOY X N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N06030 - ALLOY-G-30 N06007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B

User Comments

Wednesday, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

SOCRATES 7.0 Consultation
102

Applicable Materials

User Comments

Wednesday, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

SOCRATES 7.0 Consultation
102

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines > 28	Yield Strength, ksi	30-40
		Material Condition	Not Known

Environment Specifications

H2S, psia	0.52	Oper. Temp, °F	200.00
CO2, psia	226.28	Gas/Oil, scf/bbl	68709.24
HCO3, ppm	0.00	Water/Gas, bbl/MMscf	17.14
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Aeration/Buffer	FALSE	Measured pH	7.00
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	3.58
Environmental Severity	50.00
Req. Min. Pitting Index	30.00

Applicable Materials

High Alloy Austenitic SS N08024 - 20MO-4 N08367 - ALLOY-6XN S31286 - URANUS B86	N08028 - ALLOY-28 S32200 - NIC 25 N08904 - 904L	N31254 - 254-SMO S32854 - 654 SMO S34565 - Remanil 4565S
Solid Sol. Ni-base N06625 - ALLOY-625 N06455 - ALLOY-C-4 N10276 - ALLOY-C-276 N08135 - SM2035 N10002 - ALLOY-C N06059 - ALLOY-59 N06952 - NIC 52 N26625 - ASTM-A484 N08826 - ASTM-B163 N06031 - ALLOY 31	N08825 2 - INCOLOY 825 N06625 - ALLOY-625 N06976 - ALLOY-G-2/2550 N08926 - Alloy 25-5 N06950 - ALLOY G-50 N06990 - SM2090Mo N07048 - NONE N06255 - SM2550 N08042 - NIC 42M N06535 - SM2535	N06022 - ALLOY-C-22 N06688 - ALLOY 686 N06995 - ALLOY-G-3 N08032 - INCO ALLOY 032 N06002 - HASTELLOY X N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N06030 - ALLOY-G-30 N06007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B

User Comments

Wednesday, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

**SOCRATES 7.0 Consultation
103A n B**

Applicable Materials

User Comments

Wednesday, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

**SOCRATES 7.0 Consultation
103A n B**

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines	Yield Strength, ksi Material Condition	30-40 Not Known
> 28			

Environment Specifications

H2S, psia	CO2, psia	HCO3, ppm	Chlorides, ppm	Acetates, ppm	Aeration/Sulfur Use Measured pH	Oper. Temp, °F	Gas/Oil, scf/bbl	Water/Gas, bbl/MMscf	Ionic Strength, M Measured pH
9.81	223.88	0.00	10000.00	0.00	FALSE	200.00	56636.65	17.13	0.14
									7.00

Ratings

System pH	Environmental Severity	Req. Min. Pitting Index
3.58	50.00	30.00

Applicable Materials

High Alloy Austenitic SS	INCOLOY	REMANT
N08024 - 20Ni-Cr N08907 - ALLOY-60N S31286 - URANUS B66	N08028 - ALLOY-28 S32200 - NIC 25 N08904 - 904L	N11254 - 254-SMO S32854 - 654 SMO S34565 - Remant 4565S
Solid Sol. Ni-base	ALLOY-G	HASTELLOY
N08825 - ALLOY-825 N06465 - ALLOY-C-4 N10276 - ALLOY-C-276 N08135 - SM2035 N11072 - ALLOY-C N06059 - ALLOY-59 N09932 - NIC S2 N08826 - ASTM-A484 N08828 - ASTM-B163 N09031 - ALLOY 31	N08825 2 - INCOLOY 825 N08825 - ALLOY-825 N06975 - ALLOY-G-2/2550 N08928 - Alloy 28-B N08950 - ALLOY-G-50 N06090 - SM2000Mo N07048 - NONE N06255 - SM2550 N08042 - NIC 42M N08535 - SM2535	N06022 - ALLOY-C-22 N06986 - ALLOY 689 N06985 - ALLOY-G-3 N06032 - INCO ALLOY G32 N06002 - HASTELLOY X N06110 - ALLCORR N06280 - Alloy 2050 N06030 - ALLOY-G-30 N06007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B

User Comments

Wednesday, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

**SOCRATES 7.0 Consultation
104A n B**

Applicable Materials

User Comments

Wednesday, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

**SOCRATES 7.0 Consultation
104A n B**

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines	Yield Strength, ksi Material Condition	30-40 Not Known
> 28			

Environment Specifications

H2S, psia	CO2, psia	HCO3, ppm	Chlorides, ppm	Acetates, ppm	Aeration/Sulfur Use Measured pH	Oper. Temp, °F	Gas/Oil, scf/bbl	Water, Gal, %	Ionic Strength, M Measured pH
10.88	250.55	0.00	10000.00	0.00	FALSE	199.00	0.00	0.00	0.14
									7.00

Ratings

System pH	Environmental Severity	Req. Min. Pitting Index
3.58	12.00	12.00

Applicable Materials

Conv. Austenitic SS	ALLOY-C	CF
N08007 - ACI CH-7M S31254 - 254-SMO S30800 - 308 S31700 - 317 J69150 - ACI CH-7M J20200 - CF-8M S38100 - 18-18-2	S31603 - 316L S31000 - 310 S30500 - 305 S30200 - 302 J20600 - CF-8 J20900 - CF-8M S31600 - 316	J62500 - CF-3 S30900 - 309 S30403 - 304L J63254 - CH3MO4N S30910 - 22-13-5 S30400 - 304 S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS	ALLOY-28	ALLOY-60N
N08024 - 20Ni-Cr N11254 - 254-SMO S32854 - 654 SMO N08904 - 904L	N08028 - ALLOY-28 N08907 - ALLOY-60N S32100 - AISI 321 S34565 - Remant 4565S	N08020 - 28-C8-3 S32200 - NIC 25 S31286 - URANUS B66
Solid Sol. Ni-base	INCOLOY	HASTELLOY
N08825 - ALLOY-825 N06465 - ALLOY-C-4 N06986 - ALLOY 688 N06985 - ALLOY-G-3 N06032 - INCO ALLOY G32 N06002 - HASTELLOY X N06090 - INCONEL 600 N07048 - NONE N06255 - SM2550 N08800 - INCOLOY 800 N09031 - ALLOY 31	N08825 2 - INCOLOY 825 N06901 - Inconel 601 N10276 - ALLOY-C-276 N08135 - SM2035 N11072 - ALLOY-C N06090 - INCONEL 600 N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N06030 - ALLOY-G-30 N08042 - NIC 42M N08535 - SM2535	N06022 - ALLOY-C-22 N06928 - ALLOY-825 N06975 - ALLOY-G-2/2550 N08928 - Alloy 28-B N08950 - ALLOY-G-50 N06059 - ALLOY-59 N08952 - NIC S2 N08826 - ASTM-A484 N08828 - ASTM-B163 N06007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B

User Comments

Wednesday, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

**SOCRATES 7.0 Consultation
109A n B**

Applicable Materials

User Comments

Wednesday, July 18, 2007 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

**SOCRATES 7.0 Consultation
109A n B**

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines > 28	Yield Strength, ksi Material Condition	30-40 Not Known
---------------------------	-----------------	--	-----------------

Environment Specifications

H2S, psia	1.02	Oper. Temp, °F	199.00
CO2, psia	10.13	Gas/Oil, scfm/ft³	0.00
HCO3, ppm	0.00	Water Cut, %	53.29
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Aeration/Sulfur Use Measured pH	FALSE	Measured pH	7.00

Ratings

System pH	4.23
Environmental Severity	20.00
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Conv. Austenitic SS		
N08007 - ACI CH-7M	S31603 - 316L	J62500 - CF-3
S31254 - 254-SMO	S31000 - 310	S30900 - 309
S30800 - 308	S30500 - 305	S30403 - 304L
S31700 - 317	S30200 - 302	J62504 - CR3MCHN
J6150 - ACI CH-7M	J62600 - CF-8	S20910 - 22-13-5
J62600 - CF-8M	J62900 - CF-8M	S30400 - 304
S38100 - 18-18-2	S31600 - 316	S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS		
N08024 - 20MO-4	N08028 - ALLOY-28	N08020 - 20-CB-3
N01254 - 254-SMO	N08367 - ALLOY-6XN	S32200 - NIC 25
S32654 - 654 SMO	S32100 - AISI 321	S31266 - URANIUM B66
N08904 - 904L	S34566 - Reman4 4565S	
Solid Sol. Ni-base		
N08825 - ALLOY-825	N08825 2 - INCOLOY 825	N06022 - ALLOY-C-22
N06455 - ALLOY-C-4	N06601 - Inconel 601	N06625 - ALLOY-625
N06986 - ALLOY 686	N10276 - ALLOY-C-276	N06975 - ALLOY-G-20250
N06685 - ALLOY-G-3	N06155 - SM2035	N06926 - Alloy 25-6
N08032 - INCO ALLOY 032	N10002 - ALLOY-C	N06950 - ALLOY G-50
N06002 - HASTELLOY X	N06800 - INCONEL 600	N06056 - ALLOY-59
N06090 - SM2090M	N06110 - ALLCORR	N06952 - NIC 52
N07048 - NONE	N06250 - Alloy 2050	N26625 - ASTM A494
N06255 - SM2550	N06030 - ALLOY-G-30	N06926 - ASTM B163
N08900 - INCOLOY 900	N08042 - NIC 42M	N06007 - ALLOY-G
N08031 - ALLOY 31	N08535 - SM2535	N10001 - HASTELLOY B

User Comments

Wednesday, July 18, 2007 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

**SOCRATES 7.0 Consultation
106-1A n 2C**

Applicable Materials

User Comments

Wednesday, July 18, 2007 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

**SOCRATES 7.0 Consultation
106-1A n 2C**

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines > 28	Yield Strength, ksi Material Condition	30-40 Not Known
---------------------------	-----------------	--	-----------------

Environment Specifications

H2S, psia	10.88	Oper. Temp, °F	199.00
CO2, psia	250.61	Gas/Oil, scfm/ft³	0.00
HCO3, ppm	0.00	Water Cut, %	0.00
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Aeration/Sulfur Use Measured pH	FALSE	Measured pH	7.00

Ratings

System pH	3.56
Environmental Severity	12.90
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Conv. Austenitic SS		
N08007 - ACI CH-7M	S31603 - 316L	J62500 - CF-3
S31254 - 254-SMO	S31000 - 310	S30900 - 309
S30800 - 308	S30500 - 305	S30403 - 304L
S31700 - 317	S30200 - 302	J62504 - CR3MCHN
J6150 - ACI CH-7M	J62600 - CF-8	S20910 - 22-13-5
J62600 - CF-8M	J62900 - CF-8M	S30400 - 304
S38100 - 18-18-2	S31600 - 316	S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS		
N08024 - 20MO-4	N08028 - ALLOY-28	N08020 - 20-CB-3
N01254 - 254-SMO	N08367 - ALLOY-6XN	S32200 - NIC 25
S32654 - 654 SMO	S32100 - AISI 321	S31266 - URANIUM B66
N08904 - 904L	S34566 - Reman4 4565S	
Solid Sol. Ni-base		
N08825 - ALLOY-825	N08825 2 - INCOLOY 825	N06022 - ALLOY-C-22
N06455 - ALLOY-C-4	N06601 - Inconel 601	N06625 - ALLOY-625
N06986 - ALLOY 686	N10276 - ALLOY-C-276	N06975 - ALLOY-G-20250
N06685 - ALLOY-G-3	N06155 - SM2035	N06926 - Alloy 25-6
N08032 - INCO ALLOY 032	N10002 - ALLOY-C	N06950 - ALLOY G-50
N06002 - HASTELLOY X	N06800 - INCONEL 600	N06056 - ALLOY-59
N06090 - SM2090M	N06110 - ALLCORR	N06952 - NIC 52
N07048 - NONE	N06250 - Alloy 2050	N26625 - ASTM A494
N06255 - SM2550	N06030 - ALLOY-G-30	N06926 - ASTM B163
N08900 - INCOLOY 900	N08042 - NIC 42M	N06007 - ALLOY-G
N08031 - ALLOY 31	N08535 - SM2535	N10001 - HASTELLOY B

User Comments

Wednesday, July 18, 2007 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

**SOCRATES 7.0 Consultation
107-1A n 2C**

Applicable Materials		
N06950 - ALLOY G-50 N06959 - ALLOY-59 N06952 - NIC 52 N06926 - ASTM A84 N06828 - ASTM B163 N06007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B	N06002 - HASTELLOY X N06000 - SA2000Mo N07048 - N07ME N06255 - SA2550 N08800 - INCOLOY 800 N06031 - ALLOY 31	N08900 - INCONEL 600 N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N08030 - ALLOY-G-30 N08042 - NIC 42M N08535 - SA2535
Alpha Titanium R56403 - Ti-GRAD2 R56403 - Ti-V+Pd	R53400 - Ti-GRAD12 R56323 - Ti Grade 28	R56404 - Ti Grade 28

User Comments

**SOCRATES 7.0 Consultation
107-1A n 2C**

Application Specifications			
Application Hardness, HRC	Flow Lines Not Known	Yield Strength, ksi Material Condition	Not Known

Environment Specifications			
H2S, psia	10.76	Oper. Temp. °F	120.00
CO2, psia	247.86	Gas/Oil, scf/bbl	470905.17
HCO3, ppm	0.00	Water/Oas, bbl/MMscf	1.92
Chlorides, ppm	10000.00	Ionic Strength, M	0.00
Acetates, ppm	0.00	Measured pH	7.00
Aeration/Sulfur Use Measured pH	FALSE		

Ratings	
System pH	3.44
Environmental Severity	25.00
Req. Min. Pitting Index	13.00

Applicable Materials			
Duplex SS S32404 - URANUS-50 S32550 - FERRALUM-255 S31600 - 316SS J93345 - ESCOLOY S36274 - DFWW	S31200 - 44LN S32750 - 2507 S31200 - CP-3-25-Cr J93380 - ZERON100 ASTM A351 S39277 - AF-918	S31803 - DUPLEX-2205 S32900 - 309 S32760 - ZERON100 ASTM A240 J93404 - ALLOY-958	
Conv. Austenitic SS N08007 - ACI CH-7M S31254 - 254-SMO S33080 - 308 S33700 - 317 J95150 - ACI CH-7M J92800 - CF-3M S38100 - 18-18-2	S31603 - 316L S31000 - 310 S30500 - 305 S30800 - 308 S30200 - 302 J92800 - CF-8 J92900 - CF-8M S31600 - 316	J92500 - CF-3 S30900 - 309 S33403 - 304L J93254 - CH3MCoN S20010 - 22-13-5 S33400 - 304 S34700 - 347	
High Alloy Austenitic SS N08024 - 20MoC-4 N31254 - 254-SMO S33554 - 654-SMO N08904 - 904L	N08028 - ALLOY-28 N08367 - ALLOY-4XN S32100 - AISI 321 S34565 - Renmet 45655	N08020 - 20-CB-3 S32200 - NIC 25 S31266 - URANUS 866	
Solid Sol. Ni-base N08825 - ALLOY-825 N06455 - ALLOY-C-4 N06686 - ALLOY-686 N06885 - ALLOY-G-3 N08032 - INCO ALLOY 832	N08825 2 - INCOLOY 825 N06601 - Inconel 601 N10278 - ALLOY-C-278 N06135 - SA2055 N10002 - ALLOY-C	N06022 - ALLOY-C-22 N06625 - ALLOY-625 N06675 - ALLOY-G-2/2550 N06926 - Alloy 25-6 N06950 - ALLOY G-50	

**SOCRATES 7.0 Consultation
107-1 n 2**

Applicable Materials		
N06950 - ALLOY G-50 N06959 - ALLOY-59 N06952 - NIC 52 N06926 - ASTM A84 N06828 - ASTM B163 N06007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B	N06002 - HASTELLOY X N06000 - SA2000Mo N07048 - N07ME N06255 - SA2550 N08800 - INCOLOY 800 N06031 - ALLOY 31	N08900 - INCONEL 600 N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N08030 - ALLOY-G-30 N08042 - NIC 42M N08535 - SA2535
Alpha Titanium R56403 - Ti-GRAD2 R56403 - Ti-V+Pd	R53400 - Ti-GRAD12 R56323 - Ti Grade 28	R56404 - Ti Grade 28

User Comments

**SOCRATES 7.0 Consultation
107-1 n 2**

Application Specifications			
Application Hardness, HRC	Flow Lines Not Known	Yield Strength, ksi Material Condition	Not Known

Environment Specifications			
H2S, psia	10.76	Oper. Temp. °F	120.00
CO2, psia	247.86	Gas/Oil, scf/bbl	471560.03
HCO3, ppm	0.00	Water/Oas, bbl/MMscf	1.92
Chlorides, ppm	10000.00	Ionic Strength, M	0.00
Acetates, ppm	0.00	Measured pH	7.00
Aeration/Sulfur Use Measured pH	FALSE		

Ratings	
System pH	3.44
Environmental Severity	25.00
Req. Min. Pitting Index	13.00

Applicable Materials			
Duplex SS S32404 - URANUS-50 S32550 - FERRALUM-255 S31600 - 316SS J93345 - ESCOLOY S36274 - DFWW	S31200 - 44LN S32750 - 2507 S31200 - CP-3-25-Cr J93380 - ZERON100 ASTM A351 S39277 - AF-918	S31803 - DUPLEX-2205 S32900 - 309 S32760 - ZERON100 ASTM A240 J93404 - ALLOY-958	
Conv. Austenitic SS N08007 - ACI CH-7M S31254 - 254-SMO S33080 - 308 S33700 - 317 J95150 - ACI CH-7M J92800 - CF-3M S38100 - 18-18-2	S31603 - 316L S31000 - 310 S30500 - 305 S30800 - 308 S30200 - 302 J92800 - CF-8 J92900 - CF-8M S31600 - 316	J92500 - CF-3 S30900 - 309 S33403 - 304L J93254 - CH3MCoN S20010 - 22-13-5 S33400 - 304 S34700 - 347	
High Alloy Austenitic SS N08024 - 20MoC-4 N31254 - 254-SMO S33554 - 654-SMO N08904 - 904L	N08028 - ALLOY-28 N08367 - ALLOY-4XN S32100 - AISI 321 S34565 - Renmet 45655	N08020 - 20-CB-3 S32200 - NIC 25 S31266 - URANUS 866	
Solid Sol. Ni-base N08825 - ALLOY-825 N06455 - ALLOY-C-4 N06686 - ALLOY-686 N06885 - ALLOY-G-3 N08032 - INCO ALLOY 832	N08825 2 - INCOLOY 825 N06601 - Inconel 601 N10278 - ALLOY-C-278 N06135 - SA2055 N10002 - ALLOY-C	N06022 - ALLOY-C-22 N06625 - ALLOY-625 N06675 - ALLOY-G-2/2550 N06926 - Alloy 25-6 N06950 - ALLOY G-50	

SOCRATES 7.0 Consultation 108A n B

Applicable Materials

N06950 - ALLOY G-50 N06959 - ALLOY-59 N06952 - NIC 52 N06925 - ASTM A484 N08826 - ASTM B163 N08007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B	N08002 - HASTELLOY X N08960 - SM2080M0 N07048 - NONE N06200 - ALLOY-G-30 N08800 - INCOLOY 800 N08031 - ALLOY 31	N06900 - INCONEL 600 N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N06030 - ALLOY-G-30 N08042 - NIC 42M N08535 - SM2535
Alpha Titanium R50400 - TI-GRADE2 R56403 - Ti-V-Pd	R53400 - TI-GRADE12 R56323 - TI Grade 2B	R56404 - TI Grade 29

User Comments

SOCRATES 7.0 Consultation 108A n B

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines Not Known	Yield Strength, ksi Material Condition	Not Known Not Known
------------------------------	-------------------------	---	------------------------

Environment Specifications

H2S, psia	10.75	Oper. Temp, °F	100.00
CO2, psia	250.17	Gas/Oil, wt%/wt	0.00
HCO3, ppm	0.00	Water Cut, %	0.00
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.00
Aeration/Buffer	FALSE	Measured pH	7.00
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	3.43
Environmental Severity	12.00
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Duplex SS S32404 - URANUS-50 S32550 - FERRALUM-255 S31900 - 3RE50 J93345 - ESCOLOY S39274 - DP3W	S31200 - 44-N S32750 - 2507 S31250 - DP-3-25-Cr J93380 - ZERON100 ASTM A351 S39277 - AP818	S31803 - DUPLEX-2205 S32900 - 325 S32760 - ZERON100 ASTM A240 J93404 - ALLOY 958
Conv. Austenitic SS N08037 - ACI CN-7M S31254 - 254-SMO S30800 - 308 S31700 - 317 J95150 - ACI CN-7M J92800 - CF-3M S38100 - 18-18-2	S31603 - 316L S31000 - 310 S30500 - 305 S30200 - 302 J92800 - CF-8 J92800 - CF-8M S31600 - 316	J92500 - CF-3 S30900 - 309 S30403 - 304L J93284 - CR3MCA-N S20810 - 22-13-5 S30400 - 304 S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS N08024 - 20MO-4 N31254 - 254-SMO S32654 - 654-SMO N08904 - 904L	N08028 - ALLOY-28 N08367 - ALLOY-6XN S32100 - AISI 321 S34555 - Remant 45555	N08920 - 20-CB-3 S32200 - NIC 25 S31266 - URANUS 866
Solid Sol. Ni-base N06825 - ALLOY-825 N06601 - ALLOY-C-4 N06986 - ALLOY 686 N08835 - ALLOY-G-3 N08032 - INCO ALLOY 032	N06825 2 - INCOLOY 825 N06601 - Inconel 601 N10276 - ALLOY-C-276 N08135 - SM2035 N10002 - ALLOY-C	N06932 - ALLOY-C-22 N06625 - ALLOY-G-225 N06975 - ALLOY-G-22580 N08926 - Alloy 25-6 N06950 - ALLOY G-50

SOCRATES 7.0 Consultation 113A n B

Applicable Materials

User Comments

SOCRATES 7.0 Consultation 113A n B

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines > 28	Yield Strength, ksi Material Condition	30-40 Not Known
------------------------------	--------------------	---	--------------------

Environment Specifications

H2S, psia	10.00	Oper. Temp, °F	173.00
CO2, psia	3.19	Gas/Oil, wt%/wt	0.00
HCO3, ppm	0.00	Water Cut, %	49.15
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Aeration/Buffer	FALSE	Measured pH	7.00
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	4.08
Environmental Severity	20.00
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Conv. Austenitic SS N08037 - ACI CN-7M S31254 - 254-SMO S30800 - 308 S31700 - 317 J95150 - ACI CN-7M J92800 - CF-3M S38100 - 18-18-2	S31603 - 316L S31000 - 310 S30500 - 305 S30200 - 302 J92800 - CF-8 J92800 - CF-8M S31600 - 316	J92500 - CF-3 S30900 - 309 S30403 - 304L J93284 - CR3MCA-N S20810 - 22-13-5 S30400 - 304 S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS N08024 - 20MO-4 N31254 - 254-SMO S32654 - 654-SMO N08904 - 904L	N08028 - ALLOY-28 N08367 - ALLOY-6XN S32100 - AISI 321 S34555 - Remant 45555	N08920 - 20-CB-3 S32200 - NIC 25 S31266 - URANUS 866
Solid Sol. Ni-base N06825 - ALLOY-825 N06601 - ALLOY-C-4 N06986 - ALLOY 686 N08835 - ALLOY-G-3 N08032 - INCO ALLOY 032 N06902 - HASTELLOY X N06200 - SM2080M0 N07048 - NONE N06250 - Alloy 2050 N06255 - SM2550 N08800 - INCOLOY 800 N08031 - ALLOY 31	N06825 2 - INCOLOY 825 N06601 - Inconel 601 N10276 - ALLOY-C-276 N08135 - SM2035 N10002 - ALLOY-C N06900 - INCONEL 600 N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N08030 - ALLOY-G-30 N08042 - NIC 42M N08535 - SM2535	N06932 - ALLOY-C-22 N06625 - ALLOY-G-225 N06975 - ALLOY-G-22550 N08926 - Alloy 25-6 N06950 - ALLOY G-50 N06689 - ALLOY 69 N06982 - NIC 52 N20825 - ASTM A484 N06826 - ASTM B163 N06007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B

User Comments

SOCRATES 7.0 Consultation 150.SOC

Applicable Materials

N06950 - ALLOY G-59 N06089 - ALLOY-59 N06952 - NIC 52 N06925 - ASTM A434 N08826 - ASTM B163 N08007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B	N06002 - HASTELLOY X N06090 - SM2060Mo N07048 - NONE N06255 - SM2550 N08800 - INCOLOY 800 N08031 - ALLOY 31	N06600 - INCONEL 600 N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N06020 - ALLOY-G-30 N08042 - NIC 42M N06535 - SM2535
Alpha Titanium R53400 - Ti GRADE2 R56403 - Ti-V-Pd	R53400 - Ti GRADE12 R56323 - Ti Grade 28	R56404 - Ti Grade 29

User Comments

SOCRATES 7.0 Consultation 150.SOC

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines Not Known	Yield Strength, ksi Material Condition	Not Known Not Known
---------------------------	----------------------	--	---------------------

Environment Specifications

H2S, psia	1.70	Oper. Temp, °F	130.00
CO2, psia	21.28	Gas/Oil, scf/ft³	0.00
HClO3, ppm	0.00	Water Cut, %	0.00
Chlorides, ppm	10000.00	Ionic Strength, M Measured pH	0.00 7.00
Acetates, ppm	0.00		
Aeration/Buffer Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	3.99
Environmental Severity	12.00
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Duplex SS S32404 - URANUS-50 S32450 - FERRALUM-255 S31500 - 3RE60 J93345 - EGGCOLOY S39274 - DP3W	S31200 - 44LN S32750 - 2507 S31280 - DP-3-25-Cr J93380 - ZERON100 ASTM A351 S39277 - AF918	S31803 - DUPLEX-2205 S32900 - 329 S32760 - ZERON100 ASTM A240 J93404 - ALLOY-958
Conv. Austenitic SS N08007 - ACI CN-7M S31254 - 254-SMO S30800 - 308 S31700 - 317 J95150 - ACI CN-7M J92800 - CF-8 S38100 - 18-18-2	S31603 - 316L S31600 - 316 S30600 - 305 S30200 - 302 J92800 - CF-8 J92900 - CF-8M S31600 - 316	J92500 - CF-3 S30900 - 309 S30403 - 304L J93264 - CH3MUN S20910 - 22-13-5 S30400 - 304 S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS N08024 - 20MO-4 N01254 - 254-SMO S32654 - 654 SMO N08904 - 904L	N08028 - ALLOY-28 N08387 - ALLOY-8XN S32100 - AISI 321 S34565 - Remant 4565S	N08020 - 20 CB-3 S32200 - NIC 28 S31266 - URANUS 866
Solid Sol. Ni-base N08825 - ALLOY-825 N06455 - ALLOY-G-4 N06686 - ALLOY 688 N06985 - ALLOY-G-3 N06032 - INCO ALLOY 032	N08825 2 - INCOLOY 825 N06901 - Inconel 601 N10278 - ALLOY-C-278 N08135 - SM2035 N10002 - ALLOY-C	N06022 - ALLOY-C-22 N06925 - ALLOY-825 N06875 - ALLOY-G-2/2550 N08926 - Alloy 25-6 N06950 - ALLOY G-50

SOCRATES 7.0 Consultation 151

Applicable Materials

N06950 - ALLOY G-59 N06059 - ALLOY-59 N06952 - NIC 52 N06925 - ASTM A434 N08826 - ASTM B163 N08007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B	N06002 - HASTELLOY X N06090 - SM2060Mo N07048 - NONE N06255 - SM2550 N08800 - INCOLOY 800 N08031 - ALLOY 31	N06600 - INCONEL 600 N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N06020 - ALLOY-G-30 N08042 - NIC 42M N06535 - SM2535
Alpha Titanium R53400 - Ti GRADE2 R56403 - Ti-V-Pd	R53400 - Ti GRADE12 R56323 - Ti Grade 28	R56404 - Ti Grade 29

User Comments

SOCRATES 7.0 Consultation 151

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines Not Known	Yield Strength, ksi Material Condition	Not Known Not Known
---------------------------	----------------------	--	---------------------

Environment Specifications

H2S, psia	0.30	Oper. Temp, °F	138.00
CO2, psia	5.83	Gas/Oil, scf/ft³	0.00
HClO3, ppm	0.00	Water Cut, %	100.00
Chlorides, ppm	10000.00	Ionic Strength, M Measured pH	0.00 7.00
Acetates, ppm	0.00		
Aeration/Buffer Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	4.05
Environmental Severity	20.00
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Duplex SS S32404 - URANUS-50 S32450 - FERRALUM-255 S31500 - 3RE60 J93345 - EGGCOLOY S39274 - DP3W	S31200 - 44LN S32750 - 2507 S31280 - DP-3-25-Cr J93380 - ZERON100 ASTM A351 S39277 - AF918	S31803 - DUPLEX-2205 S32900 - 329 S32760 - ZERON100 ASTM A240 J93404 - ALLOY-958
Conv. Austenitic SS N08007 - ACI CN-7M S31254 - 254-SMO S30800 - 308 S31700 - 317 J95150 - ACI CN-7M J92800 - CF-8 S38100 - 18-18-2	S31603 - 316L S31600 - 316 S30600 - 305 S30200 - 302 J92800 - CF-8 J92900 - CF-8M S31600 - 316	J92500 - CF-3 S30900 - 309 S30403 - 304L J93264 - CH3MUN S20910 - 22-13-5 S30400 - 304 S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS N08024 - 20MO-4 N01254 - 254-SMO S32654 - 654 SMO N08904 - 904L	N08028 - ALLOY-28 N08387 - ALLOY-8XN S32100 - AISI 321 S34565 - Remant 4565S	N08020 - 20 CB-3 S32200 - NIC 28 S31266 - URANUS 866
Solid Sol. Ni-base N08825 - ALLOY-825 N06455 - ALLOY-G-4 N06686 - ALLOY 688 N06985 - ALLOY-G-3 N06032 - INCO ALLOY 032	N08825 2 - INCOLOY 825 N06901 - Inconel 601 N10278 - ALLOY-C-278 N08135 - SM2035 N10002 - ALLOY-C	N06022 - ALLOY-C-22 N06925 - ALLOY-825 N06875 - ALLOY-G-2/2550 N08926 - Alloy 25-6 N06950 - ALLOY G-50

SOCRATES 7.0 Consultation
160

Applicable Materials

User Comments

February, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page: 1

SOCRATES 7.0 Consultation
160

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines > 28	Yield Strength, ksi Material Condition	30-40 Not Known
---------------------------	-----------------	--	-----------------

Environment Specifications

H2S, psia	0.21	Oper. Temp, °F	172.00
CO2, psia	2.45	Gas/Oil, scf/ft3	204.72
HClO2, ppm	0.00	Water Cut, %	50.96
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Aeriation/Sulfur	FALSE	Measured pH	7.00
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	4.52
Environmental Severity	20.00
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Conv. Austenitic SS		
N08907 - ACI CN-7M	S31603 - 316L	J92900 - CF-3
S31254 - 254-SMO	S31000 - 310	S30900 - 309
S30800 - 308	S30500 - 305	S30403 - 304L
S31700 - 317	S30200 - 302	J9254 - CK3McuN
J95150 - ACI CN-7M	J92900 - CF-8	S20910 - 22-13-5
J92800 - CF-8M	J92900 - CF-8M	S30400 - 304
S38100 - 18-18-2	S31600 - 316	S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS		
N08024 - 20MC-4	N08028 - ALLOY-28	N08020 - 20-CB-3
N31254 - 254-SMO	N08367 - ALLOY-40XN	S32200 - NIC 25
S32654 - 654-SMO	S32100 - AISI 321	S31266 - URANIUS 866
N08904 - 904L	S34865 - Remant 45655	
Solid Sol. Ni-base		
N08825 - ALLOY-825	N08825 2 - INCOLOY 825	N06022 - ALLOY-C-22
N06455 - ALLOY-C-4	N06601 - Inconel 601	N06625 - ALLOY-625
N06986 - ALLOY 886	N10276 - ALLOY-C-276	N08975 - ALLOY-G-2/2550
N06985 - ALLOY-G-3	N08135 - 6M2035	N08906 - Alloy 28-6
N08032 - INCO ALLOY 032	N10002 - ALLOY-C	N06950 - ALLOY G-50
N06002 - HASTELLOY X	N06900 - INCONEL 600	N06059 - ALLOY-59
N06060 - 6M2060Ms	N06110 - ALLCORR	N06952 - NIC 52
N07048 - NONE	N06250 - Alloy 2050	N06826 - ASTM A484
N06255 - 6M2550	N06030 - ALLOY-G-30	N08828 - ASTM B163
N08800 - INCOLOY 800	N08042 - NIC 42M	N06007 - ALLOY-G
N09031 - ALLOY 31	N06535 - 6M2535	N10001 - HASTELLOY B

User Comments

Wednesday, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page: 1

SOCRATES 7.0 Consultation
161

Applicable Materials

User Comments

February, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page: 1

SOCRATES 7.0 Consultation
161

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines > 28	Yield Strength, ksi Material Condition	30-40 Not Known
---------------------------	-----------------	--	-----------------

Environment Specifications

H2S, psia	3.19	Oper. Temp, °F	172.00
CO2, psia	63.50	Gas/Oil, scf/ft3	0.00
HClO2, ppm	0.00	Water Cut, %	0.00
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Aeriation/Sulfur	FALSE	Measured pH	7.00
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	3.53
Environmental Severity	12.00
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Conv. Austenitic SS		
N08907 - ACI CN-7M	S31603 - 316L	J92900 - CF-3
S31254 - 254-SMO	S31000 - 310	S30900 - 309
S30800 - 308	S30500 - 305	S30403 - 304L
S31700 - 317	S30200 - 302	J9254 - CK3McuN
J95150 - ACI CN-7M	J92900 - CF-8	S20910 - 22-13-5
J92800 - CF-8M	J92900 - CF-8M	S30400 - 304
S38100 - 18-18-2	S31600 - 316	S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS		
N08024 - 20MC-4	N08028 - ALLOY-28	N08020 - 20-CB-3
N31254 - 254-SMO	N08367 - ALLOY-40XN	S32200 - NIC 25
S32654 - 654-SMO	S32100 - AISI 321	S31266 - URANIUS 866
N08904 - 904L	S34865 - Remant 45655	
Solid Sol. Ni-base		
N08825 - ALLOY-825	N08825 2 - INCOLOY 825	N06022 - ALLOY-C-22
N06455 - ALLOY-C-4	N06601 - Inconel 601	N06625 - ALLOY-625
N06986 - ALLOY 886	N10276 - ALLOY-C-276	N08975 - ALLOY-G-2/2550
N06985 - ALLOY-G-3	N08135 - 6M2035	N08906 - Alloy 28-6
N08032 - INCO ALLOY 032	N10002 - ALLOY-C	N06950 - ALLOY G-50
N06002 - HASTELLOY X	N06900 - INCONEL 600	N06059 - ALLOY-59
N06060 - 6M2060Ms	N06110 - ALLCORR	N06952 - NIC 52
N07048 - NONE	N06250 - Alloy 2050	N06826 - ASTM A484
N06255 - 6M2550	N06030 - ALLOY-G-30	N08828 - ASTM B163
N08800 - INCOLOY 800	N08042 - NIC 42M	N06007 - ALLOY-G
N09031 - ALLOY 31	N06535 - 6M2535	N10001 - HASTELLOY B

User Comments

Wednesday, July 08, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page: 1

SOCRATES 7.0 Consultation 161-5.SOC

Applicable Materials

N06950 - ALLOY G-50 N06959 - ALLOY 59 N06952 - NIC 52 N06925 - ASTM A484 N06926 - ASTM B163 N06907 - ALLOY G N10001 - HASTELLOY B	N06002 - HASTELLOY X N06060 - SM206Mo N07048 - NiCtE N06255 - SM2550 N08800 - INCOLOY 800 N08031 - ALLOY 31	N06600 - INCONEL 600 N06110 - ALLCORR N08250 - Alloy 2050 N06030 - ALLOY G-30 N08042 - NIC 42M N08835 - SM2535
Alpha Titanium R56400 - Ti-Grade2 R56403 - Ti-V+Pd	R53400 - Ti-Grade12 R56323 - Ti Grade 28	R56404 - Ti Grade 29

User Comments

SOCRATES 7.0 Consultation 161-5.SOC

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines Not Known	Yield Strength, ksi Material Condition	Not Known Not Known
---------------------------	----------------------	--	---------------------

Environment Specifications

H2S, psia	3.73	Oper. Temp. °F	118.00
CO2, psia	81.99	Gas/Oil, scf/bbl	0.00
HCl, ppm	0.00	Water Cut, %	0.00
Chlorides, ppm	10000.00	Ionic Strength, M	0.00
Acetates, ppm	0.00	Measured pH	7.00
Aeration/Buffer	FALSE		
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	3.73
Environmental Severity	12.00
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Duplex SS S32404 - URANUS-50 S32500 - FERRALUM 255 S31500 - 3RE60 J93345 - ESCOLOY S39274 - DP3W	S31200 - 44LN S32750 - 2507 S31260 - DP-3-25-Cr J93380 - ZERON100 ASTM-A351 S39277 - AF918	S31803 - DUPLEX-2205 S32900 - 329 S32760 - ZERON100 ASTM-A240 J93404 - ALLOY-958
Conv. Austenitic SS N08007 - ACI CN-7M S31204 - 254-SMO S32800 - 308 S31700 - 317 J98180 - ACI CN-7M J92800 - CF-3M S38100 - TA-18.2	S31603 - 316L S31000 - 310 S30900 - 309 S30200 - 302 J92800 - CF-8 J99900 - CF-8M S31800 - 316	J92500 - CF-3 S30600 - 306 S30403 - 304L J93254 - CK3MCuN S20910 - 22-13-5 S20400 - 304 S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS N08024 - 254MO-4 N12204 - 254-SMO S32654 - 654-SMO N09904 - 904L	N08028 - ALLOY 28 N08367 - ALLOY 6XN S32100 - AISI 321 S34565 - Reman-45658	N08020 - 20-CB-3 S32200 - NIC 25 S31286 - URANUS 866
Solid Sol. Ni-base N08825 - ALLOY-825 N06455 - ALLOY-C-4 N06686 - ALLOY 686 N06995 - ALLOY-G-3 N05932 - INCO ALLOY 532	N08825 2 - INCOLOY 825 N06601 - Inconel 601 N10278 - ALLOY-C-278 N08185 - SM2035 N10002 - ALLOY-C	N06022 - ALLOY-C-22 N06625 - ALLOY-625 N06975 - ALLOY-G-2/2550 N08026 - Alloy 26-6 N06950 - ALLOY G-50

SOCRATES 7.0 Consultation 161-4

Applicable Materials

User Comments

SOCRATES 7.0 Consultation 161-4

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines > 28	Yield Strength, ksi Material Condition	40-60 Not Known
---------------------------	-----------------	--	-----------------

Environment Specifications

H2S, psia	3.11	Oper. Temp. °F	120.00
CO2, psia	61.98	Gas/Oil, scf/bbl	S33333.33
HCl, ppm	0.00	Water/Gas, bbl/MMscf	3.25
Chlorides, ppm	10000.00	Ionic Strength, M	0.14
Acetates, ppm	0.00	Measured pH	7.00
Aeration/Buffer	FALSE		
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	3.73
Environmental Severity	50.00
Req. Min. Pitting Index	16.50

Applicable Materials

Duplex SS S32404 - URANUS-50 S32500 - FERRALUM-255 S31500 - 3RE60 J93345 - ESCOLOY S39274 - DP3W	S31200 - 44LN S32750 - 2507 S31260 - DP-3-25-Cr J93380 - ZERON100 ASTM-A351 S39277 - AF918	S31803 - DUPLEX-2205 S32900 - 329 S32760 - ZERON100 ASTM-A240 J93404 - ALLOY-958
Solid Sol. Ni-base N08825 - ALLOY-825 N06455 - ALLOY-C-4 N06686 - ALLOY 686 N06995 - ALLOY-G-3 N05932 - INCO ALLOY 532	N08825 2 - INCOLOY 825 N06601 - Inconel 601 N10278 - ALLOY-C-278 N08135 - SM2035 N10002 - ALLOY-G N06059 - ALLOY-59 N06952 - NIC 52 N06925 - ASTM A484 N08826 - ASTM B163 N09007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B	N06022 - ALLOY-C-22 N06625 - ALLOY-625 N06975 - ALLOY-G-2/2550 N08026 - Alloy 26-6 N06950 - ALLOY G-50 N06060 - SM206Mo N07048 - NiCtE N06950 - ALLOY G-50 N08800 - INCOLOY 800 N08031 - ALLOY 31
Alpha Titanium R56400 - Ti-Grade2 R56403 - Ti-V+Pd	R53400 - Ti-Grade12 R56323 - Ti Grade 28	R56404 - Ti Grade 29

User Comments

SOCRATES 7.0 Consultation
161-6

Applicable Materials

User Comments

Wednesday, July 18, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

SOCRATES 7.0 Consultation
161-6

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines > 28	Yield Strength, ksi	30-40
		Material Condition	Not Known

Environment Specifications

H2S, psia	17.20	Oper. Temp, °F	367.00
CO2, psia	285.47	Gas/Oil, wt/bsl	0.00
HCO3, ppm	0.00	Water Cut, %	0.00
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Aerations/Sulfur	FALSE	Measured pH	7.00
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	3.75
Environmental Severity	21.00
Req. Min. Pitting Index	13.00

Applicable Materials

<p>Conv. Austenitic SS</p> <p>High Alloy Austenitic SS N08024 - 20MO-4 N01284 - 254-SMO S32854 - 654 SMO N08904 - 904L</p> <p>Solid Sol. Ni-base N08825 - ALLOY-825 N06455 - ALLOY-C-4 N06986 - ALLOY-688 N06985 - ALLOY-G-3 N08032 - INCO ALLOY 032 N06002 - HASTELLOY X N06050 - SM2050Mo N07048 - NONE N06255 - SM2550 N08800 - INCOLOY 800 N08031 - ALLOY 31</p>	<p>N08028 - ALLOY-28 N08087 - ALLOY-80N S32100 - AISI 321 S34565 - Remanit 45655</p> <p>N08825 2 - INCOLOY 825 N08011 - Inconel 601 N10276 - ALLOY-C-276 N08135 - SM2035 N10002 - ALLOY-C N08800 - INCONEL 600 N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N06030 - ALLOY-G-30 N08042 - NIC 42M N08535 - SM2535</p>	<p>N06020 - 20-CB-3 S32200 - NIC 25 S31266 - URANUS B66</p> <p>N06022 - ALLOY-C-22 N06985 - ALLOY-688 N06975 - ALLOY-G-2/2550 N06926 - Alloy 25-6 N06960 - ALLOY G-50 N06059 - ALLOY-59 N06952 - NIC 52 N06625 - ASTM A494 N06928 - ASTM B163 N06007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B</p>
--	--	---

User Comments

Wednesday, July 18, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

SOCRATES 7.0 Consultation
165

Applicable Materials

User Comments

Wednesday, July 18, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

SOCRATES 7.0 Consultation
165

Application Specifications

Application Hardness, HRC	Flow Lines > 28	Yield Strength, ksi	30-40
		Material Condition	Not Known

Environment Specifications

H2S, psia	17.10	Oper. Temp, °F	120.00
CO2, psia	263.92	Gas/Oil, wt/bsl	0.00
HCO3, ppm	0.00	Water Cut, %	100.00
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Aerations/Sulfur	FALSE	Measured pH	7.00
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	3.30
Environmental Severity	85.00
Req. Min. Pitting Index	25.00

Applicable Materials

<p>High Alloy Austenitic SS N08024 - 20MO-4 N01284 - 254-SMO S32854 - 654 SMO S34565 - Remanit 45655</p> <p>Solid Sol. Ni-base N08825 - ALLOY-825 N06455 - ALLOY-C-4 N10276 - ALLOY-C-276 N08135 - SM2035 N10002 - ALLOY-C N06059 - ALLOY-59 N06952 - NIC 52 N06625 - ASTM A494 N06928 - ASTM B163 N08031 - ALLOY 31</p>	<p>N08028 - ALLOY-28 N08087 - ALLOY-80N S31266 - URANUS B66</p> <p>N08825 2 - INCOLOY 825 N08011 - Inconel 601 N06975 - ALLOY-G-2/2550 N08926 - Alloy 25-6 N06960 - ALLOY G-50 N06050 - SM2050Mo N07048 - NONE N06250 - Alloy 2050 N06030 - ALLOY-G-30 N08042 - NIC 42M N08535 - SM2535</p>	<p>N06020 - 20-CB-3 S32200 - NIC 25 N08904 - 904L</p> <p>N06022 - ALLOY-C-22 N06986 - ALLOY-688 N06985 - ALLOY-G-3 N08032 - INCO ALLOY 032 N06002 - HASTELLOY X N06110 - ALLCORR N06250 - Alloy 2050 N06030 - ALLOY-G-30 N06007 - ALLOY-G N10001 - HASTELLOY B</p>
--	---	--

User Comments

Wednesday, July 18, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 2

SOCRATES 7.0 Consultation
163-3

Applicable Materials

User Comments

Wednesday, July 18, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 1

SOCRATES 7.0 Consultation
163-3

Application Specifications

Application	Flow Lines	Yield Strength, ksi	60-80
Hardness, HRC	> 28	Material Condition	Not Known

Environment Specifications

	Oper. Temp, °F	270.00	
H2S, psia	0.75	Gas/Oil, wt/bbl	0.00
CO2, psia	5.56	Water Cut, %	0.00
HCO3, ppm	0.00		
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Aeration/Sulfur	FALSE	Measured pH	7.00
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	4.42
Environmental Severity	5.00
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Duplex SS		
S32464 - URANUS-50	S31200 - 4ALN	S31803 - DUPLEX-2205
S32550 - FERRALUM-255	S32750 - 2507	S32900 - 329
S31500 - 3RE50	S31280 - DP-3-20-Cr	S32780 - ZERON100 ASTM A240
J63345 - ESCOLOY	J63360 - ZERON100 ASTM A351	J93404 - ALLOY-968
S39274 - DRW	S39277 - AP918	
Solid Sol. Ni-base		
N06625 - ALLOY-625	N08825 2 - INCOLOY 825	N06022 - ALLOY-C-22
N06465 - ALLOY-C-4	N06601 - Inconel 601	N06626 - ALLOY-626
N06686 - ALLOY 686	N10276 - ALLOY-C-276	N06876 - ALLOY-G-2/2550
N06985 - ALLOY-G-3	N08135 - 8M2035	N08926 - Alloy 25-6
N08032 - INCO ALLOY 832	N10002 - ALLOY-C	N06950 - ALLOY G-50
N06002 - HASTELLOY X	N06600 - INCONEL 600	N06059 - ALLOY-59
N06060 - 8M2060M	N06110 - ALLOY-CORR	N06952 - NIC 52
N07048 - NONE	N06250 - Alloy 2050	N25625 - ASTM A484
N06255 - 8M2550	N06030 - ALLOY-G-30	N08826 - ASTM B 183
N08800 - INCOLOY 800	N08942 - NIC 42M	N06007 - ALLOY-G
N08031 - ALLOY 31	N08535 - 8M2535	N10001 - HASTELLOY B
Alpha Titanium		
R64000 - TI-GRADE2	R63400 - TI-GRADE12	R66404 - Ti Grade 20
R64003 - Ti-V-Pd	R65023 - Ti Grade 28	

User Comments

Wednesday, July 18, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 1

SOCRATES 7.0 Consultation
181

Applicable Materials

User Comments

Wednesday, July 18, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 1

SOCRATES 7.0 Consultation
181

Application Specifications

Application	Flow Lines	Yield Strength, ksi	30-40
Hardness, HRC	> 28	Material Condition	Not Known

Environment Specifications

	Oper. Temp, °F	172.00	
H2S, psia	2.04	Gas/Oil, wt/bbl	0.00
CO2, psia	15.73	Water Cut, %	0.00
HCO3, ppm	0.00		
Chlorides, ppm	10000.00		
Acetates, ppm	0.00	Ionic Strength, M	0.14
Aeration/Sulfur	FALSE	Measured pH	7.00
Use Measured pH	FALSE		

Ratings

System pH	4.09
Environmental Severity	5.00
Req. Min. Pitting Index	12.00

Applicable Materials

Conv. Austenitic SS		
N08007 - ACl CN-7M	S31803 - 316L	J62500 - CF-3
S31254 - 254-SMO	S31000 - 310	S30900 - 309
S30800 - 308	S30500 - 305	S30403 - 304L
S31700 - 317	S30200 - 302	J62254 - CH3MCoIn
J61550 - ACl CN-7M	J62800 - CF-8	S20816 - 22-15-4
J92800 - CF-8M	J62900 - CF-8M	S30400 - 304
S38100 - 18-18-2	S31600 - 316	S34700 - 347
High Alloy Austenitic SS		
N08024 - 208C-4	N08028 - ALLOY-28	N08020 - 20-CB-3
N11254 - 254-SMO	N08367 - ALLOY-6XN	S32200 - NIC 25
S32654 - 654 SMO	S32100 - A181 321	S31266 - URANUS B66
N08004 - 904L	S34565 - Remant 4565B	
Solid Sol. Ni-base		
N06625 - ALLOY-625	N08825 2 - INCOLOY 825	N06022 - ALLOY-C-22
N06465 - ALLOY-C-4	N06601 - Inconel 601	N06626 - ALLOY-626
N06686 - ALLOY 686	N10276 - ALLOY-C-276	N06876 - ALLOY-G-2/2550
N06985 - ALLOY-G-3	N08135 - 8M2035	N08926 - Alloy 25-6
N08032 - INCO ALLOY 832	N10002 - ALLOY-C	N06950 - ALLOY G-50
N06002 - HASTELLOY X	N06600 - INCONEL 600	N06059 - ALLOY-59
N06060 - 8M2060M	N06110 - ALLOY-CORR	N06952 - NIC 52
N07048 - NONE	N06250 - Alloy 2050	N25625 - ASTM A484
N06255 - 8M2550	N06030 - ALLOY-G-30	N08826 - ASTM B 183
N08800 - INCOLOY 800	N08942 - NIC 42M	N06007 - ALLOY-G
N08031 - ALLOY 31	N08535 - 8M2535	N10001 - HASTELLOY B

User Comments

Wednesday, July 18, 2009 InterCorr International, Inc. SOCRATES 7.0 Page 1